

**PENYUSUNAN PENJADWALAN PRODUKSI PADA CV. SYAM'S
INDONESIA HANDICRAFT MENGGUNAKAN METODE *CAMPBELL
DUDEK SMITH* (CDS) GUNA MEMINIMASI NILAI *MAKESPAN***

LAPORAN TUGAS AKHIR

LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT
MEMPEROLEH GELAR SARJANA STRATA SATU (S1) PADA PROGRAM
STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG



DISUSUN OLEH :

NAZILATUL AULIA FAJRIN

31601900057

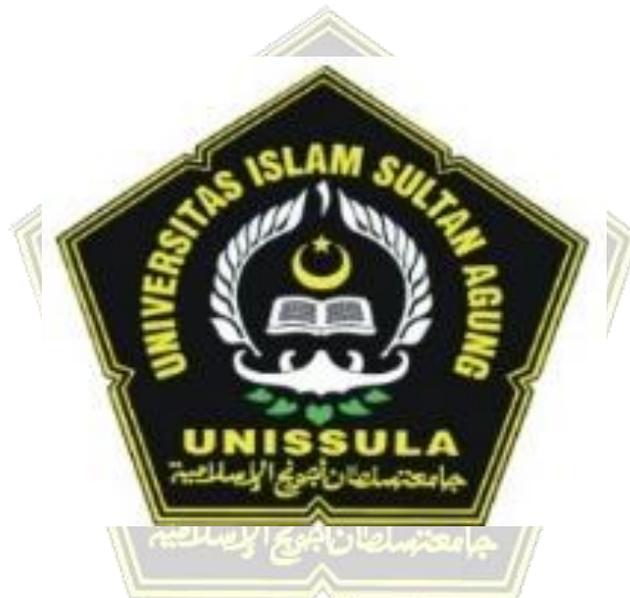
**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2025

FINAL PROJECT

**PREPARATION OF PRODUCTION SCHEDULING AT CV. SHAM'S
INDONESIA HANDICRAFT USING THE CAMPBELL DUDEK SMITH
(CDS) METHOD TO MINIMIZE THE MAKESPAN VALUE**

*Proposed to Complete the Requirement to Obtain a Bachelor's Degree (SI) at
Departement of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Technology
University Islam Sultan Agung*



Arranged By :

NAZILATUL AULIA FAJRIN

31601900057

DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY

UNIVERSITAS ISLAMI SULTAN AGUNG

SEMARANG

2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "PENYUSUNAN PENJADWALAN PRODUKSI PADA CV. SYAM'S INDONESIA HANDICRAFT MENGGUNAKAN METODE *CAMPBELL DUDEK SMITH* (CDS) GUNA MEMINIMASI NILAI *MAKESPAN*" ini disusun oleh:

Nama : Nazilatul Aulia Fajrin

NIM : 31601900057

Program Studi : Teknik Industri

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari :

Tanggal :

Pembimbingan I



Dr. Ir. Sukarno Budi Utomo. MT

NIDN. 06-1907-6401

Pembimbing II



Rieska Ernawati, ST, MT

NIDN. 06-0809-9201

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri




Wiwiek Fatmawati, ST., M.Eng
NIK. 210600021

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “PENYUSUNAN PENJADWALAN PRODUKSI PADA CV. SYAM’S INDONESIA HANDICRAFT MENGGUNAKAN METODE *CAMPBELL DUDEK SMITH (CDS) GUNA MEMINIMASI NILAI *MAKESPAN**” ini telah dipertahankan di depan dosen penguji Tugas Akhir pada :

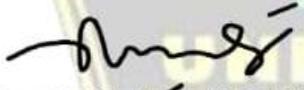
Hari :

Tanggal :

TIM PENGUJI

Penguji I

Penguji II


Nuzulia Khoiriyah, ST., MT

NIDN. 06-2405-7901


Dana Prianjani, ST., MT

NIDN. 06-2405-7901

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang berlandaskan dibawah ini:

Nama : Nazilatul Aulia Fajrin

NIM : 31601900057

Judul Tugas Akhir : PENYUSUNAN PENJADWALAN PRODUKSI PADA CV.
SYAM'S INDONESIA HANDICRAFT MENGGUNAKAN
METODE CAMPBELL DUDEK SMITH (CDS) GUNA
MEMINIMASI NILAI MAKESPAN

Dengan bahwa ini saya menyatakan bahwa judul dan isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Industri tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 10 Maret 2025

Yang Menyatakan



SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nazilatul Auia Fajrin

NIM : 31601900057

Proggmm Studi : Teknik Industri

Fakultas : Tcknologi Industri

Dengan ini menyatakan Karya ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul:
**PENYUSUNAN PENJADWALAN PRODUKSI PADA CV. SYAM'S
INDONESIA HANDICRAFT' MENGGUNAKAN METODE CAMPBELL
DUDEK SMITH (CDS) GUNA MEMINIMASI NILAI MAKESPAN.**

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dan pangkalan data dan dipublikasi di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta Plagiarisme dalam Karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 10 Maret 2025
Yang Menyatakan


Nazilatul Aulia Faji

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin

Segala puji hanya milik Allah SWT atas anugerah, cinta, kesabaran, dan bantuan-Nya yang memungkinkan saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Sholawat dan salam selalu saya tujukan kepada Nabi Muhammad SAW, yang menjadi suri tauladan dalam hidup serta sosok yang sangat diharapkan syafa'atnya di hari akhir nanti.

Berkat karunia serta kuasa dari Allah hingga membuat saya sampai pada titik ini, segala perjuangan yang telah terlewati dalam pengerjaan laporan tugas akhir yang berjudul “Penyusunan Penjadwalan Produksi Pada Cv. Syam’s Indonesia Handicraft Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* (Cds) Guna Meminimasi Nilai *Makespan*”. Karya ini saya persembahkan bagi kedua orang tua yang sangat saya sayangi dan hormati. Segala hal yang telah diberikan terutama dalam hal pendidikan, semuanya sangat bermakna dalam hidup. Kesabaran, dukungan, kepercayaan serta atas doa-doa yang selalu mereka panjatkan kepada Tuhan untuk saya semuanya sangat bermakna, maka dari itu saya ucapka rasa terima kasih sebesar-besarnya atas apa yang telah saya dapatkan dari mereka.

Perjuangan yang telah saya lewati tidak terlepas dari dukungan orang-orang terdekat yang selalu bersedia memberi motivasi, masukan dan saran untuk senantiasa menjadi manusia yang lebih baik, serta selalu siap sedia menjadi tempat bercerita keluh kesah dan selalu mendoakan saya. Terima kasih kepada dosen pembimbing dan dosen penguji serta dosen-dosen Teknik Industri Unissula yang telah memberikan ilmu kepada saya.

HALAMAN MOTTO

“Jika Allah bersamamu, maka tidak ada yang bisa mengalahkanmu.” – (QS. Ali Imran: 160)

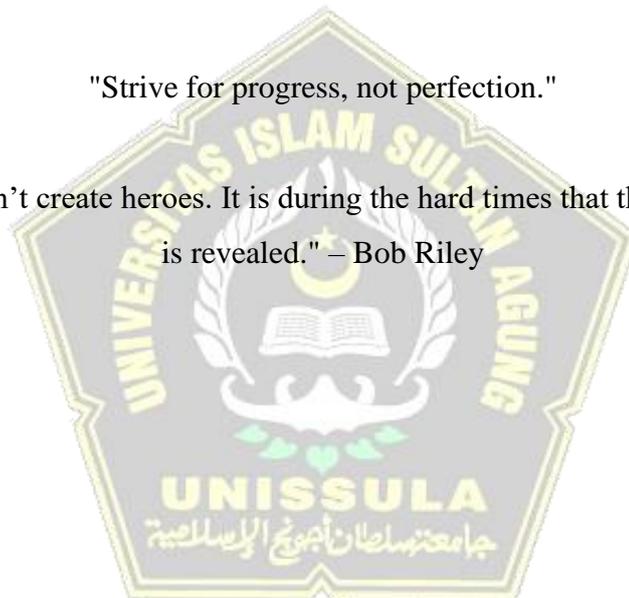
“Hidup adalah serangkaian langkah kecil yang diambil dengan penuh keyakinan. Tidak semua langkah membawa kita langsung ke tujuan, tetapi setiap langkah selalu memiliki makna dalam perjalanan” (Viktor E. Frankl)

“Percaya pada dirimu sendiri, maka kamu akan tak terhentikan.”

"Every day is a new beginning. Take a deep breath, smile, and start again."

"Strive for progress, not perfection."

"Hard times don't create heroes. It is during the hard times that the hero within us is revealed." – Bob Riley



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah, dengan mengucapkan rasa syukur kehadiran Allah SWT. atas segala rahmat, inayah dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Penyusunan Penjadwalan Produksi Pada Cv. Syam’s Indonesia Handicraft Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* (Cds) Guna Meminimasi Nilai *Makespan*”. Sholawat dan salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita, Nabi Besar Muhammad SAW yang menjadi teladan bagi umat dan sangat dinantikan syafa’atnya pada hari akhir nanti.

Dengan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih ditujukan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia, rahmat, hidayah dan pertolongan-Nya kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan baik
2. Bapak Junaedi dan Ibu Khodijah selaku orang tua, orang yang paling berharga dan berjasa dalam hidup saya. Terima kasih atas segala kasih sayang, pengorbanan, dukungan dan doa-doa yang selalu dipanjatkan.
3. Bapak Dr. Ir. Sukarno Budi Utomo, MT dan Ibu Rieska Ernawati, ST, MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak saran, motivasi, arahan serta membimbing selama proses pengerjaan laporan Tugas Akhir.
4. Ibu Dr. Ir. Novi Marlyana, ST., MT., IPU., ASEAN.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
5. Ibu Wiwiek Fatmawati, ST., M.Eng., selaku Kepala Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
6. Ibu Nuzulia Khoiriyah, ST.MT selaku dosen wali.
7. Kepada Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Industri, Fakultas

Teknologi Industri Unissula, yang telah membimbing serta mengajarkan ilmu dengan penuh dedikasi selama masa perkuliahan.

8. Terima kasih kepada Moh. Gibran Ramadhani selaku adik saya yang telah membantu dalam doa mau semangat yang diberikan.
9. Terima kasih kepada CV. Syam's Indonesia Handicraft yang telah memberikan kesempatan, izin, serta bantuan dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ini.
10. Kepada Risma Maulidina Awala selaku partner saya selama penelitian, saya ucapkan terima kasih banyak karena telah menemani dan membantu saya. Semoga kita tetap berteman baik kedepannya dan sukses selalu.
11. Terima kasih saya ucapkan kepada Siti Nurjanah selaku sahabat saya yang telah menemani dan membantu selama pengerjaan laporan Tugas Akhir. Semoga kita tetap berteman baik dan segala mimpi yang ingin dicapai segera terlaksanan. Sukses selalu untuk kita berdua.
12. Teruntuk teman-teman Teknik Industri 2019 baik kelas A maupun B, terima kasih telah memberikan cerita baru dalam hidup saya selama mengenyam pendidikan di FTI.
13. Untuk semua member TREASURE yang telah memberikan motivasi, semangat hidup dan menemani saya melalui konten hiburan yang saya nikmati melalui media sosial. Serta lagu-lagu indah kalian yang menemani saya selagi mengerjakan laporan tugas akhir.
14. Terakhir, saya ucapkan terimakasih kepada diri saya sendiri Nazilatul Aulia Fajrin yang telah berjuang dalam segala proses hidup, tidak pantang menyerah dan selalu berusaha untuk menjadi pribadi yang lebih baik tiap harinya. Semoga tuhan senantiasa memberikan kemudahan dalam setiap langkah kehidupan di masa yang akan datang.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran serta kritik dari pembaca sangat diharapkan sebagai bahan evaluasi untuk perbaikan di masa

mendatang. Penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan yang ada dan berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang membutuhkan serta menambah wawasan.

Wassalammualaikum Wr. Wb

Semarang, 25 Febuari 2025

Nazilatul Aulia Fajrin

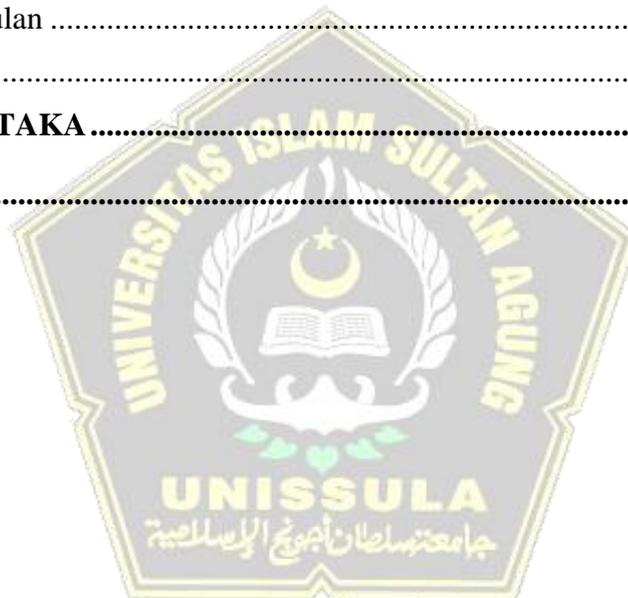


DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN MOTTO	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Landasan Teori.....	20
2.2.1 Penjadwalan Produksi	20
2.2.2 Tujuan Penjadwalan	20

2.2.3	Istilah Penjadwalan	21
2.2.4	Jenis Penjadwalan	22
2.2.5	Klasifikasi Penjadwalan	23
2.2.6	Aturan Prioritas	25
2.2.7	Pengukuran Waktu Kerja	26
2.2.8	Metode Campbell Dudek Smith (CDS)	28
2.2.9	Waktu Proses.....	29
2.2.10	<i>Gantt Chart</i>	30
2.3	Hipotesis dan Kerangka Teoritis.....	30
2.3.1	Hipotesis.....	30
2.3.2	Kerangka Teoritis.....	31
BAB III	METODE PENELITIAN	33
3.1	Pengumpulan Data	33
3.2	Teknik Pengumpulan Data.....	33
3.3	Pengujian Hipotesa.....	34
3.4	Metode Analisis	34
3.5	Pembahasan.....	34
3.6	Penarikan Kesimpulan	35
3.7	Diagram Alir	35
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	37
4.1	Pengumpulan Data	37
4.1.1	Profil Perusahaan	37
4.1.2	Alur Proses Produksi.....	38
4.1.3	Lantai Produksi CV. Syam's Indonesian Handicraft	39
4.1.4	Data Produksi	42
4.1.5	Data Stasiun Kerja (<i>Work Center</i>)	42
4.1.6	Data Pengamatan (<i>Cycle Time</i>).....	43
4.2	Pengolahan Data.....	48
4.2.1	Uji Kecukupan Data.....	48
4.2.2	Rekapitulasi Uji Kecukupan Data.....	49
4.2.3	Uji Keseragaman Data	52

4.2.4	Rekapitulasi Uji Keseragaman Data	54
4.2.5	Perhitungan Waktu Proses	56
4.2.6	Penjadwalan Perusahaan Saat Ini.....	58
4.2.7	Penjadwalan Dengan Metode CDS (<i>Campbell Dudek Smith</i>)	61
4.3	Analisa Dan Interpretasi.....	71
4.3.1	Analisis Metode FCFS (<i>First Come First Serve</i>).....	71
4.3.2	Analisi Metode CDS (<i>Campbell Dudek Smith</i>)	71
4.3.3	Interpretasi.....	72
4.4	Pembuktian Hipotesa	73
BAB V	PENUTUP.....	76
5.1	Kesimpulan	76
5.2	Saran.....	77
	DAFTAR PUSTAKA.....	78
	LAMPIRAN.....	81



DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Pengiriman Barang 2023.....	2
Tabel 2. 1 Landasan Teori.....	14
Tabel 2. 2 Lanjutan Landasan Teori.....	15
Tabel 2. 3 Perbandingan Metode.....	19
Tabel 4. 1 Data Produksi CV. Syam's Indonesia Handicraft.....	42
Tabel 4. 2 Data Stasiun Kerja.....	42
Tabel 4. 3 Kode Produksi.....	43
Tabel 4. 4 <i>Cycle Time Job A</i> (Madu Bag).....	45
Tabel 4. 5 <i>Cycle Time Job B</i> (Cute Bucket Bag).....	45
Tabel 4. 6 <i>Cycle Time Job C</i> (Preety Bag).....	45
Tabel 4. 7 <i>Cycle Time Job D</i> (Normal Bag).....	46
Tabel 4. 8 <i>Cycle Time Job E</i> (Milea Bag).....	46
Tabel 4. 9 <i>Cycle Time Job F</i> (Preety Kombinasi Bag).....	47
Tabel 4. 10 <i>Cycle Time Job G</i> (Luna Bag).....	47
Tabel 4. 11 Pengukuran Waktu WC 1 <i>Job A</i>	48
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Kecukupan Data <i>Job A</i>	49
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Kecukupan Data <i>Job B</i>	50
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Kecukupan Data <i>Job C</i>	50
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Kecukupan Data <i>Job D</i>	50
Tabel 4. 16 Rekapitulasi Kecukupan Data <i>Job E</i>	51
Tabel 4. 17 Rekapitulasi Kecukupan Data <i>Job F</i>	51
Tabel 4. 18 Rekapitulasi Kecukupan Data <i>Job G</i>	52
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Data <i>Job A</i>	54
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Data <i>Job B</i>	54
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Data <i>Job C</i>	54
Tabel 4. 22 Rekapitulasi Data <i>Job D</i>	55
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Data <i>Job E</i>	55
Tabel 4. 24 Rekapitulasi Data <i>Job F</i>	55
Tabel 4. 25 Rekapitulasi Data <i>Job G</i>	56

Tabel 4. 26 Rekapitulasi Waktu Rata-Rata	57
Tabel 4. 27 Waktu Proses 7 <i>Job</i>	57
Tabel 4. 28 Perhitungan <i>Makespan</i> yang Digunakan Perusahaan.....	60
Tabel 4. 29 Tabel Lanjutan Perhitungan <i>Makespan</i> Perusahaan Saat Ini	60
Tabel 4. 30 Iterasi Dua Mesin	61
Tabel 4. 31 Waktu Proses 7 <i>Job</i> Pada 8 Work Center.....	62
Tabel 4. 32 Iterasi 1	62
Tabel 4. 33 Pengurutan Tabel.....	63
Tabel 4. 34 Iterasi 2	63
Tabel 4. 35 Iterasi 3	64
Tabel 4. 36 Iterasi 4	65
Tabel 4. 37 Iterasi 5	66
Tabel 4. 38 Iterasi 6	67
Tabel 4. 39 Iterasi 7	68
Tabel 4. 40 Ururtan <i>Job</i> Penjadwalan CDS	69
Tabel 4. 41 Perhitungan Total <i>Makespan</i> Alternatif Urutan <i>Job</i> Terpilih	70
Tabel 4. 42 Lanjutan Perhitungan Total <i>Makespan</i> Alternatif Urutan <i>Job</i> Terpilih	70
Tabel 4. 43 Alternatif Urutan <i>Job</i> Penjadwalan CDS	72
Tabel 4. 44 Pembuktian Hipotesis.....	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pola Aliran <i>Pure Flowshop</i>	24
Gambar 2. 2 Pola Aliran <i>General Flowshop</i>	24
Gambar 2. 3 Gambar Tabel <i>Flow Shop</i>	24
Gambar 2. 4 Pola Aliran <i>Job Shop</i>	25
Gambar 2. 5 Gambar Tabel <i>Job Shop</i>	25
Gambar 2. 6 <i>Gant Chart</i>	30
Gambar 2. 7 Kerangka Teoritis	32
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	35
Gambar 4. 1 Syam's Indonesian Handicraft.....	37
Gambar 4. 2 Alur Proses Produksi CV. Syam's Indonesia Handicraft.....	38
Gambar 4. 3 Pengukuran dan Pemotongan Bahan	39
Gambar 4. 4 Pengukuran dan Pemotongan Bahan	39
Gambar 4. 5 Proses Anyam Rangka Tas	39
Gambar 4. 6 Proses Anyam <i>Handle</i> Tas	40
Gambar 4. 7 Pemasangan <i>Handle</i>	40
Gambar 4. 8 Proses Anyam Aksesoris	40
Gambar 4. 9 Proses Pemasangan Aksesoris	41
Gambar 4. 10 Proses Pengecekan Tas	41
Gambar 4. 11 Proses Pengemasan.....	41
Gambar 4. 12 Grafik Uji Keseragaman Data	53

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.

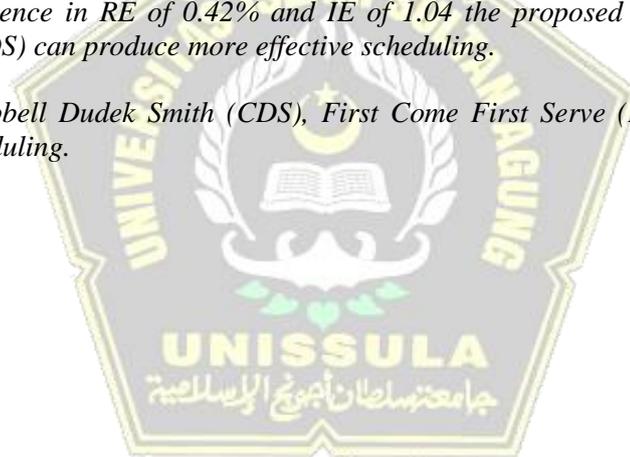
Kata kunci : *Campbell Dudek Smith* (CDS), *First Come First Serve* (FCFS), *Makespan*, Penjadwalan Produksi.



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.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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 terletak di Jl. Juwana-Jakenan No. KM3, Ngaglik, Karangrejo, Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati, Jawa Tengah 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*).

Adanya masalah tersebut mengakibatkan keluhan dari pelanggan, yang umumnya disampaikan melalui telepon seluler mengenai perkiraan waktu pengiriman barang. Sebagai bentuk kompensasi perusahaan menawarkan solusi berupa pengiriman susulan, yang mana biaya pengiriman tambahan tersebut akan ditanggung oleh perusahaan. Namun, solusi ini tidak dapat dianggap efektif, mengingat jika keluhan pelanggan terus-menerus terjadi, hal tersebut dapat berdampak negatif terhadap loyalitas pelanggan bagi perusahaan. Berikut adalah data pengiriman barang yang ada pada CV. Syam's Indonesian Handicraft pada tahun 2023.

Tabel 1. 1 Data Pengiriman Barang 2023

No	Tanggal Pemesanan	Tanggal pengiriman yang dijanjikan	Tanggal Pengiriman Aktual	Keterangan
1	4 Juli	18 Juli	18 Juli	Tepat Waktu
2	9 Juli	27 Juli	27 Juli	Tepat Waktu
3	3 Agustus	12 Agustus	12 Agustus	Tepat Waktu
4	6 Agustus	16 Agustus	18 Agustus	Terlambat
5	20 Agustus	31 Agustus	31 Agustus	Tepat Waktu
6	12 September	21 September	21 September	Tepat Waktu
7	17 September	25 September	27 September	Terlambat
8	29 September	11 Oktober	12 Oktober	Terlambat
9	13 Oktober	24 Oktober	24 Oktober	Tepat Waktu
10	15 Oktober	27 Oktober	27 Oktober	Tepat Waktu
11	30 Oktober	17 November	17 November	Tepat Waktu

12	6 November	21 November	25 November	Terlambat
13	4 Desember	22 Desember	22 Desember	Tepat Waktu

Sumber: CV. Syam's Indonesian Handicraft, 2023

Dalam tabel diatas terdapat beberapa pesanan produk dengan perbedaan model pada tas anyam, namun karena variasinya tidak terlalu signifikan dan keahlian para penganyam yang sudah terampil serta berpengalaman sehingga dapat memastikan bahwa setiap model dapat diproduksi dengan efisien. Dengan kombinasi desain yang tidak terlalu kompleks dan keterampilan tinggi para pengrajin, proses produksi tetap berjalan lancar.

Pada Tabel 1, tercantum beberapa data mengenai pengiriman yang disertai dengan pengiriman susulan. Salah satunya pada poin 4 dimana produk yang seharusnya dikirim pada tanggal 16 Agustus 2023 mengalami keterlambatan karena pesanan belum selesai. Akibatnya, perusahaan melakukan pengiriman susulan pada tanggal 18 Agustus 2023 untuk melengkapi kekurangan jumlah pesanan. Apabila hal ini sering terjadi, maka pelanggan akan mulai kehilangan kepercayaan terhadap perusahaan, yang dapat memicu risiko kehilangan pelanggan atau bahkan menyebabkan kerugian yang berpotensi menghilangkan peluang bisnis. Selain itu, keterlambatan pengiriman barang juga akan berdampak pada penundaan jadwal produksi untuk pesanan berikutnya.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi perusahaan, penting untuk mengetahui waktu penyelesaian di setiap proses produksi, karena kecepatan atau keterlambatan penyelesaian di setiap *work center* akan mempengaruhi *work center* berikutnya dan berdampak pada besar kecilnya nilai *makespan*. Maka dari itu, diperlukan perhitungan penjadwalan produksi guna mengetahui nilai total waktu selama produksi atau *makespan* yang lebih efektif pada setiap produksi, diperlukan perhitungan penjadwalan produksi menggunakan aturan yang telah ditentukan oleh perusahaan, yang selanjutnya akan diterapkan dengan dianalisis dan dibandingkan dengan metode penjadwalan lainnya.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian permasalahan yang telah dijabarkan sebelumnya, maka fokus penelitian ini akan diarahkan untuk:

1. Bagaimana melakukan penjadwalan produksi pada CV. Syam's Indonesian Handicraft agar lebih optimal?
2. Bagaimana perbandingan total *makespan* antara hasil penjadwalan yang diterapkan perusahaan dan setelah dilakukan perbaikan penjadwalan yang diusulkan?
3. Berapa lama waktu penyelesaian operasi (*makespan*) yang paling optimal serta urutan *Job* dengan *makespan* minimum yang diperoleh setelah perbaikan penjadwalan?

1.3 Pembatasan Masalah

Supaya penelitian ini dapat tercapai sebagaimana mestinya dan sesuai dari fokus permasalahan yang telah ditentukan. Dengan demikian, diperlukan definisi yang jelas mengenai batasan masalah, yakni:

1. Penelitian dilakukan selama 1 bulan, dimulai dari November 2024 hingga Desember 2024.
2. Data yang digunakan merupakan hasil dari kajian perusahaan, dokumentasi, observasi, dan wawancara terhadap pihak terkait.
3. CV. Syam's Indonesian Handicraft dijadikan sebagai studi kasus dalam penelitian ini.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini diarahkan untuk mencapai tujuan-tujuan sebagai berikut:

1. Memahami metode perhitungan penjadwalan yang tepat untuk menghasilkan penjadwalan produksi yang efisien dan optimal.
2. Mengetahui perbandingan total *makespan* antara penjadwalan yang dilakukan perusahaan dan setelah diterapkannya perbaikan penjadwalan.

3. Mengetahui lama waktu penyelesaian operasi (*makespan*) yang optimal serta urutan *Job* dengan *makespan* minimum yang diperoleh setelah dilakukan perbaikan pada penjadwalan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan manfaat berupa:

- a. Bagi Perusahaan :

Diharapkan hasil penelitian ini bisa menjadi tolak ukur bagi perusahaan untuk melakukan penjadwalan produksi, agar dapat memastikan bahwa proses produksi berakhir sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan. Sehingga menjamin pengiriman produk tepat waktu ke konsumen.

- b. Bagi Peneliti :

Sebagai sarana bagi peneliti dalam mempraktikkan pemahaman teoretis yang telah dipelajari dan berpikir secara logis untuk mencari solusi atas permasalahan penjadwalan produksi di CV. Syam's Indonesia Handicraft.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini mengulas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab ini dilakukannya analisis berkaitan berbagai publikasi ilmiah yang selaras dengan penelitian serta landasan teori terkait penjadwalan produksi yang memiliki ruang lingkup luas meliputi pengertian dari penjadwlan, tujuan penjadwalan, fungsi penjadwlan, dan tipe penjadwalan produksi.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menerangkan mengenai metode yang diaplikasikan dalam penelitian yang terdiri atas beberapa proses mengenai pengumpulan data, pengujian hipotesis, penerapan penggunaan metode analisis, pembahasan mengenai hasil analisis serta penarikan kesimpulan

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini hasil penelitian disajikan dengan pembuktian melalui uji kecukupan dan keseragaman data yang menghasilkan waktu proses untuk digunakan sebagai penentu hasil penjadwalan dari metode awal dan metode usulan, diikuti dengan analisis hasil perhitungan dan pembuktian hipotesis.

BAB V PENUTUP

Bab ini terdapat kesimpulan hasil penelitian yang telah dilakukan serta merekomendasi saran yang dapat dijadikan sebagai referensi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Setelah melakukan kajian terhadap beberapa referensi pustaka, ditemukan sejumlah penelitian memiliki keterkaitan dengan penelitian ini. Referensi pertama yang sesuai dengan penelitian ini adalah “*Production Scheduling by Implementing Campbell Dudek Smith (CDS) and Dannenbring Methods : A PVC Pipe Green Production Case Study (Studi Kasus di PT J)*” yang dilakukan oleh R. Hanafi, S Mangnggenre, S Asmal, I Setiawan dan C Gloryantho yang terpublikasi pada tahun 2019. Perencanaan produksi yang diterapkan pada PT J untuk memproduksi pipa PVC masih kurang efektif dikarenakan mesin kurang optimal hingga menyebabkan *lead time* yang lebih lama keterlambatan produksi dalam jumlah massif. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya untuk memfasilitasi sistem yang diterapkan perusahaan saat ini. Solusi yang bisa dilakukan untuk penjadwalan lebih efektif untuk menentukan urutan *Job* yang tepat hingga memperoleh nilai *makespan* terkecil yaitu dengan membandingkan metode yang digunakan pada perusahaan dengan 2 metode lainnya yaitu CDS dan *dannenbring*. Diperoleh nilai total *makespan* waktu penjadwalan dari metode *dannenbring* sebesar 15.152,61 menit, urutan *Job* J1-J6-J2-J7-J4-J3-J5, sebesar 14.943,51 menit dengan urutan *Job* J1-J6-J2-J7-J3-J4-J5 pada iterasi 1 dari metode *campbell dudek smith* (CDS) dan metode perusahaan sebesar 17.412,48 menit dengan urutan *Job* J1-J2-J3-J4-J5-J6-J7. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai *makespan* dari metode *campbell dudek smith* (CDS) lebih kecil 14,18% dalam perbandingan dengan metode yang diterapkan oleh perusahaan.

Referensi kedua terkait dengan penelitian ini yaitu berjudul “Perbaikan Penjadwalan Dengan Algoritma *Campbell Dudek Smith* (CDS) Guna Mendapatkan Nilai *Makespan* Terkecil” yang dilakukan oleh Anita yang terpublikasi pada tahun 2022. Perencanaan produksi yang diterapkan pada CV. Padat Karya Tekhnik untuk memproduksi bagian-bagian suku cadang sepeda motor, seperti *pin shaft* dan *collar RR* masih kurang efektif karena mesin kurang

optimal dalam memproduksi barang pesanan sehingga menyebabkan keterlambatan pengiriman dari jadwal yang telah ditentukan. Karena itu dengan adanya penelitian yang memiliki tujuan untuk mendapatkan nilai *makespan* terkecil perlu dilakukan perhitungan dari dua metode berbeda yaitu *Campbell Dudek Smith* (CDS) sebagai metode usulan dan *First Come First Serve* (FCFS) sebagai metode yang diterapkan di Perusahaan. Diperoleh hasil penelitian dengan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) memiliki nilai *Makespan* 1,17 menit dengan susunan penjadwalan J3-J1-J2 pada iterasi 1, nilai *efficiency index* 0,936 dan nilai *relative error* 6,84%. Sedangkan hasil perhitungan *First Come First Serve* (FCFS) diperoleh nilai 1,25 menit yang artinya perusahaan disarankan untuk menerapkan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS).

Referensi ketiga sehubungan dengan penelitian ini yang memiliki judul “Optimasi Penjadwalan Produksi Sanjai Rina Menggunakan Algoritma *Campbell Dudek Smith*” yang dilakukan oleh Annisa Yovinda dan Defri Ahmad yang terpublikasi pada tahun 2022. Peningkatan jumlah pesanan yang tidak diimbangi dengan perhitungan yang efektif dalam proses produksinya menyebabkan Usaha Kerupuk Sanjai Rina beberapa kali menghadapi masalah dalam hal pengiriman yang tidak tepat waktu. Salah satu faktor penyebab keterlambatan adalah penjadwalan produksi yang tidak sepenuhnya efektif serta penetapan waktu pengiriman yang dijadwalkan hanya berdasarkan perkiraan waktu. Perusahaan belum melakukan perhitungan mengenai waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan produksi, kapan produksi akan selesai, dan kapan produk dapat dikirimkan kepada pelanggan. Hal ini terjadi karena perusahaan menggunakan metode yang kurang optimal dalam penerapan penjadwalan produksi. Maka dari itu diperlukan sebuah metode yang efektif untuk melakukan penjadwalan produksi, salah satunya *Campbell Dudek Smith* (CDS). Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai *makespan* adalah sebesar 375,26 jam dengan *Job* urutan 4-8-3-1-2-6-7-5. Sementara itu, metode yang sebelumnya diterapkan oleh perusahaan menghasilkan nilai *Makespan* 435,88 jam dengan *Job* urutan 1-2-3-4-5-6-7-8. Hasil ini menunjukkan bahwa metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) lebih optimal dan sangat relevan untuk diterapkan dalam perusahaan.

Referensi keempat terkait sehubungan dengan penelitian ini yang memiliki judul “Penjadwalan Produksi dengan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) untuk Meminimumkan Total Waktu Produksi (*Makespan*)” yang dilakukan oleh Dwi Ananda Viliandini dan Evi Yuliawati yang terpublikasi pada tahun 2022. Kesulitan yang kerap dihadapi oleh Perusahaan dalam mengakomodasi permintaan konsumen secara tepat waktu disebabkan oleh ketidakakuratan dalam waktu pengiriman, yang berakar pada penjadwalan produksi yang tidak optimal. Oleh karena itu, penelitian ini ditujukan untuk menentukan urutan pekerjaan yang mampu meminimalkan nilai *Makespan* pada Perusahaan dengan menggunakan pola rantai produksi *flowshop*. Setelah dilakukan perhitungan baik menggunakan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dan *First Come First Serve* (FCFS) yang sebelumnya diterapkan di Perusahaan, diperoleh nilai *Makespan* 89,11 menit untuk *Campbell Dudek Smith* (CDS) dan 135,98 menit untuk metode *Come First Serve*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa solusi yang paling tepat bagi Perusahaan dalam mengatasi permasalahan tersebut adalah menerapkan *Campbell Dudek Smith* (CDS) sebagai metode dalam penjadwalan produksi.

Referensi kelima sehubungan dengan penelitian ini yang memiliki judul “Analisis Penjadwalan Produksi Dengan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS), PT. ISM TBK. Divisi Bogasari Flour Mills Jakarta” yang dilakukan oleh Purwati dan Santika Sari yang terpublikasi pada tahun 2020. Salah satu strategi yang dapat diterapkan untuk mengeliminasi perpanjangan waktu dalam penyelesaian produksi, yang mana dapat menyebabkan penurunan kuantitas produksi maka diperlukan penjadwalan dan alokasi penggunaan sumber daya perusahaan. Perusahaan membutuhkan metode penjadwalan yang optimal untuk memastikan keputusan dalam penjadwalan produksi dilakukan secara tepat, sehingga waktu penyelesaian produksi menjadi lebih singkat dan permintaan pelanggan dapat terpenuhi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mencegah perpanjangan waktu dalam penyelesaian produksi yang dapat berdampak penurunan kuantitas produksi. Dalam penelitian ini dibandingkan lima metode penjadwalan, yaitu *First Come First Serve* (FCFS), *Shortest Processing Time* (SPT), *Longest Processing Time* (LPT), *Earliest Due Date* (EDD) dan *Campbell Dudek Smith* (CDS). Nilai

Makespan yang dihasilkan sama sebesar 15.928.466,4 menit untuk ke empat metode lainnya, sedangkan nilai *makespain* yang dihasilkan dari metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) sebesar 2.576.807,5 menit. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa solusi untuk mengatasi permasalahan yang ada dapat diatasi dengan menerapkan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS).

Referensi keenam terkait atas penelitian ini yang berjudul “Usulan Penjadwalan *Job Machine* Seri Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) Untuk Meminimasi *Makespan* di UD. Wira Vulkanisir” yang dilakukan oleh Tengku Nurainun dan Wira Oktiadri yang terpublikasi pada tahun 2019. Disetiap bulannya memiliki nilai rata-rata keterlambatan perusahaan sebesar 10%-20%, hal ini merupakan masalah besar karena apabila tiap bulannya terdapat keterlambatan pengiriman barang, maka pelanggan akan merasa kurang puas terhadap pelayanan, hingga menyebabkan masalah pada keuangan Perusahaan. Perusahaan UD. Wira Vulkanisir menggunakan metode *Earliest Due Date* (EDD) artinya perusahaan memberikan prioritas pada pekerjaan yang memiliki batas waktu penyerahan paling awal. Namun ternyata metode ini kurang optimal dalam penerapannya, maka peneliti menerapkan metode lain yaitu *Campbell Dudek Smith* (CDS) untuk melakukan penjadwalan produk dengan tujuan untuk mempersingkat waktu produksi secara keseluruhan dan secara otomatis mengurangi persentase keterlambatan. Sebagai perbandingan dengan metode aktual dari Perusahaan yang menggunakan metode *Earliest Due Date* (EDD), maka dilakukan pendekatan menggunakan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS). Memperoleh hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) lebih kecil, yaitu 284,49 jam berbanding dengan metode *Earliest Due Date* (EDD) sebesar 306,78 jam. Hal ini memungkinkan percepatan produksi sebesar 5,6%, sehingga metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) menjadi alternatif yang potensial untuk diterapkan oleh perusahaan.

Referensi ketujuh terkait dengan penelitian ini yang berjudul “Penjadwalan Pekerjaan Yang Optimal Untuk Meminimasi Keterlambatan Pada Pt Mandiri Jogja Internasional”. Dilakukan oleh Mohamad Shaleh, Endang Widuri Asih dan Imam Sodikin yang terpublikasi pada tahun 2021. Pt Mandiri

Jogja Internasional selama ini sudah melakukan penjadwalan produksi melalui penerapan *First Come First Served* (FCFS), tetapi hasil yang diperoleh dari waktu penyelesaiannya tetap tinggi yang mana artinya melebihi tenggat waktu. Disebabkan oleh lamanya durasi waktu proses yang panjang disetiap pesanannya, sehingga tidak mampu menepati tenggat waktu. Sebagai pembandingan antara metode yang sudah diterapkan di perusahaan, peneliti memilih metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) agar dapat merancang penjadwalan yang optimal dan meminimalkan kemungkinan keterlambatan. Dengan mengaplikasikan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS), perencanaan pekerjaan terhadap aliran produksi dapat dioptimalkan. Berdasarkan hasil penelitian, dihasilkan nilai *makespan* 467,2 jam dengan nilai *mean flow* 385 jam serta tingkat utilitas sebesar 30,33% dari metode CDS. Sebagai perbandingannya yaitu *First Come First Served* (FCFS) yang sebelumnya diterapkan perusahaan memperoleh nilai *makespan* 469,2 jam dengan nilai *mean flow* sebesar 391,275 jam serta tingkat utilitas sebesar 29,97. Dari hasil tersebut, disimpulkan bahwa metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) jauh lebih efisien dan optimal dibandingkan dengan *First Come First Served* (FCFS) yang diterapkan sebelumnya. Oleh karena itu, solusi yang diusulkan adalah menerapkan *Campbell Dudek Smith* (CDS) yang bertujuan untuk membantu perusahaan meminimalkan nilai *Makespan* dan meningkatkan efisiensi proses produksi.

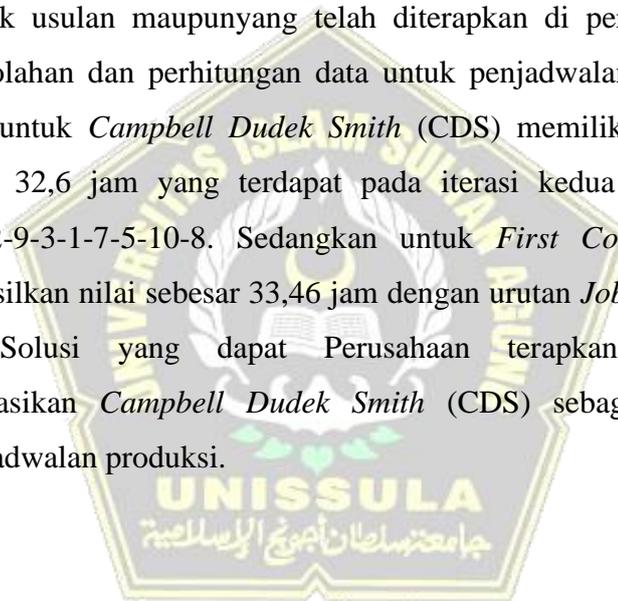
Referensi kedelapan terkait dengan penelitian ini yang berjudul “Analisa Penjadwalan Produksi Dengan Metode *Campbell Dudek Smith* Untuk Meminimasi *Makespan* di Cv. Am. Nanda Putra”. Dilakukan oleh Rafly Bachtiar Yusuf dan Enny Aryanny yang terpublikasi pada tahun 2022. Dalam proses produksinya, perusahaan menggunakan sistem proses produksi yang akan dilakukan ketika ada permintaan yang masuk dari konsumen atau bisa disebut dengan *make to order*. Dengan menerapkannya maka diperlukan pendekan produksi yang efektif agar mampu menyelesaikan permintaan yang sesuai dengan tenggat waktu. Namun pada proses produksi yang digunakan di Cv. Am. Nanda Putra menggunakan *First Come First Served* (FCFS). Metode ini diterapkan di perusahaan dengan tidak mempertimbangkan waktu proses secara optimal, sehingga mengakibatkan keterlambatan pengiriman barang. Untuk mengatasi

masalah tersebut, maka dilakukannya penelitian perhitungan penjadwalan produksi dengan membandingkan *Campbell Dudek Smith* (CDS) dengan *First Come First Served* (FCFS). Penelitian ini memiliki tujuan untuk meningkatkan efisiensi produksi optimal dengan meminimalkan nilai *Makespan*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa *First Come First Served* (FCFS) menghasilkan nilai *Makespan* 118,32 jam dengan urutan *Job* 1-2-3-4-5-6-7, sedangkan *Campbell Dudek Smith* (CDS) menghasilkan nilai *Makespan* 106,48 jam dengan urutan *Job* 4-5-6-7-3-1-2. Dengan demikian, metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) mampu menghemat 11,84 jam, yang setara 10,01%. Hal ini membuktikan bahwa *Campbell Dudek Smith* (CDS) lebih efektif serta optimal dibandingkan *First Come First Served* (FCFS) yang sebelumnya diterapkan oleh perusahaan.

Referensi kesembilan terkait dengan penelitian ini yang berjudul “Analisis Perencanaan Produksi Paving Dengan Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* Dan *Palmer* Di CV. Daya Patra Sentosa”. Dilakukan oleh Novia Dwi Susanti dan Endang Pudji Widjajati yang terpublikasi pada tahun 2023. Keterlambatan pengiriman produk menjadi masalah sering dihadapi oleh CV. Daya Patra Sentosa, karena belum menerapkan metode penjadwalan yang efektif. Selain itu produksi terbatas pada kemampuan mesin tunggal yang memproses semua tahapan secara bergantian. Penelitian ini bertujuan untuk menawarkan rekomendasi alternatif penjadwalan produksi guna mencapai jadwal produksi yang optimal serta mengurangi risiko keterlambatan dalam pengiriman barang. Ada tiga metode yang akan dibandingkan untuk perhitungan seperti *Campbell Dudek Smith* (CDS), *Palmer* dan *First Come First Served* (FCFS). Diantara ketiganya setelah dilakukan pengolahan data, hasilnya menunjukkan bahwa metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) menghasilkan nilai *makespan* terkecil 11953,9 menit, untuk *Palmer* menghasilkan nilai 12023 menit dan untuk metode *First Come First Served* (FCFS) memiliki nilai 12342,9 menit. Dapat dilihat bahwa *First Come First Served* (FCFS) yang diterapkan perusahaan sangat tidak efektif jika dibandingkan dengan *Campbell Dudek Smith* (CDS), karena hasil yang tertera memperlihatkan bahwa *Campbell Dudek Smith* (CDS) mampu menghasilkan

waktu yang lebih singkat, yakni 389 menit (3,15%) lebih cepat dibandingkan dengan jadwal yang ada di perusahaan.

Referensi kesepuluh terkait dengan penelitian ini yang berjudul “Penjadwalan Operasi Mesin Produksi Dengan Metode CDS (*Campbell Dudek Smith*) Di Pt Tjokro Bersaudara Balikpapanindo”. Dilakukan oleh Sadat N S. Sidabutar, Muh. Amin, dan Anggraini Putri yang terpublikasi pada tahun 2019. Seringnya terjadi keterlambatan produksi barang maupun banyak pekerjaan yang sering terlambat selesai menjadikan bukti bahwa metode yang diimplementasikan di Perusahaan tidak optimal dan efektif. Adanya ini peneliti ingin melakukan perhitungan yang menghasilkan nilai *makespan* terkecil dengan membandingkan dua metode baik usulan maupun yang telah diterapkan di perusahaan. Setelah dilakukan pengolahan dan perhitungan data untuk penjadwalan produksi, maka diperoleh hasil untuk *Campbell Dudek Smith* (CDS) memiliki nilai *makespan* terkecil sebesar 32,6 jam yang terdapat pada iterasi kedua dengan susunan pekerjaan 4-6-2-9-3-1-7-5-10-8. Sedangkan untuk *First Come First Served* (FCFS) menghasilkan nilai sebesar 33,46 jam dengan urutan *Job* 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10. Maka Solusi yang dapat Perusahaan terapkan yaitu dengan mengimplementasikan *Campbell Dudek Smith* (CDS) sebagai metode guna melakukan penjadwalan produksi.



Tabel 2. 1 Landasan Teori

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Sumber	Metode yang Digunakan	Permasalahan Penelitian	Solusi
1	(Hanafi et al., 2019)	<i>Production scheduling by implementing Campbell Dudek Smith (CDS) and Dannenbring methods: A PVC pipe green production case study</i>	<i>IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.</i> 343 012007	<i>Campbell Dudek Smith (CDS) dan Dannenbring</i>	Selama proses produks berlangsung, sering terjadi perencanaan produksi yang tidak efektif sehingga menyebabkan lead time yang lebih lama menyebabkan produksi tidak bisa dilakukan dalam jumlah masif.	Solusi yang dapat diterapkan di perusahaan untuk melakukan penjadwalan produksi agar memperoleh nilai <i>makespan</i> yang kecil yaitu dengan mengaplikasikan metode <i>campbell dudek smith (CDS)</i> karena mendapatkan total nilai <i>makespan</i> terkecil dibanding dengan metode <i>Dannenbring</i> .
2	(Anita, 2022)	Perbaikan Penjadwalan Dengan Algoritma Campbell Dudek Smith (CDS) Guna Mendapatkan Nilai <i>Makespan</i> Terkecil	Jurnal Ilmiah Teknik JUIT Vol 1 No. 2 Mei 2022 P-ISSN: 2828-6936 E-ISSN: 2828-6901, Page 165-174, Universitas Gunadarma	<i>Campbell Dudek Smith (CDS) dan First Come First Serve (FCFS)</i>	Permasalahan yang dihadapi oleh terjadi karena tidak bisa memenuhi pesanan yang diminta pelanggan disebabkan tidak terpenuhinya target produksi.	Upaya yang dapat sarankan bagi perusahaan yaitu dengan mengimplementasikan metode <i>campbell dudek smith (CDS)</i> untuk mengadakan penjadwalan, karena dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa metode tersebut dapat menghasilkan nilai <i>Makespan</i> terkecil yaitu 1,17 menit dibanding dengan metode perusahaan yang dimplementasikan yaitu <i>First Come First Serve (FCFS)</i> memiliki nilai <i>Makespan</i> 1,25 menit.

Tabel 2. 2 Lanjutan Landasan Teori

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Sumber	Metode yang Digunakan	Permasalahan Penelitian	Solusi
3	(Yovinda & Ahmad, 2022)	Optimasi Penjadwalan Produksi Sanjai Rina Menggunakan Algoritma Campbell Dudek Smith	Journal Of Mathematics UNP Vol. 7, No. 1, Maret 2022, pp. 1~8 P-ISSN: 2355-1658 / E-ISSN: 2807-346	<i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS)	Usaha kerupuk ini kerap kali menghadapi masalah keterlambatan pengiriman dikarenakan waktu produksi karena proses produksi telah memakan waktu serta batas waktu pengiriman ditentukan berdasarkan pada perkiraan, tanpa adanya data yang akurat. Sedangkan jumlah permintaan tiap tahunnya meningkat, apabila tidak dilakukan perubahan maka akan menyebabkan daya beli yang menurun karena pelanggan tidak puas dengan pelayanan.	Solusi yang dapat digunakan yaitu dengan implementasi <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) diperoleh nilai <i>Makespannya</i> yaitu 375,26 jam, memiliki rutan penjadwalan produk yaitu 4-8-3-1-2-6-7-5, yang mana memiliki selisih waktu lebih kecil 60,62 jam.
4	(Ananda Viliandini & Yuliawati, 2022)	Penjadwalan Produksi dengan Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) untuk Meminimumkan Total Waktu Produksi (<i>Makespan</i>)	SENIATI 2022, ISSN: 2085-4218, Intitut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Malang 13 Juli 2022	<i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) dan <i>First Come First Serve</i> (FCFS)	Dalam memenuhi permintaan konsumen secara tepat waktu, Perusahaan sering kali mengalami keterlambatan pengiriman barang.	Guna menuntaskan persoalan ini, metode <i>Campbell Dudek Smith</i> diimplementasikan, karena terbukti nilai akhir dari pengolahan tersebut menghasilkan nilai <i>makespan</i> terendah sebesar 89,11menit dan memiliki selisih dengan metode pendekatan <i>First Come First Serve</i> (FCFS) sebesar 50,27nmenit.

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Sumber	Metode yang Digunakan	Permasalahan Penelitian	Solusi
5	(Purwati & Sari, 2020)	Analisis Penjadwalan Produksi Dengan Metode Campbell Dudek Smith (CDS), PT. ISM TBK. Divisi Bogasari Flour Mills Jakarta	Jurnal OPSI, Vol 13 No. 2 Desember 2020, ISSN 1693-2102 (print), 2686-2352 (online)	<i>Campbell Dudek Smith (CDS)</i> , <i>First Come First Serve (FCFS)</i> , <i>Shortest Processing Time (SPT)</i> , <i>Longest Processing Time (LPT)</i> , dan <i>Earliest Due Date (EDD)</i>	Mencegah terjadinya perpanjangan waktu dalam proses produksi yang pada akhirnya bisa mengurangi jumlah produksi.	Dari kelima metode pendekatan yang telah diimplementasikan, metode pendekatan <i>Campbell Dudek Smith (CDS)</i> menadikan metode paling efektif unruk menghasilkan waktu proses produksi terpendek, dengan nilai 2,576,807.5 menit serta hasil total <i>flowtime</i> dari keseluruhan proses tercatat 21,665,932 menit.
6	(Nurainun & Oktiantri, 2019)	Usulan Penjadwalan <i>Job Machine</i> Seri Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) Untuk Meminimasi <i>Makespan</i> di UD. Wira Vulkanisir	Jurnal Energi dan Manufaktur Vol. 12 No. 2, Oktober 2019 (62-68)	<i>Campbell Dudek Smith (CDS)</i> dan <i>Earliest Due Date (EDD)</i>	Perusahaan sering menghadapi keterlambatan dalam pengiriman barang kepada konsumen akibat penerapan metode <i>Earliest Due Date (EDD)</i> , di mana perusahaan memberikan prioritas pada pekerjaan yang memiliki tanggal batas penyerahan terawal.	Ketika membandingkan metode <i>Campbell Dudek Smith (CDS)</i> dengan <i>Earliest Due Date (EDD)</i> , keduanya mendapatkan selisih hasil <i>Makespan</i> yaitu 22,29 menit, dimana nilai <i>Makespan</i> untuk <i>Campbell Dudek Smith (CDS)</i> adalah 284,49 jam, sedangkan untuk <i>Earliest Due Date (EDD)</i> adalah 306,78 jam. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan metode pendekatan <i>Campbell Dudek Smith (CDS)</i> dapat mempercepat kegiatan proses produksi hingga mencapai 5,6%.

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Sumber	Metode yang Digunakan	Permasalahan Penelitian	Solusi
7	(Sholeh et al., 2021)	PENJADWALAN PEKERJAAN YANG OPTIMAL UNTUK MEMINIMASI KETERLAMBATAN PADA PT MANDIRI JOGJA INTERNASIONAL	Jurnal REKAVASI, Vol. 9, No. 1, Mei 2021, hal 35-42. ISSN: 2338-7750	<i>Campbell Dudek Smith (CDS)</i> dan <i>First Come First Serve (FCFS)</i>	Nilai <i>Makespan</i> yang masih tinggi menyebabkan waktu penyelesaian melebihi due date yang disepakati.	Melalui penerapan metode pendekatan <i>Campbell Dudek Smith (CDS)</i> dihasilkan bahwa nilai total <i>makespan</i> yang didapatkan 467,2 jam, dengan nilai <i>mean flow time</i> yang terhitung sebanyak 385 jam, lalu nilai utilitas sebesar 30,33%, serta nilai rata-rata keterlambatan sebanyak 0,75 hari. Berdasarkan hasil tersebut, disimpulkan metode pendekatan <i>Campbell Dudek Smith (CDS)</i> terbukti menjadi metode terbaik yang dapat diterapkan pada perusahaan.
8	(Yusuf & Aryanny, 2022)	Analisa Penjadwalan Produksi Dengan Metode Campbell Dudek Smith Untuk Meminimasi <i>Makespan</i> Di Cv. Am.Nanda Putra	Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia Universitas Pembangunan Nasional "Veterab" Jawa Timur Vol. 1 No.11 September 2022	<i>Campbell Dudek Smith (CDS)</i> dan <i>First Come First Serve (FCFS)</i>	Waktu proses yang tidak efisien menyebabkan terjadinya penundaan terhadap stasiun kerja, situasi ini mengakibatkan total waktu proses selama pengerjaan pekerja memiliki nilai besar.	Solusi yang dapat untuk menghadapi permasalahan pada perusahaan adalah dengan mengimplementasikan metode <i>Campbell Dudek Smith (CDS)</i> , karena dengan hasil perhitungan memperoleh nilai <i>makespan</i> 106,48 jam sedangkan jika menggunakan metode yang diterapkan pada perusahaan yaitu dengan metode pendekatan <i>First Come First Serve (FCFS)</i>

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Sumber	Metode yang Digunakan	Permasalahan Penelitian	Solusi
						menghasilkan nilai <i>makespan</i> sebesar 118,32 jam yang mana lebih besar dan terbukti tidak efisien.
9	(Dwi Susanti & Pudji Widjajati, 2023)	Analisis Perencanaan Produksi Paving Dengan Menggunakan Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> Dan <i>Palmer</i> Di CV. Daya Patra Sentosa	Jurnal Teknik Industri, Elektro Dan Informatika (JTMEI), Vol.2, No.2 Juni 2023. e-ISSN: 2963-7805; p-ISSN: 2963-8208, Hal 108-121	<i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) dan <i>Palmer</i>	Akibat variasi produk yang diproduksi secara bergantian di mesin yang sama mengakibatkan pengiriman menjadi terlambat, selain itu proses produksinya hanya didasarkan pada perkiraan tanpa didukung data yang akurat.	Permasalahan keterlambatan pengiriman produk bisa diatasi dengan mengimplementasikan metode pendekatan <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) dibanding <i>Palmer</i> , karena diperoleh nilai total <i>makespan</i> terkecil sebesar 11953,9 menit yang artinya dapat menghemat waktu sebesar 389 menit (3,15).
10	(S Sidabutar et al., 2019)	Penjadwalan Operasi Mesin Produksi Dengan Metode Cds (<i>Campbell Dudek Smith</i>) Di Pt Tjokro Bersaudara Balikpapanindo	PROTON, Vol. 11 No. 2 /Hal. 53-61	<i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) dan <i>First Come First Serve</i> (FCFS)	Adanya keluhan pelanggan akibat keterlambatan pengiriman pesanan oleh perusahaan, yang pada akhirnya menurunkan tingkat kepuasan pelanggan.	Perusahaan dapat menerapkan metode pendekatan <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) karena menghasilkan nilai total <i>makespan</i> terkecil dibanding metode pendekatan <i>First Come First Serve</i> (FCFS), dengan nilai sebesar 1956 menit pada iterasi pertama

Berdasarkan tinjauan literatur yang dijadikan referensi pada penelitian ini, disebutkan bahwa permasalahan penjadwalan produksi *flowshop* dapat diatasi dengan mengimplementasikan beberapa metode seperti metode: *Campbell Dudek Smith* (CDS), *First Come First Serve* (FCFS), *Palmer*, *Shortest Processing Time* (SPT) dan *Dannenberg*.

Sebelum menetapkan metode mana yang paling sesuai untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan di CV. Syam's Indonesian Handicraft, diperlukan analisis perbandingan terhadap ketujuh metode yang tersedia. Hal ini dimaksudkan untuk menetapkan metode yang paling optimal dalam menyelesaikan masalah penjadwalan produksi yang dihadapi.

Tabel 2. 3 Perbandingan Metode

Metode	Keterangan
<i>Campbell Dudek Smith</i>	Dapat membandingkan masing-masing waktu proses dihasilkan dari beberapa pilihan urutan pekerjaan, supaya memperoleh nilai <i>makespan</i> terkecil.
<i>Palmer</i>	Indeks prioritas menjadi prioritas dasar untuk mengurutkan pekerjaan dan perhitungan yang mudah hanya bisa menghasilkan satu pilihan urutan pekerjaan.
<i>Dannenbering</i>	Waktu proses rata-rata yang lebih kecil dan seimbang akan mendapatkan prioritas lebih tinggi yang bertujuan mengurangi waktu menganggur mesin.
<i>First Come First Serve</i>	Setiap <i>Job</i> dilakukan berdasar pada urutan kedatangan tanpa mempertimbangkan hal lain.
<i>Shortest Processing Time</i>	Proses pengerjaan yang memiliki waktu pengerjaan tersingkat akan dijadikan prioritas awal.

Dari penjelasan tiap metode diatas, maka *Campbell Dudek Smith* (CDS) dapat diimplementasikan dalam penanganan permasalahan pada CV. Syam's Indonesian Handicraft. Hal tersebut didasarkan dengan beberapa pertimbangan seperti, metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dalam menyelesaikan.

2.2 Landasan Teori

Berikut ini diuraikan landasan teoretis yang akan menjadi dasar bagi penelitian yang dijalankan.

2.2.1 Penjadwalan Produksi

Penjadwalan merupakan proses penempatan sumber daya yang terbatas guna menyelesaikan *Job* tertentu. Dalam penjadwalan, operasi yang perlu dilakukan pada mesin menjadi aspek utama. Sementara itu, pekerjaan merupakan serangkaian operasi yang saling berkaitan. Input dalam proses penjadwalan meliputi urutan ketergantungan antara setiap operasi, waktu yang diperlukan untuk setiap operasi, serta fasilitas untuk melaksanakan masing-masing operasi (Noegroho, 2019). Penjadwalan memegang peran signifikan dalam dunia manufaktur dan industri jasa karena berfungsi sebagai proses pengambilan keputusan yang mendukung kelancaran operasional (Utomo, 2019) pada (Annisya & Saifudin, 2020)

Salah satu tantangan utama dalam menjalankan sistem produksi adalah mengelola serta menjadwalkan *Job* secara efisien, sehingga pesanan yang diterima dapat dipenuhi sesuai kesepakatan sekaligus mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Penjadwalan produksi yang terstruktur dan terencana merupakan salah satu pendekatan untuk mencapai tujuan tersebut. Penjadwalan yang efektif terjadi ketika sumber daya yang tersedia dapat dioptimalkan penggunaannya. Perusahaan perlu memperhatikan waktu penyelesaian produk yang dibutuhkan, karena penundaan produksi dapat mengakibatkan keterlambatan pengiriman yang mana akan mengurangi loyalitas pelanggan. Namun, jika produksi selesai lebih awal dari jadwal yang ditetapkan, biaya penyimpanan akan meningkat. Dalam situasi yang semakin kompetitif, efektivitas dan kualitas penjadwalan produksi menjadi sangat penting untuk memenuhi permintaan, sehingga dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan.

2.2.2 Tujuan Penjadwalan

Implementasi penjadwalan dilakukan untuk mengurangi risiko keterlambatan dalam pemenuhan tenggat waktu, khususnya yang berkaitan dengan kewajiban kepada pelanggan. Adanya Peningkatan kinerja mesin, waktu

menganggur (*idle time*) yang dapat dikurangi, akan memungkinkan perusahaan untuk mengurangi biaya produksi. Penjadwalan yang lebih efisien juga berkontribusi pada peningkatan kualitas layanan perusahaan. Apabila tujuan ini berhasil dicapai, perusahaan dapat meningkatkan kepuasan pelanggan secara signifikan (Nugroho & Ekoanindiyo, 2017). Selain itu, penjadwalan bertujuan untuk memaksimalkan penggunaan fasilitas, tenaga kerja, dan peralatan secara efisien. Serta mengurangi waktu proses, mengurangi waktu tunggu pelanggan, dan menurunkan tingkat persediaan barang. Dalam menyusun penjadwalan, berbagai keterbatasan yang tersedia perlu diperhatikan. Penjadwalan yang efektif dapat menghasilkan dampak positif, seperti pengurangan biaya operasional serta waktu pengiriman, yang pada gilirannya akan meningkatkan kepuasan dari pihak pelanggan (Maylina et al., 2018).

2.2.3 Istilah Penjadwalan

Menurut Sidabutar et al. (2019) dalam (Dwi Susanti & Pudji Widjajati, 2023) berikut ini disajikan terminologi yang umum digunakan dalam konteks penjadwalan produksi:

1. *Processing Time*: Penentuan perkiraan waktu yang diperlukan untuk penyelesaian suatu pekerjaan.
2. *Makespan*: Periode waktu yang diestimasi untuk menyelesaikan keseluruhan tugas atau pekerjaan yang dimaksud.
3. *Due Date*: Waktu akhir yang telah ditetapkan untuk menyerahkan produk.
4. *Completion Time*: Rentang durasi waktu yang terhitung dari mulainya suatu tugas hingga selesai.
5. *Lateness*: Penyimpangan antara waktu jatuh tempo dan waktu penyelesaian dari suatu aktivitas.
6. *Tardiness*: Indikasi keterlambatan pekerjaan. Nilai positif menunjukkan keterlambatan, sedangkan nilai negatif menunjukkan penyelesaian di awal.
7. *Early*: Indikator waktu penyelesaian tugas yang menunjukkan bahwa pekerjaan diselesaikan lebih awal dari batas waktu yang ditetapkan.
8. *Flow Time*: Interval durasi antara pekerjaan yang siap untuk dimulai dan pekerjaan yang telah diselesaikan.

9. *Slack*: Sisa waktu yang tersedia antara tenggat waktu yang ditetapkan dengan waktu penyelesaian pekerjaan.
10. *Ready Time*: Mengindikasikan kapan tugas dapat dimulai atau siap untuk dijadwalkan.

Istilah-istilah tersebut digunakan untuk membantu dalam perencanaan dan pengelolaan penjadwalan produksi supaya proses dapat berjalan lebih efisien serta sesuai dengan target yang ditentukan.

2.2.4 Jenis Penjadwalan

Jenis penjadwalan produksi sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut ini:

- a) Jumlah pekerjaan yang akan direncanakan untuk dijadwalkan.
- b) Jumlah mesin yang dapat diakses untuk digunakan.
- c) Parameter keberhasilan dalam implementasi penjadwalan.
- d) Metode yang digunakan untuk kedatangan pekerjaan.
- e) Variasi aliran proses dalam produksi.

Total pekerjaan yang direncanakan bisa berkisar dari 1,2,3, hingga n -*Job*, begitu juga dengan jumlah mesin yang diakses. Terdapat beberapa kriteria keberhasilan yang dapat diukur dalam pelaksanaan penjadwalan: (Nasution, 1999) pada (Imannudin & Mustofa, n.d.)

- a) Rata-rata durasi aliran proses (*Mean Flow Time*)
- b) *Makespan*, yaitu indikator yang menunjukkan total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh rangkaian tugas.
- c) Rata-rata waktu terlambat yang terjadi dalam proses penyelesaian pekerjaan. (*Mean Tardiness*)
- d) Jumlah *Job* yang tidak selesai tepat waktu.
- e) Jumlah mesin yang tidak beroperasi.
- f) Jumlah stok yang tersedia.

2.2.5 Klasifikasi Penjadwalan

Menurut (Conway, 2001) pada (S Sidabutar et al., 2019) Permasalahan dalam penjadwalan produksi dapat dikategorikan berdasarkan sejumlah faktor, yang diuraikan sebagai berikut:

- 1) Pengelompokan jumlah mesin dilakukan menjadi dua bagian, didasarkan pada jumlah mesin yang digunakan dalam tahapan produksi, yaitu:
 - a. Penjadwalan yang diterapkan pada mesin satu.
 - b. Penjadwalan yang diterapkan pada mesin ganda.
- 2) Klasifikasi pola kedatangan pekerjaan menjadi dua kategori didasarkan pada karakteristik pola kedatangan, yaitu:
 - a. Penjadwalan statis, yang didefinisikan sebagai kondisi di mana semua pekerjaan tersedia secara serentak dan dapat langsung dioperasikan pada mesin-mesin yang tidak sedang menjalankan tugas.
 - b. Penjadwalan dinamis, di mana *Job* datang tanpa pola tertentu selama proses penjadwalan berlangsung.
- 3) Sistem informasi, yang terklasifikasi menjadi dua bagian yaitu:
 - a. Informasi yang dapat diprediksi dengan akurat (deterministik).
 - b. Informasi yang mengandung unsur ketidakpastian (stokastik).

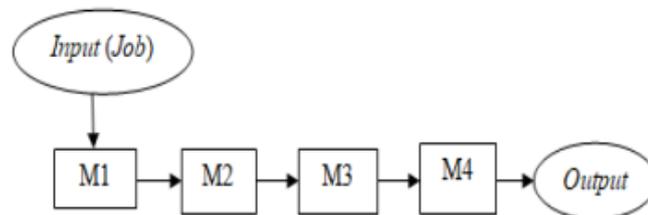
Rincian informasi yang diperlukan mencakup atribut tugas, seperti waktu kedatangan, batas waktu, prioritas antar tugas, jumlah operasi, dan lama proses setiap operasi. Di samping itu, karakteristik mesin, termasuk jumlah unit, kapasitas, fleksibilitas, dan efisiensi penggunaan yang mungkin berbeda untuk setiap tugas, juga menjadi bagian dari informasi yang di perlukan.

(Muhammad & Wulan, 2017)⁴ Dalam (Muhammad & Wulan, 2017) aliran produksi merujuk pada sebuah kerangka kerja yang mengelompokkan proses aliran, terdapat beberapa aliran proses seperti :

- a. Aliran Proses Tipe *Flow Shop*, yaitu Sebuah lini produksi yang menerapkan urutan proses identik pada setiap komponen produk, dari bahan mentah hingga produk jadi. Oleh karena itu, setiap pekerjaan yang telah dikerjakan di mesin tertentu dan kemudian dikerjakan di mesin

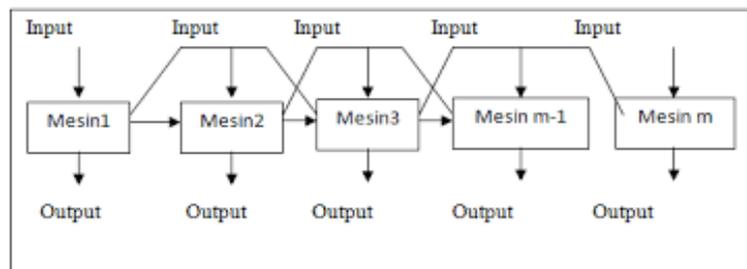
lainnya tidak dapat dikerjakan lagi di mesin yang sudah dilewati sebelumnya.

b. *Pure Flowshop*. Pola aliran prosesnya tidak berbeda, di mana setiap pekerjaan harus melewati semua mesin yang terlibat dalam proses produksi, dari proses yang dimulai dari awal hingga selesai, sesuai urutan yang ditentukan.



Gambar 2. 1 Pola Aliran *Pure Flowshop*

c. *General Flowshop*. Pola aliran prosesnya acak alias tidak mengikuti pola tetap, di mana setiap pekerjaan tidak selalu melewati semua mesin yang beroperasi.



Gambar 2. 2 Pola Aliran *General Flowshop*

Proses *flowshop* dapat disajikan dalam tabel berikut ini:

Mesin \ Job	A	B	C
1	M1	M2	M3
2	M1	M2	M3
3	M1	M2	M3

Gambar 2. 3 Gambar Tabel *Flow Shop*

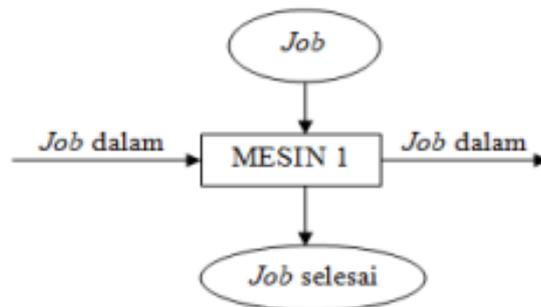
Keterangan:

M1 = Waktu yang diperlukan untuk tahap pertama dari pekerjaan di mesin A.

M2 = Waktu yang diperlukan untuk tahap pertama dari pekerjaan di mesin B.

M3 = Waktu yang diperlukan untuk tahap pertama dari pekerjaan di mesin C.

d. Aliran Proses Tipe *Job Shop*, setiap pekerjaan dipindahkan antar mesin dengan pola yang tidak teratur. Karena setiap pekerjaan dapat memiliki urutan mesin yang bervariasi, hal ini memfasilitasi setiap stasiun kerja dalam memproses berbagai item yang berbeda. Artinya, pekerjaan dapat dikerjakan berulang kali di mesin yang sama.



Gambar 2. 4 Pola Aliran *Job Shop*

Gambar berikut menyajikan contoh proses yang terjadi dalam *Job shop*

Job \ Mesin	A	B	C
	1	M1	M2
2	M1	M2	M3
3	M1	M2	M3

Gambar 2. 5 Gambar Tabel *Job Shop*

2.2.6 Aturan Prioritas

Aturan prioritas digunakan untuk menentukan *Job* mana yang harus dikerjakan pertama. Selain itu dapat membantu mengurangi waktu akhir, total jumlah sistem pekerjaan serta penundaan kerja sehingga fasilitas dapat digunakan semaksimal mungkin. Menurut (Ervil et al., 2018) dalam menentukan aturan prioritas terdapat beberapa cara:

1. FCFS (*First Come First Served*) Metode penyelesaian produksi yang mengutamakan pesanan berdasarkan urutan kedatangan, dengan pesanan yang datang lebih awal dikerjakan terlebih dahulu.
2. EDD (*Earliest Due Date*) Metode ini mengaplikasikan urutan penyelesaian proses produksi berdasarkan tenggat waktu produk, di mana prioritas diberikan kepada produk dengan batas waktu terdekat.
3. SPT (*Shortest Processing Time*) Teknik pengurutan waktu penyelesaian produksi ini didasarkan pada durasi proses, dengan pengurutan berdasarkan durasi proses yang paling minimal.
4. LPT (*Longest Processing Time*) Teknik pengurutan waktu penyelesaian produksi ini didasarkan pada durasi proses, dengan pengurutan berdasarkan durasi proses yang paling maksimal.
5. LS (*Least Slack*) Metode ini mengaplikasikan urutan penyelesaian proses produksi berdasarkan sisa waktu yang tersedia, di mana prioritas diberikan kepada proses dengan waktu longgar terkecil atau nol. "Waktu Longgar" dihitung sebagai perbedaan antara batas waktu akhir dan waktu proses.

2.2.7 Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja adalah upaya guna menghitung jumlah pekerjaan yang harus diselesaikan oleh pegawai terlatih dengan kecepatan standar. Dalam upaya meningkatkan efisiensi kerja pegawai, baik dari segi waktu maupun tenaga, dilakukan penelitian dengan tujuan menetapkan standar waktu, waktu henti, dan standar produksi perusahaan, agar hasil produksi dapat lebih optimal. (Alfaruqi, 2015)

Pada umumnya, untuk mengukur durasi kerja dan menentukan waktu proses yang akurat, diperlukan pelaksanaan uji kecukupan data dan uji keseragaman data, yang akan diuraikan sebagai berikut.

1. Uji Kecukupan Data

Verifikasi 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. Proses pengambilan data sampel yang mencukupi akan memastikan bahwa siklus kerja yang diobservasi merefleksikan data waktu yang sebenarnya dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi. Penentuan total jumlah pengamatan yang diperlukan selama kegiatan penelitian atau waktu pengawasan (*watch time study*) dalam metode yang telah digunakan, dilakukan dengan perhitungan tingkat kepercayaan dan implementasi tingkat akurasi yang merupakan komponen penting. Batas penyimpangan maksimum antara hasil pengukuran dan waktu penyelesaian aktual ditunjukkan oleh derajat ketelitian, sementara tingkat kepercayaan mengukur tingkat keyakinan pengukur terhadap keakuratan data waktu yang telah dikumpulkan. Oleh karena itu, derajat ketelitian dan tingkat kepercayaan merepresentasikan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur ketika memutuskan untuk membatasi jumlah pengukuran yang dilakukan. Wignjosoebroto (1995) dikutip dalam (Sokhibi, 2017), Penilaian kecukupan data dilakukan dengan mengaplikasikan formula berikut:

$$N' = \left(\frac{k \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (1)$$

Keterangan:

N' = Jumlah data yang diperoleh berdasarkan perhitungan teoretis.

k = Tingkat keyakinan

$\rightarrow k = 99\% \approx 3$

$= 95\% \approx 2$

s = Tingkat Keakuratan

N = Jumlah data yang dikumpulkan melalui pengamatan

x = Data yang digunakan untuk pengamatan

Apabila diperoleh $N' \leq N$ data dinyatakan cukup. Sebaliknya apabila $N' > N$ dinyatakan tidak cukup dan perlu adanya data tambahan.

2. Uji Keseragaman Data

Prosedur uji keseragaman 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 keseragaman terlebih dahulu. Digunakan untuk mendeteksi variasi data yang signifikan dari nilai rata-rata, baik yang berada di atas maupun di bawah nilai tersebut. Evaluasi keseragaman data secara visual dilakukan dengan menggunakan pendekatan yang ringkas dan cepat, yaitu dengan memanfaatkan data yang tersedia dan mengidentifikasi data yang menyimpang. Data yang tidak biasa adalah data yang sangat berkisar di luar rata-ratanya, bisa dilihat dalam peta control yang mana data tersebut keluar dari batas kendali atas atau bawah. Data yang dianggap tidak biasa akan dikurangi dan tidak akan diperhitungkan dalam analisis selanjutnya. (Wignjosoebroto, 1995) dalam (Sokhibi, 2017). Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB) dapat dikalkulasi menggunakan formula berikut:

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{x} + k\sigma \text{ dan } \text{BKB} = \bar{x} - k\sigma \\ \sigma &= \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N-1}} \end{aligned} \quad (2)$$

Keterangan:

- \bar{x} = Nilai rerata yang dihitung berdasarkan pengukuran.
- k = Parameter konstan tingkat keyakinan $\rightarrow k = 99\% \approx 3$
 $= 95\% \approx 2$
 $= 68\% \approx 1$
- σ = Standar deviasi
- N = Jumlah data yang diamati

2.2.8 Metode Campbell Dudek Smith (CDS)

Pengembangan algoritma *Jhonson* merupakan turunan dari metode *Campbell Dudek Smith*. Setiap mesin mengikuti serangkain proses yang ada di

sebut dengan *Flowshop*. Untuk mendapatkan nilai *Makespan* yang paling kecil maka diperlukan dilakukannya penjadwalan.

Teknik CDS 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. Implementasi algoritma CDS melibatkan tahapan-tahapan perhitungan sebagai berikut:

1. Tentukan pilihan pada item yang paling depan atau pertama ($k = 1$). Hal ini ditujukan untuk seluruh pekerjaan yang tersedia, kemudian temukan nilai t^k dan t^k pada bagian waktu proses yang ada di mesin urutan awal dari kedua.
2. Apabila pada mesin pertama ditemukannya waktu minimum, contohnya $t_{i,1}$, maka tugas ditempatkan di bagian awal jadwal. Bilamana durasi pengerjaan minimum terdapat di mesin kedua, misalnya $t_{i,2}$, penempatan tugas dilakukan di urutan paling belakang jadwal.
3. Mengalihkan beberapa tugas tersebut dari daftar lalu diurutkan. Jumlah waktu keseluruhan $t_{1,1}$ yaitu waktu yang diperlukan untuk pekerjaan pertama pada mesin 1. Jumlah total waktu keseluruhan $t_{1,1}$ diperoleh dari $t_{1,1} + t_{1,2}$. Jumlah waktu keseluruhan $t_{2,1}$ yaitu $t_{1,1} + t_{2,1}$. Jumlah waktu keseluruhan $t_{2,2}$ yaitu maksimal $\{t_{1,2} + t_{2,1}\} + t_{1,1} + t_{2,2}$ dan seterusnya. Ketika pekerjaan masih ada sisa, maka langkah awal harus diulang. Namun apabila semua pekerjaan telah selesai, maka proses pengurutan telah berakhir.

2.2.9 Waktu Proses

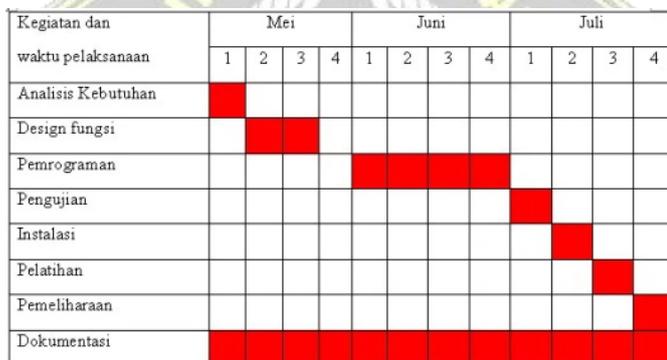
Waktu proses merupakan salah satu aspek penting dalam sebuah penelitian yang mencakup durasi serta tahapan yang diperlukan dalam pelaksanaan studi. Waktu yang dibutuhkan dalam penelitian ini disesuaikan dengan ketersediaan data, dengan perencanaan waktu yang baik diharapkan seluruh tahapan penelitian dapat berjalan secara sistematis dan menghasilkan data yang valid serta relevan.

Menurut Bedworth (1987) dalam Ginting (2009) yang dikutip oleh (Ekoanindiyo, 2012) pengertian dari waktu proses sendiri ialah durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu tugas dalam pelaksanaannya.

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.

2.2.10 Gantt Chart

Gantt chart merupakan alat yang berguna untuk mengerjakan proyek untuk tim kecil, yang mana proyeknya mendekati penyelesaian dan beberapa masalah. Memiliki fungsi sebagai perencanaan, penjadwalan dan pemantauan kemajuan proyek serta menentukan lamanya waktu pekerjaan terhadap pengingkaran waktu. Contoh dari bagan *gant chart* sebagai berikut:



Gambar 2. 6 Gant Chart

2.3 Hipotesis dan Kerangka Teoritis

Berikut ini merupakan hipotesa dan kerangka yang diterapkan pada penelitian sebagai berikut :

2.3.1 Hipotesis

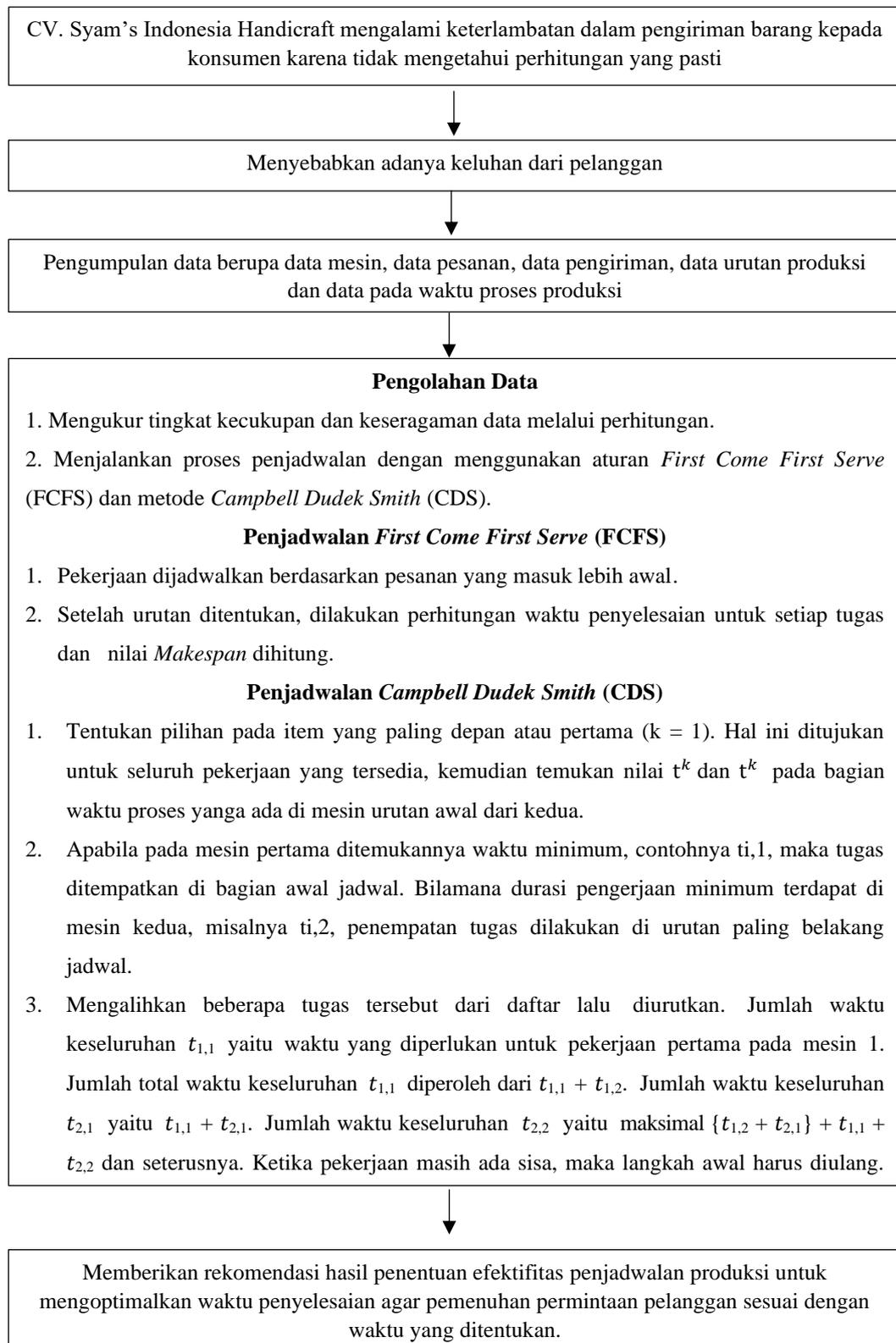
Sistem penjadwalan pada CV. Syam's Indonesian Handicraft menggunakan metode produksi *make to order* dengan aturan *First Come First Served*. Dalam situasi ini perusahaan kerap kali mengalami penundaan pengiriman barang yang disebabkan karena terlambat dari waktu yang ditentukan, yang mana menimbulkan keluhan dari pelanggan. Masalah tersebut disebabkan karena

penjadwalan yang diterapkan pada perusahaan belum optimal dan efisien, selain itu hanya melakukan perhitungan perkiraan. Dari permasalahan tersebut maka diperlukan adanya penyusunan dan perhitungan dalam penjadwalan produksi bertujuan untuk menciptakan jadwal yang efektif, sehingga pengiriman barang tidak mengalami keterlambatan.

Pendekatan *Campbell Dudek Smith* (CDS) adalah cara terbaik untuk melakukan perhitungan penjadwalan untuk menghasilkan jadwal yang efektif, menurut banyak referensi jurnal nasional. Melalui metode pendekatan CDS ini yang mana akan menghasilkan nilai total, hal ini memungkinkan untuk menghitung durasi total proses produksi yang dapat ditentukan, dan berbagai opsi urutan kerja dapat diidentifikasi. Dengan tersedianya beberapa pilihan opsi rangkaian pekerjaan, perusahaan dapat memilih rangkaian pekerjaan yang memiliki nilai rentang terkecil untuk mencapai tujuan penjadwalan yang efektif.

2.3.2 Kerangka Teoritis

Sasaran dari kerangka teoritis yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk mewujudkan penjadwalan produksi yang efisien, sehingga dapat meminimalkan keterlambatan pengiriman barang melalui analisis perencanaan produksi yang dilakukan perusahaan. Adanya tujuan dari penelitian ini adalah untuk membantu perusahaan dalam penentuan metode pendekatan penjadwalan produksi yang berefektif dan optimal, guna menjamin pengiriman barang yang tepat waktu dan mengurangi potensi keluhan pelanggan.



Gambar 2. 7 Kerangka Teoritis

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Tahap ini difokuskan pada pengumpulan data yang relevan untuk penelitian. Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah:

a. Data Primer

Data primer yang dikumpulkan secara langsung dari sumber utama tanpa perantara, mencakup hasil observasi fisik, pendapat individu atau kelompok, serta hasil pengujian. Dalam penelitian ini data primer dikumpulkan melalui wawancara dengan pihak-pihak yang kompeten di CV. Syam's Handicraft Indonesia.

b. Data Sekunder

Informasi yang didapatkan peneliti tanpa observasi langsung disebut data sekunder. Umumnya, data ini berupa dokumen, file, arsip, atau catatan perusahaan. Data ini dikumpulkan melalui dokumentasi yang dimiliki perusahaan, yang mencakup:

- a) Data jumlah pesanan pada bulan November- Desember
- b) Profil dan sejarah perusahaan
- c) Data waktu kerja

3.2 Teknik Pengumpulan Data

a. Observasi

Dalam hal ini, data dikumpulkan dengan menyaksikan proses produksi secara langsung.

b. Wawancara

Wawancara adalah pendekatan pengumpulan data yang melibatkan berbicara atau mengajukan pertanyaan spesifik dari individu yang terlibat dalam penelitian perusahaan dalam rangka memperoleh informasi atau penjelasan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah.

c. Studi Pustaka

Penelitian ini didukung oleh studi pustaka, yaitu proses pencarian dan penelaahan referensi dari berbagai sumber, termasuk buku, jurnal, dan artikel ilmiah, untuk membantu menyelesaikan masalah yang diteliti..

d. Studi Literatur

Studi Literatur yaitu melakukan evaluasi terhadap referensi-referensi untuk mendukung proses penelitian. Referensi ini diperoleh dari penelitian terdahulu yang pernah dilakukan oleh peneliti – peneliti dari berbagai sumber seperti proceeding atau hasil dari jurnal.

3.3 Pengujian Hipotesa

Hipotesesa adalah pernyataan atau dugaan yang belum terverifikasi dan memerlukan penelitian lebih lanjut. Penelitian ini mengajukan hipotesis bahwa perhitungan waktu proses setiap pekerjaan pada berbagai mesin akan memungkinkan penentuan jadwal produksi yang paling efisien. Ini bertujuan untuk memastikan bahwa permintaan konsumen dapat dipenuhi sesuai tenggat waktu dan untuk merencanakan durasi produksi barang agar sesuai dengan batas waktu yang ditetapkan dan mencegah keterlambatan pengiriman.

3.4 Metode Analisis

Tahap ini melibatkan analisis hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Dimulai dari data yang diolah hingga mencapai hasil perbaikan masalah. Setelah melakukan pengumpulan dan pengolahan data, selanjutnya analisis dilakukan terhadap data yang telah diolah. Analisis yang dilakukan yaitu analisis terhadap *Campbell Dudek Smith (CDS)*.

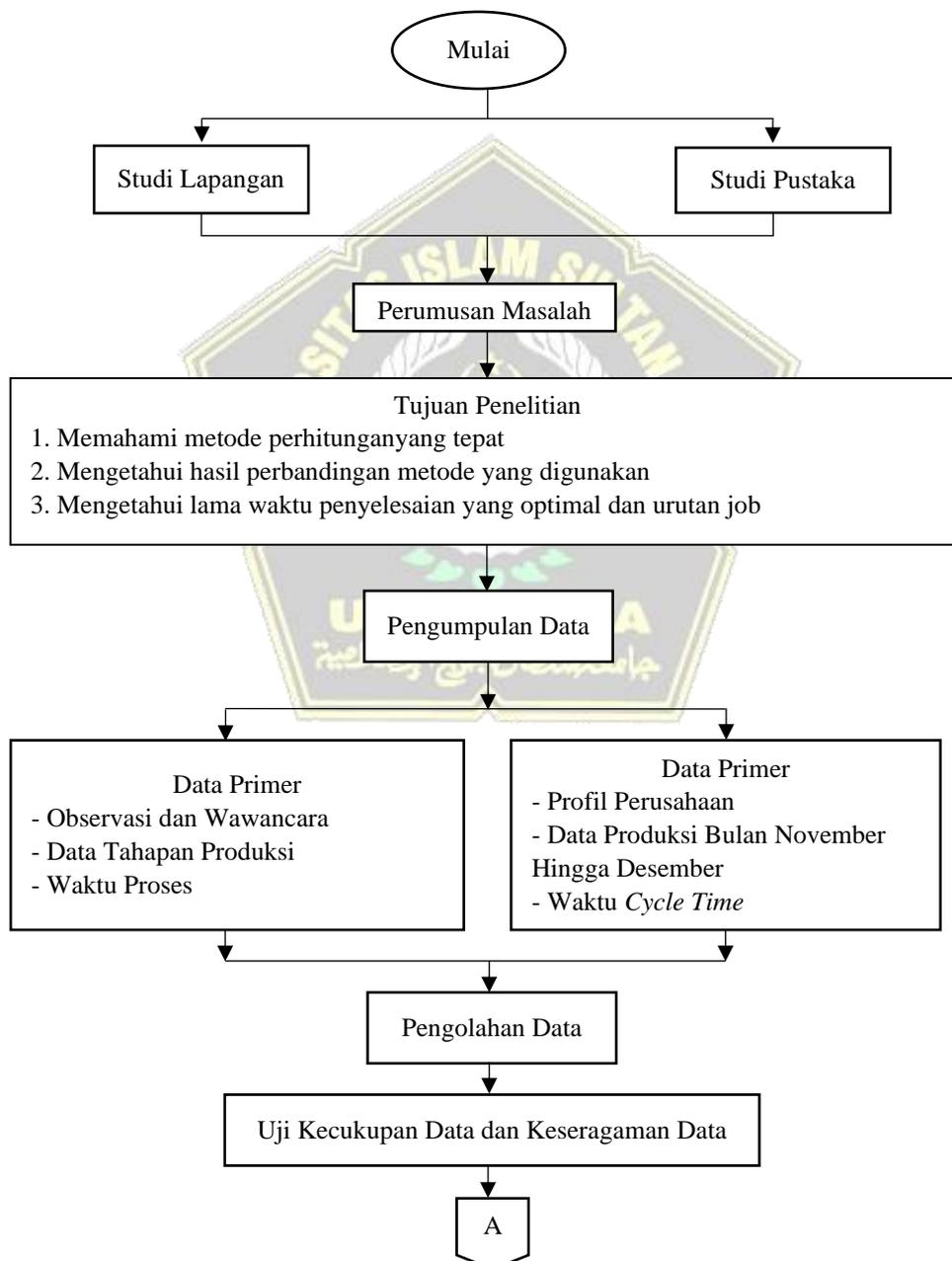
3.5 Pembahasan

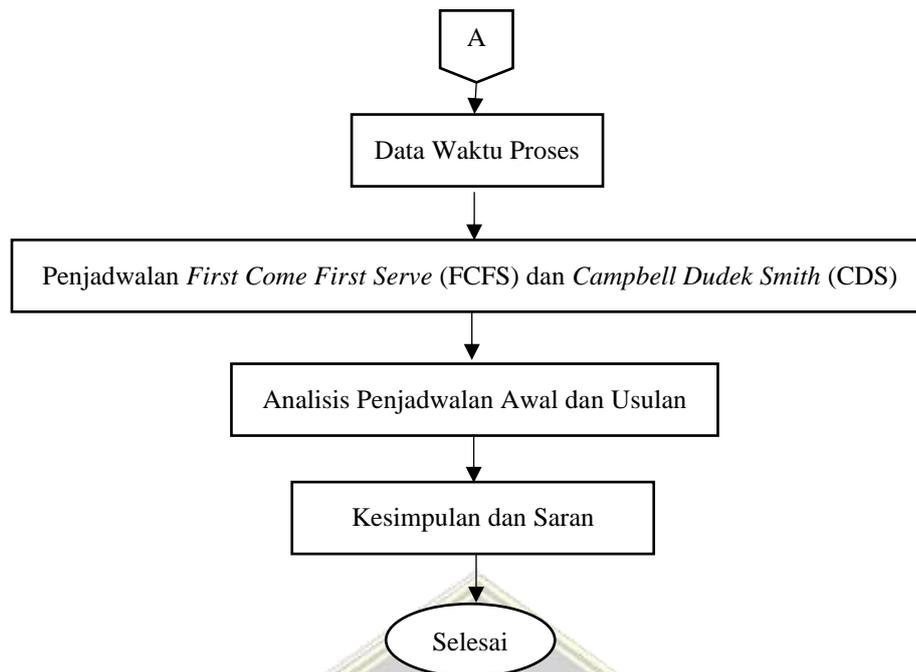
Penelitian ini membahas kerangka teori, sistematika penulisan, serta topik penelitian secara keseluruhan. Pada tahap ini, solusi dari pertanyaan studi mulai terungkap. Pendekatan *Campbell Dudek Smith (CDS)* diangkat sebagai permasalahan utama.

3.6 Penarikan Kesimpulan

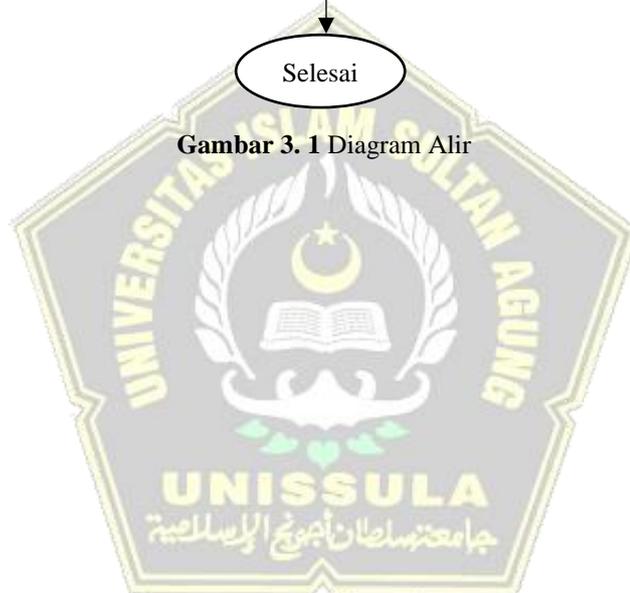
Tahap terakhir dari studi ini melibatkan pengembangan kesimpulan yang didasarkan pada data yang telah dikumpulkan selama penelitian. Untuk menyelesaikan masalah saat ini, kita perlu mencapai kesimpulan ini terlebih dahulu. Dengan penelitian ini, proses penjadwalan produksi di CV. Syam's Indonesian Handicraft akan menjadi lebih mudah.

3.7 Diagram Alir





Gambar 3. 1 Diagram Alir



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 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.

4.1.1 Profil Perusahaan

CV. Syam's Indonesian Handicraft termasuk salah satu perusahaan yang memproduksi tas anyam yang ada di Indonesia. CV. Syam's Indonesian Handicraft ini terletak di Jl. Juwana-Jakenan Np. Km 3, Ngaglik, Karangrejo, Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati, Jawa Tengah 59185. Perusahaan ini beroperasi di sektor *fashion* dengan memanfaatkan limbah plastik yang telah diolah, di mana hasil olahan tersebut menjadi bahan utama dalam pembuatan produknya. CV. Syam's Indonesian Handicraft berkomitmen untuk senantiasa memanfaatkan bahan ramah lingkungan yang berupa hasil daur ulang sampah plastik sebagai upaya berkontribusi dalam mengatasi permasalahan lingkungan serta menyediakan lapangan kerja hingga membantu masyarakat sekitar dalam mencari nafkah.



Gambar 4. 1 Syam's Indonesian Handicraft

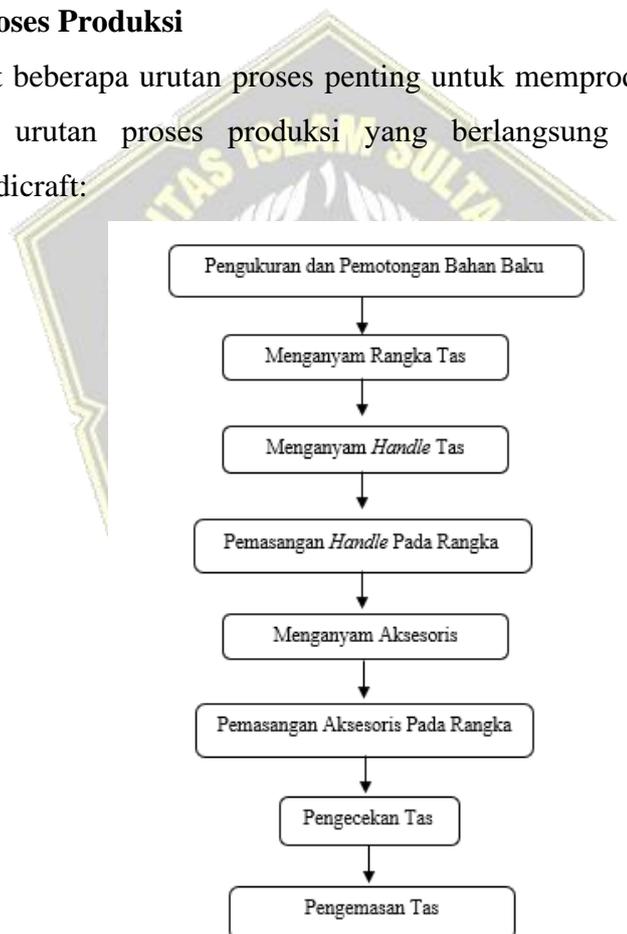
Pada tahun 2019 CV. Syam's Indonesian Handicraft pertama kali memulai usahanya hingga berjalan sampai saat ini dengan memiliki kurang lebih 400 pengrajin yang tersebar di 3 daerah yaitu Winong, Pucak Wangi dan Njaken yang terletak di kota Pati Jawa Tengah. Perusahaan mengandalkan berbagai platform

media sosial untuk aktivitas pemasaran produknya serta memperkenalkan langsung kepada pelanggan agar pelanggan lebih tau tentang produk. Di sisi lain perusahaan bekerjasama dengan agen mau pun distributor yang ada di Indonesia maupun di Luar Negeri.

Dalam proses pemasaran, perusahaan mempromosikan produk tas anyaman melalui berbagai platform media sosial. Selain itu, perusahaan juga memiliki agen dan distributor yang tersebar di seluruh Indonesia. Saat ini perusahaan telah memperluas jangkauan pasar produknya hingga pasar internasional melalui ekspor ke beberapa negara seperti Jepang, Rusia, Mexico, Belgia dan Amerika.

4.1.2 Alur Proses Produksi

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



Gambar 4. 2 Alur Proses Produksi CV. Syam's Indonesia Handicraft

4.1.3 Lantai Produksi CV. Syam's Indonesian Handicraft

Dalam proses produksinya CV. Syam's Indonesian Handicraft memiliki 8 *work center*, Adapun sebagai berikut:

1. Pengukuran dan Pemotongan Bahan Baku

Proses ini dilakukan di kediaman koordinator produksi. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan papan ukur yang telah disesuaikan dengan ukuran produk yang akan dibuat. Lalu setelahnya bahan baku dipotong menggunakan gunting.



Gambar 4. 3 Pengukuran dan Pemotongan Bahan



Gambar 4. 4 Pengukuran dan Pemotongan Bahan

2. Proses Anyam Rangka

Proses penganyaman rangka tas menjadi proses awal penganyaman sebuah tas. Bahan baku yang telah disediakan lalu selanjutnya dianyam dengan menggunakan alat anyam.



Gambar 4. 5 Proses Anyam Rangka Tas

3. Proses Anyam *Handle*

Setelah rangkai tas tas selesai dibuat, maka tahap selanjutnya yaitu menganyam *handle* atau pegangan pada tas lalu dipasangkan ke rangka.



Gambar 4. 6 Proses Anyam *Handle* Tas

4. Pemasangan *Handle* dengan Rangka Tas



Gambar 4. 7 Pemasangan *Handle*

5. Proses Anyam Aksesoris

Proses ini melibatkan anyaman pada aksesoris yang akan dipasangkan pada tas anyaman, seperti pemasangan pengait penutup tas atau aksesoris lainnya.



Gambar 4. 8 Proses Anyam Aksesoris

6. Proses Pemasangan Aksesoris



Gambar 4. 9 Proses Pemasangan Aksesoris

7. Proses Pengecekan QC

Pengecekan kualitas tas dilakukan selama 2 kali di rumah koordinir produksi dan gallery.



Gambar 4. 10 Proses Pengecekan Tas

8. Proses Pengemasan

Proses pengemasan dilakukan di gallery CV. Syam's Indonesian Handicraft.



Gambar 4. 11 Proses Pengemasan

4.1.4 Data Produksi

Data produksi CV. Syam's Indonesian Handicraft selama periode November – Desember 2024, yang mencakup 7 item pemesanan, akan digunakan sebagai dasar dalam perhitungan penjadwalan pada penelitian ini.

Berikut merupakan data pemesanan selama bulan November - Desember pada tahun 2024 :

Tabel 4. 1 Data Produksi CV. Syam's Indonesia Handicraft

No	Nama Produk	Kode Job	Jumlah Order	Keterangan
1	Luna Bag	A	20	Distributor Jogja
2	Cute Bucket Bag	B	25	
3	Milea Bag	C	15	
4	Madu Bag	D	30	Distributor Bali
5	Peety Kombinasi Bag	E	20	
6	Normal Bag	F	25	
7	Peety Bag	G	30	

Mengusung konsep ramah lingkungan, tas anyam ini dirancang menggunakan material olahan limbah plastik sehingga membuat tas ini lebih ringan dan tahan lama, serta dirancang dengan anyaman tangan yang terampil. Mampu memberikan tampilan estetik karena warna yang *eye catching* dan desain modern sekaligus fungsional, dilengkapi fitur pegangan yang kuat untuk membawa barang pribadi dan pengait tas sehingga aman untuk digunakan sehari-hari.

4.1.5 Data Stasiun Kerja (*Work Center*)

CV. Syam's Indonesian Handicraft memiliki 8 langkah produksi, yang mencakup proses manual maupun menggunakan mesin. Berikut ini adalah informasi mengenai jumlah pekerja serta mesin yang digunakan di setiap tahap produksi.

Berikut merupakan data stasiun kerja pada CV. Syam's Indonesia Handicraft:

Tabel 4. 2 Data Stasiun Kerja

No	Proses Produksi	Jumlah Pekerja
1	Pengukuran dan Pematangan Bahan Baku	3
2	Menganyam Rangka	15

3	Penganyaman <i>Handle</i>	15
4	Pemasangan <i>Handle</i> dengan Rangka	15
5	Penganyaman Aksesoris	15
6	Pemasangan Aksesoris dengan Rangka	15
7	Pengecekan QC	3
8	Pengemasan	4

Setiap proses diberikan kode operasi untuk mempermudah pengolahan data dan menyederhanakan istilah dengan menggunakan kode awal. Kode operasi tersebut diurutkan sesuai dengan tahapan produksi pada CV. Syam's Indonesian Handicraft.

Berikut merupakan data kode operasi yang sesuai dengan tahapan proses produksi yang ada di CV. Syam's Indonesian Handicraft.

Tabel 4. 3 Kode Produksi

Nama Proses	Kode
Pengukuran dan Pematangan Bahan Baku	WC 1
Menganyam Rangka	WC 2
Penganyaman <i>Handle</i>	WC 3
Pemasangan <i>Handle</i> dengan Rangka	WC 4
Penganyaman Aksesoris	WC 5
Pemasangan Aksesoris dengan Rangka	WC 6
Pengecekan QC	WC 7
Pengemasan	WC 8

4.1.6 Data Pengamatan (*Cycle Time*)

Proses pengukuran Waktu Siklus (*Cycle Time*) dilakukan dengan mengamati waktu pengerjaan di setiap work center sebanyak 10 kali menggunakan alat bantu stopwatch. Setelah itu, hasil pengamatan dianalisis melalui uji kecukupan data. Jika data telah mencukupi, maka pengamatan tambahan tidak diperlukan. *Cycle Time* merujuk pada rentang waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan sebuah produk, melalui seluruh tahapan proses produksi hingga produk akhir tercapai.

Proses pengambilan data *Cycle Time* pada setiap stasiun kerja di CV. Syam's Indonesia Handicraft akan dijelaskan sebagai berikut.

1. WC 1 (Mengukur dan Memotong Bahan Baku)
Pengukuran *Cycle Time* dilakukan ketika bahan baku diukur menggunakan alat yang ada lalu kemudian dipotong agar siap digunakan.
2. WC 2 (Proses Anyam Rangka)
Pengukuran *Cycle Time* dilakukan ketika bahan baku yang telah tersedia mulai dianyam sesuai dengan model, tipe dan warna ukuran tas.
3. WC 3 (Penganyaman *Handle*)
Pengukuran *Cycle Time* dilakukan setelah proses menganyam rangka selesai, lalu mulai menganyam *handle* tas sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan.
4. WC 4 (Pemasangan *Handle* dengan Rangka)
Pengukuran *Cycle Time* dilakukan setelah *handle* tas terbuat maka selanjutnya dipasang ke bagian rangka tas agar menyatu dan dapat digunakan.
5. WC 5 (Penganyaman Aksesoris)
Pengukuran *Cycle Time* dilakukan setelah proses menyambung *handle* selesai, lalu mulai menganyam aksesoris tas.
6. WC 6 (Pemasangan Aksesoris dengan Rangka)
Pengukuran *Cycle Time* dilakukan setelah aksesoris tas terbuat maka selanjutnya dipasang ke bagian rangka tas agar menyatu sekaligus penghubung dengan *handle*.
7. WC 7 (Pengecekan QC)
Pengukuran *Cycle Time* dilakukan setelah produk sudah jadi, maka produk akan dicek kualitasnya untuk mengetahui apakah ada kerusakan yang nantinya dapat diperbaiki.
8. WC 8 (Pengemasan)
Pengukuran *Cycle Time* dilakukan setelah proses dari awal hingga akhir selesai, kemudia produk dikemas untuk dibawa ke gallery atau siap dipasarkan.

Berikut merupakan data *cycle time* untuk setiap jenis-jenis tas:

Tabel 4. 4 Cycle Time Job A (Luna Bag)

Pengukuran	Work Center (minute)							
	WC 1	WC 2	WC 3	WC 4	WC 5	WC 6	WC 7	WC 8
1	2,23	10,45	4,5	2,46	3,05	2,37	1,32	0,29
2	2,45	11,42	4,48	2,53	3,01	2,45	1,28	0,3
3	2,35	12	5	2,37	3	2,53	1,16	0,27
4	2,46	11,37	5,33	2,53	3,04	2,56	1,24	0,3
5	2,33	11,48	5,14	2,31	3,02	2,48	1,27	0,29
6	2,38	10,25	5,16	2,15	2,55	2,38	1,33	0,26
7	2,47	11,52	5,12	2,11	2,58	2,47	1,32	0,28
8	2,37	10,25	5,23	2,48	3,03	2,51	1,2	0,3
9	2,4	11,41	5,31	2,33	3	2,43	1,29	0,29
10	2,29	10,26	5,22	2,41	3	2,59	1,3	0,27
Rata-rata	2,37	11,04	5,05	2,37	2,93	2,48	1,27	0,29

Tabel 4. 5 Cycle Time Job B (Cute Bucket Bag)

Pengukuran	Work Center (minute)							
	WC 1	WC 2	WC 3	WC 4	WC 5	WC 6	WC 7	WC 8
1	2,32	45,29	9,45	5,2	3,41	2,39	1,35	0,3
2	2,29	46,19	9,31	5,41	3,45	2,51	1,39	0,28
3	2,41	43,41	9,26	5,18	3,37	2,28	1,46	0,29
4	2,56	45,32	9,51	5,52	3,05	2,34	1,38	0,3
5	2,37	39,57	9,39	5,22	3,3	2,21	1,31	0,32
6	2,38	42,23	9,56	5,56	3,15	2,28	1,37	0,31
7	2,47	39,37	10,13	5,11	3,08	2,39	1,41	0,27
8	2,49	40,58	9,41	5,42	3,19	2,41	1,37	0,3
9	2,57	44,42	8,54	5,37	3,33	2,15	1,33	0,3
10	2,49	40,53	9,51	5,29	3,41	2,42	1,42	0,3
Rata-rata	2,435	42,691	9,407	5,328	3,274	2,338	1,379	0,297

Tabel 4. 6 Cycle Time Job C (Milea Bag)

Pengukuran	Work Center (minute)							
	WC 1	WC 2	WC 3	WC 4	WC 5	WC 6	WC 7	WC 8
1	2,37	44,32	10,55	3,52	3,4	3,08	1,51	0,3
2	2,29	39,51	11,26	3,53	3,46	3	1,53	0,32

3	2,3	42,51	10,53	4,08	3,37	3,06	1,54	0,27
4	2,35	40,29	11,15	4,02	3,49	3,04	1,49	0,3
5	2,33	39,59	11,21	4,09	3,42	3,1	1,53	0,29
6	2,27	40,43	11,25	4,04	3,52	3,01	1,46	0,27
7	2,31	40,52	11,19	4	3,46	3,07	1,5	0,28
8	2,39	41,23	10,53	4,05	3,49	3,03	1,52	0,31
9	2,25	44,52	11,17	3,57	3,5	3	1,55	0,29
10	2,31	38,19	10,58	4,01	3,39	3	1,5	0,31
Rata-rata	2,317	41,111	10,942	3,891	3,45	3,039	1,513	0,294

Tabel 4. 7 Cycle Time Job D (Madu Bag)

Pengukuran	Work Center (minute)							
	WC 1	WC 2	WC 3	WC 4	WC 5	WC 6	WC 7	WC 8
1	2,16	53,39	8,42	5	3,4	3,39	1,55	0,4
2	2,14	50,27	8,39	4,54	3,47	3,29	1,54	0,4
3	2,1	49,38	8,4	5,1	3,44	3,44	1,57	0,38
4	2,14	48,52	8,57	5,04	3,51	3,53	1,5	0,4
5	2,11	50,17	9,01	5,09	3,45	3,35	1,59	0,4
6	2,09	51,28	8,49	4,5	3,43	3,43	1,55	0,38
7	2,12	49,19	8,51	5,07	3,39	3,36	1,5	0,41
8	2,15	54,32	9	4,52	3,5	3,28	1,6	0,39
9	2,09	50,28	8,53	5,1	3,51	3,51	1,57	0,39
10	2,13	49,51	8,48	5,08	3,5	3,54	1,6	0,4
Rata-rata	2,123	50,631	8,58	4,904	3,46	3,412	1,557	0,395

Tabel 4. 8 Cycle Time Job E (Peety Kombinasi Bag)

Pengukuran	Work Center (minute)							
	WC 1	WC 2	WC 3	WC 4	WC 5	WC 6	WC 7	WC 8
1	2,37	53,52	8,56	4,04	3,36	2,47	1,5	0,31
2	2,45	55,34	8,32	4	3,25	2,53	1,53	0,3
3	2,53	49,51	8,15	3,49	3,47	2,28	1,49	0,32
4	2,56	57,29	8,24	3,55	3,21	2,58	1,55	0,3
5	2,48	56,31	9,12	4,03	3,31	2,45	1,48	0,33
6	2,38	48,43	8,26	3,59	3,48	2,52	1,54	0,3
7	2,47	56,56	8,52	4	3,29	2,35	1,56	0,28
8	2,51	57,52	9,23	4,07	3,48	2,48	1,5	0,3

9	2,43	49,13	9,28	4,15	3,53	2,59	1,52	0,29
10	2,59	54,54	9,43	4	3,29	2,41	1,46	0,31
Rata-rata	2,477	53,815	8,711	3,892	3,367	2,466	1,513	0,304

Tabel 4. 9 Cycle Time Job F (Normal Bag)

Pengukuran	Work Center (minute)							
	WC 1	WC 2	WC 3	WC 4	WC 5	WC 6	WC 7	WC 8
1	2,36	53,32	7,49	4,53	3,21	3,23	1,55	1,3
2	2,49	50,44	7,57	4,58	3,19	3,57	1,59	1,32
3	2,58	51,35	8,42	5,11	3	3,52	1,57	1,28
4	2,38	49,53	7,54	4,48	3,23	3,24	1,58	1,3
5	2,57	48,49	7,42	5,03	3,16	3,42	1,57	1,29
6	2,59	52,24	8,25	5,12	3,1	3,24	1,56	1,33
7	2,54	50,47	7,52	4,51	3	3,41	1,58	1,28
8	2,48	48,53	8,12	4,57	3,19	3,36	1,57	1,32
9	2,57	52,18	8,51	5,15	3,35	3,57	1,55	1,29
10	2,55	46,26	7,36	5,02	3,26	3,42	1,56	1,3
Rata-rata	2,511	50,281	7,82	4,81	3,169	3,398	1,568	1,301

Tabel 4. 10 Cycle Time Job G (Peety Bag)

Pengukuran	Work Center (minute)							
	WC 1	WC 2	WC 3	WC 4	WC 5	WC 6	WC 7	WC 8
1	2,31	44,32	9,34	4,3	3,53	2,53	1,37	0,3
2	2,45	44,21	8,52	4,43	3,55	2,57	1,34	0,32
3	2,53	42,51	9,42	4,31	3,53	2,54	1,37	0,27
4	2,47	37,42	9,14	4,45	3,58	2,58	1,29	0,3
5	2,33	40,31	9,32	4,51	3,54	2,58	1,33	0,29
6	2,52	41,23	9,24	4,58	3,52	2,55	1,35	0,27
7	2,47	44,52	10,32	4,49	3,58	2,55	1,32	0,28
8	2,39	47,31	10,21	4,55	3,51	2,54	1,31	0,31
9	2,42	37,42	9,53	4,37	3,56	2,58	1,3	0,29
10	2,57	45,21	9,43	4,33	3,57	2,52	1,3	0,31
Rata-rata	2,446	42,446	9,447	4,432	3,547	2,554	1,328	0,294

4.2 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)*.

4.2.1 Uji Kecukupan Data

Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% (taraf nyata 5%), uji kecukupan data dilakukan untuk mengevaluasi apakah data yang terkumpul sudah memadai. Rumus yang digunakan adalah:

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \quad (3)$$

N' = Jumlah data yang diperoleh berdasarkan perhitungan teoretis.

k = Tingkat keyakinan

s = Tingkat keakuratan

N = Jumlah data yang dikumpulkan melalui pengamatan

x = Data yang digunakan untuk pengamatan

Di bawah ini adalah perhitungan uji kecukupan data yang dilakukan pada *work center* pertama, tepatnya untuk proses pemeriksaan produk A:

Tabel 4. 11 Pengukuran Waktu WC 1 Job A

Pengamatan	x	xi^2
1	2,23	4,9729
2	2,45	6,0025
3	2,35	5,5225
4	2,46	6,0516
5	2,33	5,4289
6	2,38	5,6644
7	2,47	6,1009
8	2,37	5,6169
9	2,4	5,76
10	2,29	5,2441

Total	23,73	56,36
--------------	--------------	--------------

Dengan :

$$k = 2 (95\%)$$

$$s = 0,05 (5\%)$$

$$N = 10$$

$$\sum x^2 = 56,36$$

$$\sum x = 23,73$$

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \quad (4)$$

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

$$N' = 1,51$$

Karena $N' (1,51) < N (10)$, maka dapat dinyatakan bahwa data cukup sehingga tidak diperlukan pengambilan data tambahan.

4.2.2 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data

Proses perhitungan uji kecukupan data diterapkan pada masing-masing work center di masing-masing *Job order*, cara yang sama digunakan untuk menghitung kecukupan data.

Sehingga diperoleh rekapitulasi kecukupan data pada masing-masing *Job* sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Rekapitulasi Kecukupan Data *Job A*

Work Center	Jumlah Data Sampel (N)	Jumlah Data Teoritis (N')	Keterangan
Poses Pengukuran dan Pemotongan Bahan Baku	10	1,51	Data Cukup
Poses Menganyam Rangka	10	5,17	Data Cukup
Poses Penganyaman <i>Handle</i>	10	5,41	Data Cukup
Pemasangan <i>Handle</i> dengan Rangka	10	5,54	Data Cukup
Poses Penganyaman Aksesoris	10	6,20	Data Cukup

Pemasangan Aksesoris dengan Rangka	10	1,23	Data Cukup
Poses Pengecekan QC	10	2,76	Data Cukup
Poses Pengemasan	10	3,64	Data Cukup

Tabel 4. 13 Rekapitulasi Kecukupan Data *Job B*

<i>Work Center</i>	Jumlah Data Sampel (N)	Jumlah Data Teoritis (N')	Keterangan
Poses Pengukuran dan Pemotongan Bahan Baku	10	2,24	Data Cukup
Poses Menganyam Rangka	10	5,22	Data Cukup
Poses Penganyaman <i>Handle</i>	10	2,44	Data Cukup
Pemasangan <i>Handle</i> dengan Rangka	10	1,16	Data Cukup
Poses Penganyaman Aksesoris	10	2,85	Data Cukup
Pemasangan Aksesoris dengan Rangka	10	3,08	Data Cukup
Poses Pengecekan QC	10	1,47	Data Cukup
Poses Pengemasan	10	3,28	Data Cukup

Tabel 4. 14 Rekapitulasi Kecukupan Data *Job C*

<i>Work Center</i>	Jumlah Data Sampel (N)	Jumlah Data Teoritis (N')	Keterangan
Poses Pengukuran dan Pemotongan Bahan Baku	10	0,51	Data Cukup
Poses Menganyam Rangka	10	3,67	Data Cukup
Poses Penganyaman <i>Handle</i>	10	1,40	Data Cukup
Pemasangan <i>Handle</i> dengan Rangka	10	5,66	Data Cukup
Poses Penganyaman Aksesoris	10	0,32	Data Cukup
Pemasangan Aksesoris dengan Rangka	10	0,21	Data Cukup
Poses Pengecekan QC	10	0,44	Data Cukup
Poses Pengemasan	10	4,88	Data Cukup

Tabel 4. 15 Rekapitulasi Kecukupan Data *Job D*

<i>Work Center</i>	Jumlah Data Sampel (N)	Jumlah Data Teoritis (N')	Keterangan
Poses Pengukuran dan Pemotongan Bahan Baku	10	0,19	Data Cukup
Poses Menganyam Rangka	10	1,96	Data Cukup

Poses Penganyaman <i>Handle</i>	10	1,04	Data Cukup
Pemasangan <i>Handle</i> dengan Rangka	10	4,26	Data Cukup
Poses Penganyaman Aksesoris	10	0,24	Data Cukup
Pemasangan Aksesoris dengan Rangka	10	1,10	Data Cukup
Poses Pengecekan QC	10	0,79	Data Cukup
Poses Pengemasan	10	0,87	Data Cukup

Tabel 4. 16 Rekapitulasi Kecukupan Data *Job E*

<i>Work Center</i>	Jumlah Data Sampel (N)	Jumlah Data Teoritis (N')	Keterangan
Poses Pengukuran dan Pemotongan Bahan Baku	10	1,23	Data Cukup
Poses Menganyam Rangka	10	6,18	Data Cukup
Poses Penganyaman <i>Handle</i>	10	4,70	Data Cukup
Pemasangan <i>Handle</i> dengan Rangka	10	5,74	Data Cukup
Poses Penganyaman Aksesoris	10	1,64	Data Cukup
Pemasangan Aksesoris dengan Rangka	10	2,29	Data Cukup
Poses Pengecekan QC	10	0,65	Data Cukup
Poses Pengemasan	10	3,18	Data Cukup

Tabel 4. 17 Rekapitulasi Kecukupan Data *Job F*

<i>Work Center</i>	Jumlah Data Sampel (N)	Jumlah Data Teoritis (N')	Keterangan
Poses Pengukuran dan Pemotongan Bahan Baku	10	1,56	Data Cukup
Poses Menganyam Rangka	10	2,58	Data Cukup
Poses Penganyaman <i>Handle</i>	10	4,76	Data Cukup
Pemasangan <i>Handle</i> dengan Rangka	10	5,40	Data Cukup
Poses Penganyaman Aksesoris	10	1,74	Data Cukup
Pemasangan Aksesoris dengan Rangka	10	2,14	Data Cukup
Poses Pengecekan QC	10	0,25	Data Cukup
Poses Pengemasan	10	5,91	Data Cukup

Tabel 4. 18 Rekapitulasi Kecukupan Data *Job G*

<i>Work Center</i>	Jumlah Data Sampel (N)	Jumlah Data Teoritis (N')	Keterangan
Poses Pengukuran dan Pemotongan Bahan Baku	10	1,73	Data Cukup
Poses Menganyam Rangka	10	8,77	Data Cukup
Poses Penganyaman <i>Handle</i>	10	4,260	Data Cukup
Pemasangan <i>Handle</i> dengan Rangka	10	0,75	Data Cukup
Poses Penganyaman Aksesoris	10	0,07	Data Cukup
Pemasangan Aksesoris dengan Rangka	10	0,25	Data Cukup
Poses Pengecekan QC	10	0,68	Data Cukup
Poses Pengemasan	10	4,88	Data Cukup

4.2.3 Uji Keseragaman Data

Pengujian keseragaman data dilakukan guna melihat data terkumpul telah seragam atau tidak. Data dikatakan seragam jika berada diantara batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Perhitungan keseragaman data dilakukan dengan menerapkan rumus berikut:

$$BKA = \bar{x} + k\sigma \text{ dan } BKB = \bar{x} - k\sigma \quad (5)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N-1}} \quad (6)$$

Keterangan:

\bar{x} = Rata-rata yang diukur

k = Konstanta tingkat keyakinan

σ = Standar deviasi

N = Jumlah data pengamatan

Berikut ini disajikan perhitungan yang digunakan untuk menguji keseragaman data pada WC 1 yaitu proses pengecekan pada *item Job A*.

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

$$x = \frac{\sum xi}{n} \quad (7)$$

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

$$x = 2,37$$

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N-1}} \quad (8)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(2,23 - 2,37)^2 + (2,45 - 2,37)^2 + \dots + (2,29 - 2,37)^2}{10 - 1}}$$

$$\sigma = 0,08$$

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

$$BKA = \bar{x} + k\sigma \quad (9)$$

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

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

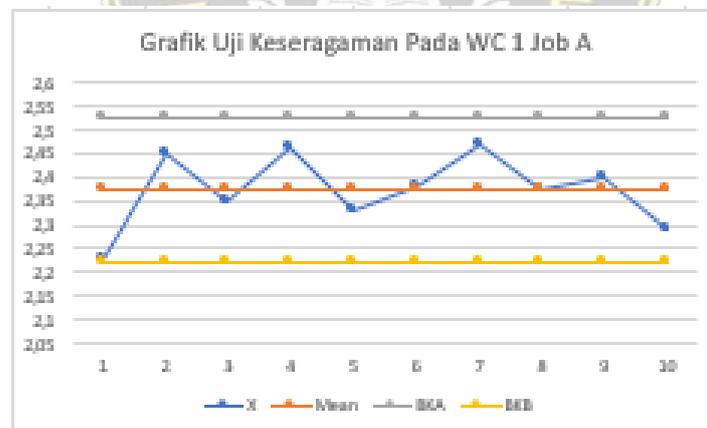
$$= 2,53 \text{ menit}$$

$$BKB = \bar{x} - k\sigma \quad (10)$$

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

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

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



Gambar 4. 12 Grafik Uji Keseragaman Data

Dari grafik yang ditampilkan terlihat bahwa data *Job A* di WC 1 menunjukkan keseragaman dan pengendalian yang baik, karena semua data berada dalam batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB).

4.2.4 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data

Perhitungan uji keseragaman data dilakukan pada setiap *work center* di masing-masing *Job order*. Cara yang sama digunakan untuk menghitung keseragaman data sehingga diperoleh rekapitulasi keseragaman data pada masing-masing *Job* sebagai berikut:

Tabel 4. 19 Rekapitulasi Data *Job A*

<i>Work Center</i>	Mean	BKA	BKB	Keterangan
Pengukuran & Pemotongan	2,37	2,52	2,21	Seragam
Penganyaman Rangka	11,04	12,36	9,71	Seragam
Penganyaman <i>Handle</i>	5,04	5,66	4,42	Seragam
Pemasangan <i>Handle</i>	2,36	2,66	2,07	Seragam
Penganyaman Aksesoris	2,92	3,31	2,54	Seragam
Pemasangan Aksesoris	2,47	2,62	2,33	Seragam
Pengecekan QC	1,27	1,38	1,15	Seragam
Pengemasan	0,29	0,28	0,31	Seragam

Tabel 4. 20 Rekapitulasi Data *Job B*

<i>Work Center</i>	Mean	BKA	BKB	Keterangan
Pengukuran & Pemotongan	2,37	2,52	2,21	Seragam
Penganyaman Rangka	11,04	12,36	9,71	Seragam
Penganyaman <i>Handle</i>	5,04	5,66	4,42	Seragam
Pemasangan <i>Handle</i>	2,36	2,66	2,07	Seragam
Penganyaman Aksesoris	2,92	3,31	2,54	Seragam
Pemasangan Aksesoris	2,47	2,62	2,33	Seragam
Pengecekan QC	1,27	1,38	1,15	Seragam
Pengemasan	0,29	0,28	0,31	Seragam

Tabel 4. 21 Rekapitulasi Data *Job C*

<i>Work Center</i>	Mean	BKA	BKB	Keterangan
Pengukuran & Pemotongan	2,37	2,52	2,21	Seragam
Penganyaman Rangka	11,04	12,36	9,71	Seragam
Penganyaman <i>Handle</i>	5,04	5,66	4,42	Seragam
Pemasangan <i>Handle</i>	2,36	2,66	2,07	Seragam
Penganyaman Aksesoris	2,92	3,31	2,54	Seragam
Pemasangan Aksesoris	2,47	2,62	2,33	Seragam

Pengecekan QC	1,27	1,38	1,15	Seragam
Pengemasan	0,29	0,28	0,31	Seragam

Tabel 4. 22 Rekapitulasi Data Job D

<i>Worck Center</i>	Mean	BKA	BKB	Keterangan
Pengukuran & Pemotongan	2,37	2,52	2,21	Seragam
Penganyaman Rangka	11,04	12,36	9,71	Seragam
Penganyaman <i>Handle</i>	5,04	5,66	4,42	Seragam
Pemasangan <i>Handle</i>	2,36	2,66	2,07	Seragam
Penganyaman Aksesoris	2,92	3,31	2,54	Seragam
Pemasangan Aksesoris	2,47	2,62	2,33	Seragam
Pengecekan QC	1,27	1,38	1,15	Seragam
Pengemasan	0,29	0,28	0,31	Seragam

Tabel 4. 23 Rekapitulasi Data Job E

<i>Worck Center</i>	Mean	BKA	BKB	Keterangan
Pengukuran & Pemotongan	2,37	2,52	2,21	Seragam
Penganyaman Rangka	11,04	12,36	9,71	Seragam
Penganyaman <i>Handle</i>	5,04	5,66	4,42	Seragam
Pemasangan <i>Handle</i>	2,36	2,66	2,07	Seragam
Penganyaman Aksesoris	2,92	3,31	2,54	Seragam
Pemasangan Aksesoris	2,47	2,62	2,33	Seragam
Pengecekan QC	1,27	1,38	1,15	Seragam
Pengemasan	0,29	0,28	0,31	Seragam

Tabel 4. 24 Rekapitulasi Data Job F

<i>Worck Center</i>	Mean	BKA	BKB	Keterangan
Pengukuran & Pemotongan	2,37	2,52	2,21	Seragam
Penganyaman Rangka	11,04	12,36	9,71	Seragam
Penganyaman <i>Handle</i>	5,04	5,66	4,42	Seragam
Pemasangan <i>Handle</i>	2,36	2,66	2,07	Seragam
Penganyaman Aksesoris	2,92	3,31	2,54	Seragam
Pemasangan Aksesoris	2,47	2,62	2,33	Seragam
Pengecekan QC	1,27	1,38	1,15	Seragam
Pengemasan	0,29	0,28	0,31	Seragam

Tabel 4. 25 Rekapitulasi Data Job G

<i>Work Center</i>	Mean	BKA	BKB	Keterangan
Pengukuran & Pemotongan	2,37	2,52	2,21	Seragam
Penganyaman Rangka	11,04	12,36	9,71	Seragam
Penganyaman <i>Handle</i>	5,04	5,66	4,42	Seragam
Pemasangan <i>Handle</i>	2,36	2,66	2,07	Seragam
Penganyaman Aksesoris	2,92	3,31	2,54	Seragam
Pemasangan Aksesoris	2,47	2,62	2,33	Seragam
Pengecekan QC	1,27	1,38	1,15	Seragam
Pengemasan	0,29	0,28	0,31	Seragam

4.2.5 Perhitungan Waktu Proses

Rumus dibawah berfungsi dalam mendapatkan rata-rata waktu pada setiap *work center*. Data yang digunakan adalah waktu rata-rata yang telah berasal dari pengukuran waktu proses dan juga dari perhitungan uji kecukupan dan keseragaman data.

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} \quad (11)$$

Keterangan:

\bar{x} = Waktu Rata-Rata

$\sum xi$ = Waktu *Cycle Time*

n = Jumlah Data

Berikut adalah cara perhitungan waktu rata-rata pada WC 1 Job A:

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} \quad (12)$$

$$x = \frac{(2,23 + 2,45 + 2,35 + 2,46 + 2,33 + 2,38 + 2,47 + 2,37 + 2,4 + 2,29)}{10}$$

$$x = \frac{23,37}{10}$$

$$x = 2,37$$

Adapun rekapitulasi waktu rata-rata seluruh *Job* pada tiap *work center* adalah sebagai berikut

Tabel 4. 26 Rekapitulasi Waktu Rata-Rata

WC	Waktu rata-rata (menit)						
	JOB A	JOB B	JOB C	JOB D	JOB E	JOB F	JOB G
1	2,37	2,44	2,32	2,12	2,48	2,51	2,45
2	11,04	42,69	41,11	50,63	53,82	50,28	42,45
3	5,05	9,41	10,94	8,58	8,71	7,82	9,45
4	2,37	5,33	3,89	4,90	3,89	4,81	4,43
5	2,93	3,27	3,45	3,46	3,37	3,17	3,55
6	2,48	2,34	3,04	3,41	2,47	3,40	2,55
7	1,27	1,38	1,51	1,56	1,51	1,57	1,33
8	0,29	0,30	0,29	0,40	0,30	1,30	0,29

Waktu proses biasa dilakukan dengan menggunakan alat bantu pengukur waktu atau *stopwatch* untuk mengukur durasi lamanya setiap tahapan dalam proses produksi. Meliputi waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan suatu tugas pada tahapan di pelaksanaannya. Data perhitungan dibawah diperoleh pada data *cycle time* pada tabel 4.4 hingga 4.10 di tiap *work center* pada masing-masing *job*, berikut cara perhitungannya:

$$\begin{aligned}
 WP &= \sum xi && (13) \\
 &= (2,23 + 2,45 + 2,35 + 2,46 + 2,33 + 2,38 + 2,47 + 2,37 + 2,4 + 2,29) \\
 &= 23,73 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Adapun tabel berikut ini menampilkan rincian dari waktu proses untuk seluruh *Job* yang di kerjakan di seluruh *work center*.

Tabel 4. 27 Waktu Proses 7 Job

WC	Waktu Proses (menit)						
	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

4.2.6 Penjadwalan Perusahaan Saat Ini

CV. Syams' Indonesia Handicraft saat ini masih menerapkan aturan prioritas dengan menerapkan metode *First Come First Serve* dalam menjadwalkan pesanan konsumen. Mengacu pada data yang diperoleh pada bulan November-Desember 2024, urutan *Job* yang digunakan adalah pesanan yang masuk paling awal yaitu *Job A*, *Job B*, *Job C*, *Job D*, *Job E*, *Job F*, dan *Job G*. Penentuan nilai *makespan* pada metode ini dijabarkan sebagai berikut, di mana total waktu penyelesaian dalam proses ini diperoleh setelah diketahui waktu prosesnya yang ada pada tabel 4.27.

Contoh pengumpulan data dalam perhitungan nilai *makespan* pada tiap *work center* disajikan sebagai berikut.

$$c = (a+b) \quad (14)$$

Keterangan :

a = waktu mulai

b = waktu proses

c = waktu selesai

$$\begin{aligned} \text{Job A WC 1} &\longrightarrow c = (0 + 23,73) \text{ menit} \\ &= 23,73 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Job A WC 2} &\longrightarrow c = (23,73 + 110,41) \text{ menit} \\ &= 134,14 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Job B WC 1} &\longrightarrow c = (23,73 + 24,34) \text{ menit} \\ &= 48,08 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Job B WC 2} &\longrightarrow c = (134,14 + 426,91) \text{ menit} \\ &= 561,05 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Job C WC 1} &\longrightarrow c = (48,08 + 23,17) \text{ menit} \\ &= 71,25 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Job C WC 2} &\longrightarrow c = (561,05 + 411,11) \text{ menit} \\ &= 972,16 \text{ menit} \end{aligned}$$

Setelah dilakukannya perhitungan berdasarkan urutan *job* A-B-C-D-E-F-G maka diperoleh total *makespan* sebesar 3.159,91 menit, nilai *flowtime* 81.873,50 menit. Berikut merupakan hasil perhitungan penjadwalan menggunakan metode *first come first serve* yang digunakan oleh perusahaan.



Tabel 4. 28 Perhitungan *Makespan* yang Digunakan Perusahaan

JOB	WC 1 (menit)			WC 2 (menit)			WC 3 (menit)			WC4 (menit)		
	Waktu Mulai	Waktu Proses	Waktu Selesai									
A	0	23,73	23,73	23,73	110,41	134,14	134,14	50,49	184,63	184,63	23,68	208,31
B	23,73	24,35	48,08	134,14	426,91	561,05	561,05	94,07	655,12	655,12	53,28	708,40
C	48,08	23,17	71,25	561,05	411,11	972,16	972,16	109,42	1.081,58	1.081,58	38,91	1.120,49
D	71,25	21,23	92,48	972,16	506,31	1.478,47	1.478,47	85,8	1.564,27	1.564,27	49,04	1.613,31
E	92,48	24,77	117,25	1.478,47	538,15	2.016,62	2.016,62	87,11	2.103,73	2.103,73	38,92	2.142,65
F	117,25	25,11	142,36	2.016,62	502,81	2.519,43	2.519,43	78,2	2.597,63	2.597,63	48,1	2.645,73
G	142,36	24,46	166,82	2.519,43	424,46	2.943,89	2.943,89	94,47	3.038,36	3.038,36	44,32	3.082,68

Tabel 4. 29 Tabel Lanjutan Perhitungan *Makespan* Perusahaan Saat Ini

JOB	WC 5 (menit)			WC 6 (menit)			WC 7 (menit)			WC 8 (menit)		
	Waktu Mulai	Waktu Proses	Waktu Selesai									
A	208,31	29,28	237,59	237,59	24,77	262,36	262,36	12,71	275,07	275,07	2,85	277,92
B	708,40	32,74	741,14	741,14	23,38	764,52	764,52	13,79	778,31	778,31	2,97	781,28
C	1.120,49	34,5	1.154,99	1.154,99	30,39	1.185,38	1.185,38	15,13	1.200,51	1.200,51	2,94	1.203,45
D	1.613,31	34,6	1.647,91	1.647,91	34,12	1.682,03	1.682,03	15,57	1.697,60	1.697,60	3,95	1.701,55
E	2.142,65	33,67	2.176,32	2.176,32	24,66	2.200,98	2.200,98	15,13	2.216,11	2.216,11	3,04	2.219,15
F	2.645,73	31,69	2.677,42	2.677,42	33,98	2.711,40	2.711,40	15,68	2.727,08	2.727,08	13,01	2.740,09
G	3.082,68	35,47	3.118,15	3.118,15	25,54	3.143,69	3.143,69	13,28	3.156,97	3.156,97	2,94	3.159,91

4.2.7 Penjadwalan Dengan Metode CDS (*Campbell Dudek Smith*)

Pada penjadwalan usulan, pendekatan *Campbell Dudek Smith* digunakan guna menjadwalkan produksi berdasarkan total proses selama produksi terminim. Pada tahun 1965, Campbell, Dudek, dan Smith merancang pendekatan CDS, yang mereka gunakan untuk mengurutkan operasi terhadap m mesin. $t_{i,1}^k = t_{i,1}$ dan $t_{i,2}^k = t_{i,2}$ sebagai waktu proses pada mesin pertama dan mesin terakhir.

$$t_{i,1}^k = t_{i,1} + t_{i,2} \qquad t_{i,2}^k = t_{i,m} + t_{i,m-1} \qquad (15)$$

Untuk lebih jelasnya, detail informasi dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 4. 30 Iterasi Dua Mesin

k	$t_{i,1}^k$ (total mesin pertama)	$t_{i,2}^k$ (total mesin kedua)
1	$t_{i,1}$	t_{m1+1-1}
2	$t_{i,1} + t_{i,2}$	$t_{m1+1-1} + t_{m1+1-2}$
3	$t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3}$	$t_{m1+1-1} + t_{m1+1-2} + t_{m1+1-3}$
...
$m - 1$	$t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} \dots + t_{i(m-1)}$	$t_{m1+1-1} + t_{m1+1-2} + t_{m1+1-3} \dots + t_{m+1-(m-1)}$

Tabel iterasi (k) dari 1 hingga $m-1$ digunakan dalam perhitungan, yang dimulai dengan $k = 1,2,3 \dots (m-1)$. Berikut beberapa simbol yang digunakan.

n	=	Jumlah pekerjaan
m	=	Jumlah mesin
$t_{i,j}$	=	Durasi pengerjaan pekerjaan ke- i pada mesin ke- j
k	=	Tahapan dalam iterasi
$t_{i,1}$	=	Durasi proses pada mesin pertama
$t_{i,2}$	=	Durasi proses pada mesin terakhir

Dalam penelitian ini, metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) diterapkan untuk menentukan aturan bagi 7 pekerjaan pada delapan stasiun kerja. Rumus $k = m - 1$ digunakan dalam penentuan jumlah iterasi pada metode cds, jumlah *work center* yang akan digunakan untuk menentukan jumlah kemungkinan urutan *Job* dari iterasi atau pengujian berulang sampai mencapai hasil yang sesuai. Pada Cv. Syam's Handicraft Indonesia maka:

$$K = m - 1 \quad \longrightarrow \quad K = 8 - 1 \quad \longrightarrow \quad K = 7 \qquad (16)$$

Maka iterasi yang akan dilakukan adalah sebanyak 7 iterasi.

Tabel 4. 31 Waktu Proses 7 Job Pada 8 Work Center

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

1. 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 *work center* $t_{i,1}$ dan untuk $t_{i,2}^1$ diambil dari waktu proses *work center* $t_{i,8}$. Data yang digunakan ada pada tabel 4.31.

$$t_{i,1}^k = \sum_{j=1}^k t_{i,j} \quad \text{dan} \quad t_{i,2}^k = \sum_{j=m+1=k}^k t_{i,j} \quad (17)$$

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

Tabel 4. 32 Iterasi 1

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

Job diurutkan berdasarkan nilai $t_{i,1}$ dan $t_{i,2}$. Pekerjaan diurutkan berdasarkan waktu proses dari yang terkecil hingga terbesar. Aturan penjadwalan ini menetapkan bahwa pekerjaan dengan waktu minimum di mesin pertama ditempatkan di awal, dan pekerjaan dengan waktu minimum di mesin kedua ditempatkan di akhir.

Tabel 4. 33 Pengurutan Tabel

Urutan	Waktu Proses (menit)	Keterangan
1	2,85	Job sudah dipilih
2	2,94	Job sudah dipilih
3	2,94	Job sudah dipilih
4	2,97	Job sudah dipilih
5	3,04	Job sudah dipilih
6	3,95	Job sudah dipilih
7	13,01	Job sudah dipilih
8	21,23	Urutan kedua (terletak pada $t_{i,1}$) yaitu Job D
9	23,17	Urutan kedua (terletak pada $t_{i,1}$) yaitu Job C
10	23,73	Urutan ketiga (terletak pada $t_{i,1}$) yaitu Job A
11	24,35	Urutan keempat (terletak pada $t_{i,1}$) yaitu Job B
12	24,46	Urutan kelima (terletak pada $t_{i,1}$) yaitu Job G
13	24,77	Urutan keenam (terletak pada $t_{i,1}$) yaitu Job E
14	25,11	Urutan ketujuh (terletak pada $t_{i,1}$) yaitu Job F

Diperoleh alternatif urutan *Job* adalah dari $t_{i,1}$ semua, yang mana terletak di $t_{i,1}^1$ (waktu proses mesin pertama pada iterasi 1). Maka pada iterasi 1 diperoleh alternatif urutan *Job* D-C-A-B-G-E-F.

2. Iterasi kedua

Iterasi kedua ($k = 2$) dimulai dengan menentukan $t_{i,1}^2$ (waktu proses mesin pertama pada iterasi 2) dan $t_{i,2}^2$ (waktu proses mesin kedua pada iterasi 2).

Pada $t_{i,2}^2$ diambil dari waktu proses *work center* $t_{i,8} + t_{i,7}$.

$$\begin{aligned}
 t_{i,1}^k &= \sum_{j=1}^k t_{i,j} & t_{i,2}^k &= \sum_{j=m+1=k}^k t_{i,j} & (18) \\
 t_{i,1}^2 &= t_{i,1} + t_{i,2} & t_{i,2}^2 &= t_{i,8} + t_{i,7}
 \end{aligned}$$

Dengan:

$$\begin{aligned}
 t_{i,1} &= 23,73 & t_{i,8} &= 2,85 \\
 t_{i,2} &= 110,41 & t_{i,7} &= 12,71 \\
 t_{i,1}^2 &= t_{i,1} + t_{i,2} & t_{i,2}^2 &= t_{i,8} + t_{i,7} & (19)
 \end{aligned}$$

$$= 23,73 + 110,41$$

$$= 134,14 \text{ menit}$$

$$= 2,85 + 12,71$$

$$= 15,56 \text{ menit}$$

Tabel 4. 34 Iterasi 2

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 pengurutan, maka pada iterasi 2 diperoleh alternatif urutan *Job* A-C-G-B-D-F-E.

3. 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* $t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6}$.

$$t_{i,1}^k = \sum_{j=1}^k t_{i,j} \quad t_{i,2}^k = \sum_{j=m+1}^k t_{i,j} \quad (20)$$

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

Dengan:

$$t_{i,1} = 23,73$$

$$t_{i,8} = 2,85$$

$$t_{i,2} = 110,41$$

$$t_{i,7} = 12,71$$

$$t_{i,3} = 50,49$$

$$t_{i,6} = 24,77$$

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

$$t_{i,2}^3 = t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} \quad (21)$$

$$= 23,73 + 110,41 + 50,49$$

$$= 2,85 + 12,71 + 24,77$$

$$= 184,63 \text{ menit}$$

$$= 40,33 \text{ menit}$$

Tabel 4. 35 Iterasi 3

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 pengurutan, maka pada iterasi 3 diperoleh alternatif urutan *Job* A-G-C-B-F-D-E.

4. 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* $t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5}$

$$t_{i,1}^k = \sum_{j=1}^k t_{i,j} \quad t_{i,2}^k = \sum_{j=m+1=k}^k t_{i,j} \quad (22)$$

$$t_{i,1}^4 = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4} \quad t_{i,2}^4 = t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5}$$

Dengan:

$$t_{i,1} = 23,73$$

$$t_{i,8} = 2,85$$

$$t_{i,2} = 110,41$$

$$t_{i,7} = 12,71$$

$$t_{i,3} = 50,49$$

$$t_{i,6} = 24,77$$

$$t_{i,4} = 23,68$$

$$t_{i,5} = 29,28$$

$$t_{i,1}^4 = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4} \quad t_{i,2}^4 = t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} \quad (23)$$

$$= 23,73 + 110,41 + 50,49 + 23,68 = 2,85 + 12,71 + 24,77 + 29,28$$

$$= 208,31$$

$$= 69,61 \text{ menit}$$

Tabel 4. 36 Iterasi 4

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 pengurutan, maka pada iterasi 4 diperoleh alternatif urutan *Job* A-C-G-B-F-D-E.

5. 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* $t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} + t_{i,4}$.

$$t_{i,1}^k = \sum_{j=1}^k t_{i,j} \qquad t_{i,2}^k = \sum_{j=m+1=k}^k t_{i,j} \qquad (24)$$

$$t_{i,1}^5 = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4} + t_{i,5} \qquad t_{i,2}^5 = t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} + t_{i,4}$$

Dengan:

$$t_{i,1} = 23,73$$

$$t_{i,8} = 2,85$$

$$t_{i,2} = 110,41$$

$$t_{i,7} = 12,71$$

$$t_{i,3} = 50,49$$

$$t_{i,6} = 24,77$$

$$t_{i,4} = 23,68$$

$$t_{i,5} = 29,88$$

$$t_{i,5} = 29,88$$

$$t_{i,4} = 23,68$$

$$t_{i,1}^5 = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4} + t_{i,5} \qquad t_{i,2}^5 = t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} + t_{i,4} \quad (25)$$

$$= 23,73 + 110,41 + 50,49 + 23,68 \qquad = 2,85 + 12,71 + 24,77 + 29,28$$

$$+ 29,28 \qquad + 23,68$$

$$= 237,59 \text{ menit} \qquad = 93,29 \text{ menit}$$

Tabel 4. 37 Iterasi 5

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 pengurutan, maka pada iterasi 5 diperoleh alternatif urutan *Job* A-C-E-B-F-G-D.

6. 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* $t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} + t_{i,4} + t_{i,3}$.

$$t_{i,1}^k = \sum_{j=1}^k t_{i,j} \quad t_{i,2}^k = \sum_{j=m+1}^k t_{i,j} \quad (26)$$

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

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

Dengan:

$$t_{i,1} = 23,73 \quad t_{i,8} = 2,85$$

$$t_{i,2} = 110,41 \quad t_{i,7} = 12,71$$

$$t_{i,3} = 50,49 \quad t_{i,6} = 24,77$$

$$t_{i,4} = 23,68 \quad t_{i,5} = 29,28$$

$$t_{i,5} = 29,28 \quad t_{i,4} = 23,68$$

$$t_{i,6} = 24,77 \quad t_{i,3} = 50,49$$

$$t_{i,1}^6 = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4} + t_{i,5} \quad t_{i,2}^6 = t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} + t_{i,4} \quad (27)$$

$$= 23,73 + 110,41 + 50,49 + 23,68 + 29,28 + 24,77 \quad = 2,85 + 12,71 + 24,77 + 29,28 + 23,68 + 50,49$$

$$= 263,36 \text{ menit} \quad = 143,78 \text{ menit}$$

Tabel 4. 38 Iterasi 6

JOB	Waktu Proses (menit)	
	$t_{i,1}^3 = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4} + t_{i,5} + t_{i,6}$	$t_{i,2}^3 = t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} + t_{i,4} + t_{i,3}$
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 pengurutan, maka pada iterasi 6 diperoleh alternatif urutan Job A-C-G-B-F-D-E.

7. 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* $t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} + t_{i,4} + t_{i,3} + t_{i,2}$

$$t_{i,1}^k = \sum_{j=1}^k t_{i,j} \quad t_{i,2}^k = \sum_{j=m+1}^k t_{i,j} \quad (28)$$

$$t_{i,1}^3 = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} \\ + t_{i,4} + t_{i,5} + t_{i,6} + t_{i,7}$$

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

Dengan:

$$t_{i,1} = 23,73$$

$$t_{i,8} = 2,85$$

$$t_{i,2} = 110,41$$

$$t_{i,7} = 12,71$$

$$t_{i,3} = 50,49$$

$$t_{i,6} = 24,77$$

$$t_{i,4} = 23,68$$

$$t_{i,5} = 29,28$$

$$t_{i,5} = 29,28$$

$$t_{i,4} = 23,68$$

$$t_{i,6} = 24,77$$

$$t_{i,3} = 50,49$$

$$t_{i,7} = 12,71$$

$$t_{i,2} = 110,41$$

$$t_{i,1}^7 = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4}$$

$$t_{i,2}^7 = t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} \quad (29)$$

$$= +t_{i,5} + t_{i,6} + t_{i,7}$$

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

$$= 23,73 + 110,41 + 50,49 + 23,68$$

$$= 2,85 + 12,71 + 24,77 + 29,28$$

$$+ 29,28 + 24,77 + 12,71$$

$$+ 23,68 + 50,49 + 110,41$$

$$= 275,07 \text{ menit}$$

$$= 254,19 \text{ menit}$$

Tabel 4. 39 Iterasi 7

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 pengurutan, maka pada iterasi 7 diperoleh alternatif urutan *Job* A-G-C-B-F-D-E.

Selain mendapatkan hasil perhitungan dengan delapan iterasi, diperoleh juga delapan alternatif urutan *Job* dengan penjadwalan CDS, yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 40 Urutan *Job* Penjadwalan CDS

Iterasi	Alternatif Urutan <i>Job</i>	<i>Makespan</i>	<i>Flowtime</i>
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 dengan urutan *Job* A-C-G-B-D-F-E yang memiliki nilai *makespan* sebesar 3.146,42 menit dengan nilai *flowtime* 79.582,68 menit.



Tabel 4. 41 Perhitungan Total *Makespan* Alternatif Urutan *Job* Terpilih

<i>JOB</i>	WC 1 (menit)			WC 2 (menit)			WC 3 (menit)			WC4 (menit)		
	Waktu Mulai	Waktu Proses	Waktu Selesai									
A	-	23,73	23,73	23,73	110,41	134,14	134,14	50,49	184,63	184,63	23,68	208,31
C	23,73	23,17	46,90	134,14	411,11	545,25	545,25	109,42	654,67	654,67	38,91	693,58
G	46,90	24,46	71,36	545,25	424,46	969,71	969,71	94,47	1.064,18	1.064,18	44,32	1.108,50
B	71,36	24,35	95,71	969,71	426,91	1.396,62	1.396,62	94,07	1.490,69	1.490,69	53,28	1.543,97
D	95,71	21,23	116,94	1.396,62	506,31	1.902,93	1.902,93	85,8	1.988,73	1.988,73	49,04	2.037,77
F	116,94	25,11	142,05	1.902,93	502,81	2.405,74	2.405,74	78,2	2.483,94	2.483,94	48,1	2.532,04
E	142,05	24,77	166,82	2.405,74	538,15	2.943,89	2.943,89	87,11	3.031,00	3.031,00	38,92	3.069,92

Tabel 4. 42 Lanjutan Perhitungan Total *Makespan* Alternatif Urutan *Job* Terpilih

<i>JOB</i>	WC 1 (menit)			WC 2 (menit)			WC 3 (menit)			WC4 (menit)		
	Waktu Mulai	Waktu Proses	Waktu Selesai									
A	208,31	29,28	237,59	237,59	24,77	262,36	262,36	12,71	275,07	275,07	2,85	277,92
C	693,58	34,5	728,08	728,08	30,39	758,47	758,47	15,13	773,60	773,60	2,94	776,54
G	1.108,50	35,47	1.143,97	1.143,97	25,54	1.169,51	1.169,51	13,28	1.182,79	1.182,79	2,94	1.185,73
B	1.543,97	32,74	1.576,71	1.576,71	23,38	1.600,09	1.600,09	13,79	1.613,88	1.613,88	2,97	1.616,85
D	2.037,77	34,6	2.072,37	2.072,37	34,12	2.106,49	2.106,49	15,57	2.122,06	2.122,06	3,95	2.126,01
F	2.532,04	31,69	2.563,73	2.563,73	33,98	2.597,71	2.597,71	15,68	2.613,39	2.613,39	13,01	2.626,40
E	3.069,92	33,67	3.103,59	3.103,59	24,66	3.128,25	3.128,25	15,13	3.143,38	3.143,38	3,04	3.146,42

4.3 Analisa Dan Interpretasi

Analisis dan interpretasi perbandingan hasil dari penjadwalan yang telah dilakukan oleh perusahaan dengan menggunakan metode *First Come First Serve* (FCFS) dan hasil dari penjadwalan yang diusulkan dengan menggunakan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) di sajikan dalam penalaran sebagai berikut.

4.3.1 Analisis Metode FCFS (*First Come First Serve*)

Mengacu pada keadaan nyata CV. Syam's Indonesia Handicraft pada bulan November - Desember 2024, perusahaan menggunakan urutan *Job* A-B-C-D-E-F-G. Aturan *First Come First Serve* (FCFS) diterapkan dalam penjadwalan oleh perusahaan, di mana pesanan yang datang lebih dahulu akan diproses pertama. Aturan tersebut diterapkan tanpa perhitungan yang pasti, melainkan hanya mengandalkan intuisi atau perkiraan. Akibatnya dengan perhitungan yang hanya mengandalkan intuisi saja mengakibatkan adanya keterlambatan pengiriman produk kepada pelanggan, hal ini disebabkan perusahaan tidak memperhitungkan waktu total proses dari awal hingga akhir selama proses produksi berlangsung. Berapa lamanya waktu yang dikerjakan ini sangat mempengaruhi proses produksi, jika terlalu lama maka akan menyebabkan terhambatnya proses produksi di selanjutnya.

Setelah dilakukannya perhitungan menggunakan menggunakan metode *First Come First Serve* (FCFS) diperoleh total *makespan* sebesar 3.159,91 menit dengan total *flowtime* 81.873,50. Besarnya nilai waktu tersebut yang hanya berdasarkan intuisi menjadikan penyebab utama dari adanya permasalahan yang dihadapi, jika waktu bisa diminimalisir kemungkinan besar akan berpengaruh dengan waktu yang diselesaikan selama proses produksi berlangsung.

4.3.2 Analisa Metode CDS (*Campbell Dudek Smith*)

Metode yang diimplementasikan dalam usulan perbaikan penjadwalan perusahaan adalah *Campbell Dudek Smith* (CDS). Dalam menyelesaikan persoalan *Flow Shop*, metode tersebut terlebih dahulu membagi mesin ke dalam dua grup. *Job* diurutkan berdasarkan aturan berikut: jika waktu pengerjaan tersingkat dari sebuah pekerjaan ada pada grup mesin pertama, maka *Job* ditempatkan di urutan awal, sedangkan jika waktu pengerjaan tersingkat dari

sebuah pekerjaan berada di mesin kedua, maka pekerjaan tersebut akan ditempatkan di bagian paling akhir dari jadwal. Setelah menghasilkan m-1 alternatif, dipilih urutan dengan *makespan* terkecil sebagai hasil akhirnya.

Terdapat tujuh iterasi dengan alternatif urutan *Job* dalam hasil perhitungan penjadwalan CDS, yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 43 Alternatif Urutan *Job* Penjadwalan CDS

Iterasi	Alternatif Urutan <i>Job</i>	<i>Makespan</i>	<i>Flowtime</i>
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 tujuh alternatif urutan *Job* dalam penjadwalan CDS, diperoleh nilai *makespan* yang sama pada tujuh iterasi, yaitu 3.146,42 menit dan nilai *flowtime* 86.384,26 menit pada iterasi kedua dengan urutan *Job* A-C-G-B-D-F-E. Sementara itu, pada iterasi pertama, nilai *makespan* yang dihasilkan adalah 3.162,05 menit dan nilai *flowtime* 86.384,26 menit dengan urutan *Job* C-A-E-B-F-D-G. Dengan demikian, nilai *makespan* terkecil di antara tujuh alternatif urutan *Job* adalah 3.146,42 menit dengan nilai *flowtime* 86.384,26 menit, yang terdapat pada iterasi kedua dengan urutan *Job* A-C-G-B-D-F-E.

4.3.3 Interpretasi

Tahapan interpretasi dalam penelitian ini bertujuan untuk menilai sejauh mana keandalan usulan perbaikan penjadwalan. Saat ini, perusahaan menerapkan aturan prioritas *First Come First Serve* (FCFS), di mana pesanan yang datang lebih awal akan diproses lebih dahulu. Namun, penerapan aturan tersebut tidak didukung oleh perhitungan yang pasti dan hanya mengandalkan perkiraan.

Perhitungan menggunakan metode *First Come First Serve* (FCFS) menghasilkan total *makespan* sebesar 3.159,91 menit dan nilai *flowtime* 81.873,50 menit. Penggunaan aturan prioritas tanpa perhitungan yang tepat menyebabkan ketidakefisienan, salah satunya berujung pada keterlambatan pengiriman barang. Setelah mengetahui nilai *makespan* dari penjadwalan awal

perusahaan dengan metode FCFS lalu dilakukan perbaikan dengan menerapkan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS). Metode CDS menyelesaikan permasalahan *flowshop* dengan membagi m mesin menjadi dua kelompok, di mana urutan *Job* ditentukan berdasarkan nilai minimum pada kedua mesin. Jika nilai waktu terkecil berada pada mesin pertama, maka *Job* ditempatkan di urutan paling awal. Sebaliknya, jika nilai waktu terkecil berada pada mesin kedua, maka *Job* ditempatkan di urutan paling akhir. Setelah memperoleh beberapa alternatif dari iterasi yang dilakukan, dipilih urutan *Job* dengan nilai *makespan* terkecil.

Berdasarkan tujuh alternatif urutan *Job* dalam penjadwalan *Campbell Dudek Smith* (CDS), terdapat satu iterasi menghasilkan nilai *makespan* terkecil yaitu 3.146,42 menit yang terjadi pada iterasi kedua dengan urutan *Job* A-C-G-B-D-F-E. Setelah dilakukan perhitungan penjadwalan, diketahui bahwa penjadwalan awal perusahaan menggunakan aturan prioritas *First Come First Serve* (FCFS) masih memiliki nilai *makespan* yang lebih besar dibandingkan dengan penjadwalan usulan menggunakan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS), hal ini disebabkan oleh total *makespan* terkecil yang diperoleh pada metode *Campbell Dudek Smith* (CDS). Sebagai hasil perbaikan, urutan *Job* yang semula A-B-C-D-E-F-G diubah menjadi A-C-G-B-D-F-E. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa dari dua metode yang dibandingkan, yaitu *First Come First Serve* (FCFS) dan *Campbell Dudek Smith* (CDS), menunjukkan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) terbukti lebih efektif dalam meminimalkan waktu penyelesaian proses produksi (*makespan*).

4.4 Pembuktian Hipotesa

Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan bahwa metode penjadwalan usulan dapat meningkatkan efisiensi penjadwalan awal perusahaan, baik dalam mengurangi keterlambatan akibat besarnya waktu menganggur maupun dalam meminimalkan *makespan*. Dalam pembuktian hipotesis, akan ditunjukkan perbandingan antara penjadwalan awal dan penjadwalan usulan.

Tabel 4. 44 Pembuktian Hipotesis

Metode Penjadwalan	Urutan Job	Total Makespan (menit)	Total Flowtime
<i>First Come First Serve</i>	A-B-C-D-E-F-G	3.159,91	81.873,50
<i>Campbell Dudeck Smith</i>	A-C-G-B-D-F-E	3.146,42	79.582,68

Dari perbandingan antara penjadwalan awal dan penjadwalan usulan, terbukti bahwa metode *Campbell Dudeck Smith* (CDS) lebih efektif karena menghasilkan total *makespan* sebesar 3.146,42 menit dan nilai *flowtime* yang lebih kecil dibandingkan dengan penjadwalan awal menggunakan metode *First Come First Serve* (FCFS). Dengan demikian, selisih perbedaan *makespan* yang diperoleh adalah 13,49 menit.

Sebagai langkah lanjutan dalam pengujian keandalan, maka perhitungan Indeks Efisiensi (EI) perlu dilakukan. Hal ini dilakukan sebagai langkah lanjutan dalam mengevaluasi kinerja metode penjadwalan yang berguna untuk menentukan kinerja yang paling efektif diantara kedua metode melalui perbandingan *makespan* awal *First Come First Serve* (FCFS) dengan *makespan* alternatif *Campbell Dudeck Smith* (CDS). Nilai $EI < 1$ mengindikasikan metode *First Come First Serve* (FCFS) atau aturan perusahaan lebih efisien. Nilai $EI > 1$ menunjukkan metode *Campbell Dudeck 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.

$$EI = \frac{\text{Makespan Awal Perusahaan}}{\text{Makespan Usulan Alternatif}} \quad (30)$$

$$EI = \frac{3.159,91}{3.146,42}$$

$$EI = 1,04$$

Berdasarkan hasil perhitungan EI menunjukkan angka 1,04 ($EI > 1$), terbukti bahwa metode *Campbell Dudeck 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 Dudeck Smith* (CDS) adalah solusi optimal untuk penjadwalan produksi. Selanjutnya, untuk mengukur persentase perbedaan antara hasil penjadwalan awal

dan usulan, dilakukan perhitungan *Relative Error* (RE). Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh perbedaan hasil akhir.

$$RE = \frac{\text{Makespan Usulan Awal} - \text{Makespan Usulan Alternatif}}{\text{Makespan Usulan Awal}} \times 100\% \quad (31)$$

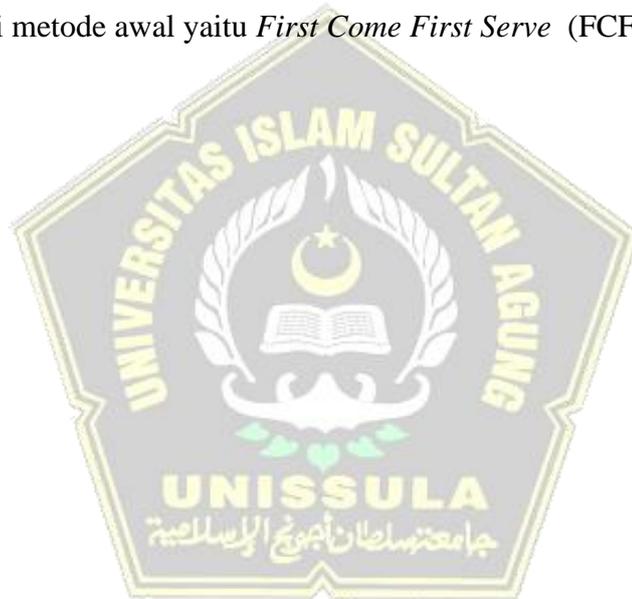
$$RE = \frac{3.159,91 - 3.146,42}{3.159,91} \times 100\%$$

$$RE = \frac{13,49}{3.159,91} \times 100\%$$

$$RE = 0,0042 \times 100\%$$

$$RE = 0,42\%$$

Analisis RE mengungkapkan bahwa metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) memperoleh hasil 0,42% yang mana dapat menghemat waktu sebanyak 13,49 menit dari metode awal yaitu *First Come First Serve* (FCFS).



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Sebagai hasil dari analisis yang telah dipaparkan di dalam tugas akhir ini, maka dapat di simpulkan beberapa hal, yaitu:

1. 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 ini bertujuan untuk menentukan total *makespan* dan urutan pekerjaan yang paling efisien. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa metode yang diusulkan yaitu *Campbell Dudek Smith* (CDS) memiliki nilai terkecil, hal ini membuktikan bahwa metode tersebut efektif dalam penerapannya.
2. Perbandingan antara metode *First Come First Serve* (FCFS) dan *Campbell Dudek Smith* (CDS) menunjukkan bahwa *Campbell Dudek Smith* (CDS) lebih efektif dalam menurunkan *makespan*. 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 *flowtime* sebesar 79.582,68 menit 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 menunjukkan sebesar 1,04 ($EI > 1$), artinya metode penjadwalan yang diusulkan peneliti terbukti lebih unggul dan efektif dari metode yang diterapkan diperusahaan.
3. Diperoleh dari hasil perhitungan dengan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) mendapatkan nilai *makespan* 3,146,42 menit dengan urutan pekerjaan A-C-G-B-D-F-E.

5.2 Saran

Saran yang diberikan oleh peneliti kepada perusahaan berdasarkan hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Penerapan penjadwalan pada setiap pesanan di CV. Syam's Handicraft Indonesia diperlukan agar dapat diketahui durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pesanan secara efisien dan optimal.
2. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang menggunakan metode lain untuk mengoptimalkan penjadwalan produksi perusahaan.



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 Campbell 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>
- Dwi Susanti, N., & Pudji Widjajati, E. (2023). Analisis Perencanaan Produksi Paving Dengan Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith Dan Palmer Di CV. Daya Patra Sentosa. *JTMEI*, 2(2), 108–121. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v2i2.1667>
- Ekoanindiyo, F. A. (2012). PENJADWALAN PRODUKSI MENGGUNAKAN PENDEKATAN THEORY OF CONSTRAINTS. *Dinamika Teknik*, VI(2), 44–56.
- Ervil, R., Nurmayuni, D., Sekolah,), Teknologi, T., & Padang, I. (2018). PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN METODE CAMPBELL DUDEK SMITH (CDS) UNTUK MEMINIMUMKAN TOTAL WAKTU PRODUKSI (MAKESPAN). *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 18(2).
- Hanafi, R., Manggenre, S., Asmal, S., Setiawan, I., & Gloryantho, C. (2019). Production scheduling by implementing Campbell Dudek Smith (CDS) and Dannenbring methods: A PVC pipe green production case study. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 343(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/343/1/012007>.
- Imannudin, & Mustofa, F. H. (n.d.). USULAN PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE CAMPBELL DUDEK dan SMITH (CDS) Di Industri Garment. *Diseminasi FTI-1*.
- 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.
- Maylina, R., Fahrizi, & Saleh, K. (2018). PENGARUH PENJADWALAN TERHADAP KINERJA PEGAWAI YANMA POLDA LAMPUNG. *Jurnal Manajemen Mandiri Saburai*, 02(03).
- Muhammad, M., & Wulan, R. (2017). PENJADWALAN OPTIMAL TIPE PRODUKSI FLOWSHOP DUA TAHAP MENGGUNAKAN METODE BRANCH AND BOUND DENGAN MEMPERHATIKAN WAKTU TRANSPORTASI. *Jurnal Kubik*, 2(1).
- Noegroho, E. S. (2019). *Penjadwalan Produksi Cengkeh Dengan Menggunakan Algoritma Genetika di UD Iskandar Pringgohardjo*.
- Nugroho, A. D., & Ekoanindiyo, F. A. (2017). PENJADWALAN PRODUKSI DI PT SAI APPAREL INDUSTRIES SEMARANG. *DINAMIKA TEKNIK*, 10(2), 40–50.
- Nurainun, T., & Oktiantri, W. (2019). Usulan Penjadwalan Job Machine Seri Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) untuk Meminimasi Makespan di UD. Wira Vulkanisir. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 12(2), 62. <https://doi.org/10.24843/jem.2019.v12.i02.p03>
- Purwati, P., & Sari, S. (2020). Analisis Penjadwalan Produksi Dengan Metode Campbell Dudek Smith (CDS), PT. ISM TBK. Divisi Bogasari Flour Mills Jakarta. *OPSI*, 13(ISSN 1693-2102 (print), 2686-2352 (online)). <https://doi.org/10.31315/opsi.v13i2.3674>
- 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).