

**PENYUSUNAN PENJADWALAN PRODUKSI
MENGUNAKAN METODE *CAMPBELL DUDEK SMITH*
(CDS) GUNA MEMINIMASI KETERLAMBATAN
PADA CV. SEKAR LANGGENG**

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



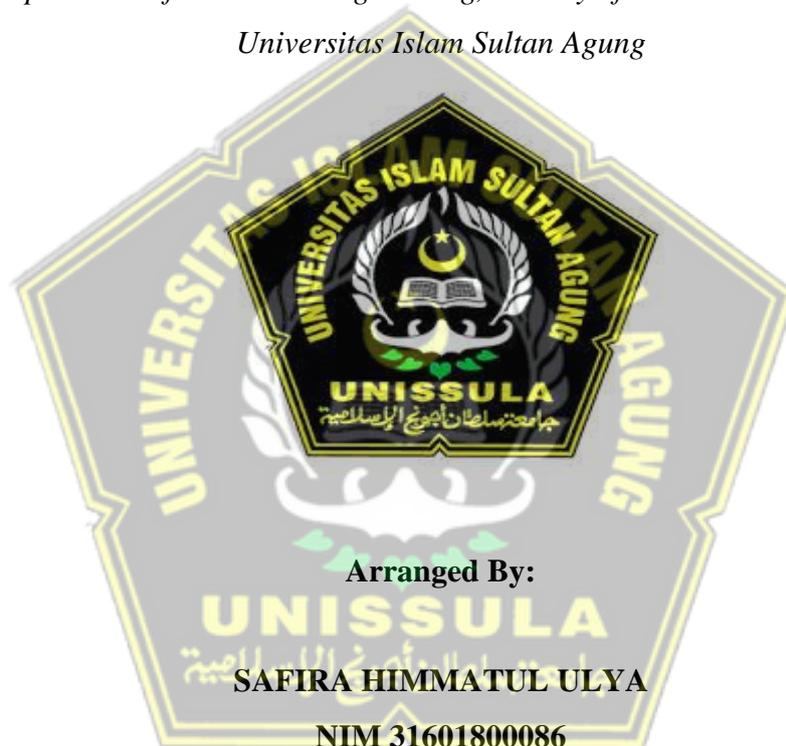
**DISUSUN OLEH:
SAFIRA HIMMATUL ULYA
NIM 31601800086**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
AGUSTUS 2022**

FINAL PROJECT

**DEVELOPMENT OF PRODUCTION SCHEDULING USING
THE CAMPBELL DUDEK SMITH METHOD (CDS) TO
MINIMIZE DELAYS IN CV. SEKAR LANGGENG**

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (SI)
at Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Technology,
Universitas Islam Sultan Agung*



**DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
AUGUST 2022**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "PENYUSUNAN PENJADWALAN PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE *CAMPBELL DUDEK SMITH* (CDS) GUNA MEMINIMASI KETERLAMBATAN PADA CV. SEKAR LANGGENG" ini disusun oleh :

Nama : Safira Himmatul Ulya

NIM : 31601800086

Program Studi : Teknik Industri

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II

Nuzulia Khoiriyah, ST, MT

NIDN. 06-2405-7901

Brav Deva Bernadhi, ST, MT

NIDN. 06-3012-8601

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Nuzulia Khoiriyah, ST, MT

NIK. 210-603-029

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul "PENYUSUNAN PENJADWALAN PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE *CAMPBELL DUDEK SMITH* (CDS) GUNA MEMINIMASI KETERLAMBATAN PADA CV. SEKAR LANGGENG" ini disusun oleh :

Nama : Safira Himmatul Ulya

NIM : 31601800086

Program Studi : Teknik Industri

Telah disahkan oleh dosen penguji pada :

Hari :

Tanggal :



TIM PENGUJI

Anggota I

Muhammad Sagaf, ST, MT

NIDN 06-2303-7705

Anggota II

Rieska Ernawati, ST, MT

NIDN 06-0809-9201

Ketua Penguji

Dr. Ir. Novi Marlyana, ST, MT, IPU, ASEAN Eng

NIDN. 00-1511-7601

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Safira Himmatul Ulya

NIM : 31601800086

Judul Tugas Akhir : PENYUSUNAN PENJADWALAN PRODUKSI
MENGUNAKAN METODE *CAMPBELL DUDEK
SMITH* (CDS) GUNA MEMINIMASI
KETERLAMBATAN PADA CV. SEKAR LANGGENG

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 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, Agustus 2022

Yang Menyatakan



Safira Himmatul Ulya

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Safira Himmatul Ulya

NIM : 31601800086

Judul Tugas Akhir : PENYUSUNAN PENJADWALAN PRODUKSI
MENGUNAKAN METODE *CAMPBELL DUDEK
SMITH* (CDS) GUNA MEMINIMASI
KETERLAMBATAN PADA CV. SEKAR LANGGENG

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas akhir dengan Judul :
**PENYUSUNAN PENJADWALAN PRODUKSI MENGGUNAKAN
METODE *CAMPBELL DUDEK SMITH* (CDS) GUNA MEMINIMASI
KETERLAMBATAN PADA CV. SEKAR LANGGENG**

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dan pangkalan data dan dipublikasikan 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, Agustus 2022

Yang Menyatakan



Safira Himmatul Ulya

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alaamiin

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, rahmat, taufiq, hidayah, kekuatan, dan kesabaran sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-sebaiknya. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Baginda Agung Nabi Muhammad SAW yang kita nantikan syafa'at beliau kelak di Yaumul Qiyamah aamiin.

Segala perjuangan saya hingga titik ini dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini yang berjudul “Penyusunan Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) Guna Meminimasi Keterlambatan Pada CV. Sekar Langgeng” yang saya persembahkan kepada dua orang yang paling berharga dalam hidup saya yaitu Ibu dan Bapak. Terima kasih karena selalu menjaga saya dalam doa-doa Ibu dan Bapak serta selalu mendukung penuh mengejar impian saya.

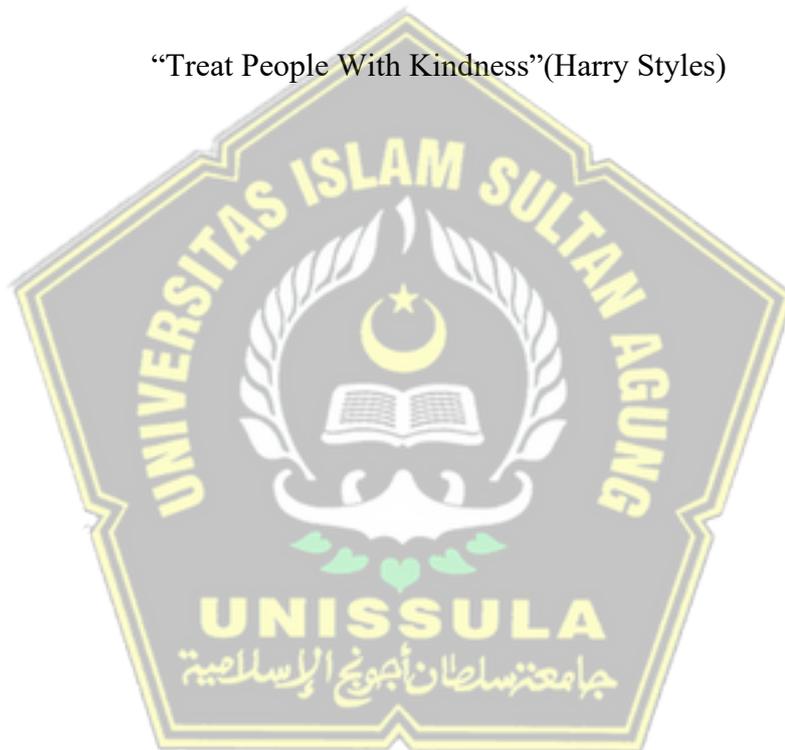
Perjuangan saya juga tidak terlepas dari dukungan sahabat-sahabat saya yang selalu bersedia menjadi ruang saya bercerita, berkeluh kesah, dan mendoakan saya. Terima kasih kepada dosen pembimbing dan dosen penguji saya, serta dosen-dosen FTI UNISSULA yang telah memberikan ilmu-ilmu kepada saya. Di kehidupan baru setelah capaian ini saya akan selalu semangat untuk melakukan dan memberikan yang terbaik dalam mengejar impian saya.

HALAMAN MOTTO

“Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat Allah, melainkan kaum yang kafir” (Q.S Yusuf : 87)

“Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirku, dan apa yang ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkanmu”(Umar bin Khattab)

“Treat People With Kindness”(Harry Styles)



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Penyusunan Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) Guna Meminimasi Keterlambatan Pada CV. Sekar Langgeng”. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang kita nantikan syafa'atnya kelak di Yaumi Qiyamah , aamiin.

Selama penyusunan Laporan Tugas akhir ini, banyak bantuan, dukungan, bimbingan, motivasi, saran dan doa yang saya dapatkan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segenap kerendahan hati saya ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang mendalam kepada :

1. Allah SWT atas segala karunia-Nya yang telah diberikan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak dan Ibu terima kasih atas pengorbanan, kasih sayang, segala dukungan, motivasi, saran, dan doa-doa yang selalu dipanjatkan setiap waktu. Semoga seluruh pengorbanan Ibu, Bapak dibalas kebaikan dan keberkahan dari Allah SWT, aamiin.
3. Ibu Nuzulia Khoiriyah, ST., MT dan Bapak Brav Deva Bernadhi, ST., MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak masukan, saran serta motivasi dari awal pengerjaan Laporan Tugas Akhir ini. Mohon maaf atas segala kesalahan dan keterbatasan yang saya miliki.
4. Ibu Dr. Ir. Novi Marlyana, ST.,MT.,IPU.,ASEAN.Eng, Bapak Akhmad Syakhroni, ST.,M.Eng, dan Ibu Rieska Ernawati, ST,MT selaku dosen penguji yang bersedia memberi masukan berupa saran dan kritik untuk memperbaiki penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ibu Dosen Teknik Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah membimbing dan mengajar saya selama di bangku perkuliahan.
6. Bapak Abdul Jalal dan Ibu Sulis selaku direktur CV Sekar Langgeng serta Mbak Darisa selaku admin CV. Sekar Langgeng yang telah membantu saya,

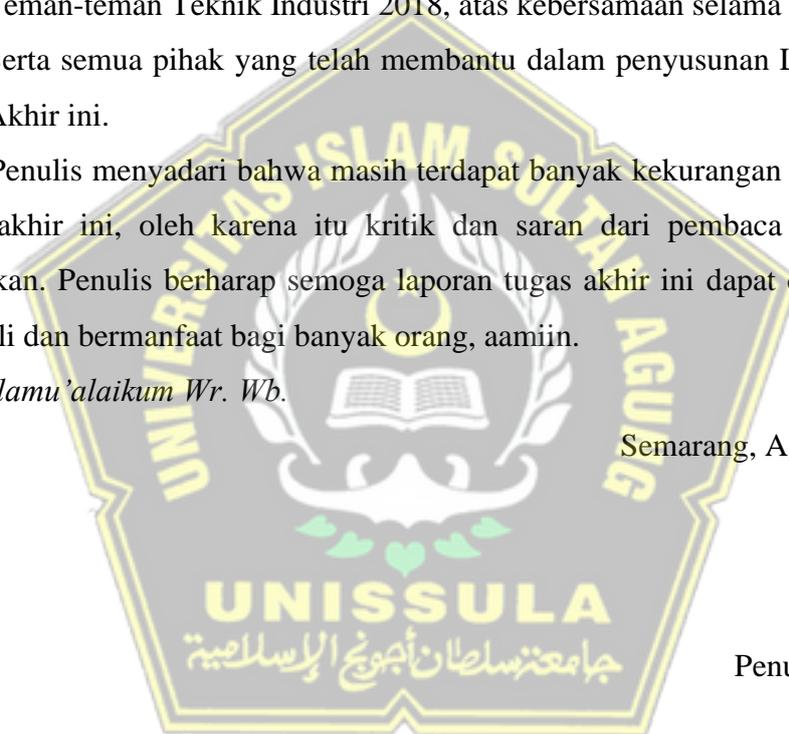
memberikan masukan, pengetahuan, dan pengarahan selama penelitian tugas akhir ini.

7. Kakak saya Alfin dan adik-adik saya Romi dan Billy, terimakasih atas semangat dan doa yang telah diberikan.
8. Sahabat-sahabat saya (Nurchayati, Lisah, Ayu, Riska) yang selalu memberikan semangat dan do'a.
9. Teman-teman BEM FTI UNISSULA, atas kebersamaan, waktu, dan pembelajaran untuk terus berproses.
10. Teman-teman Teknik Industri 2018, atas kebersamaan selama ini.
11. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan tugas akhir ini, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca masih sangat diharapkan. Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat dikembangkan kembali dan bermanfaat bagi banyak orang, aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, Agustus 2022



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN MOTTO	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Tujuan.....	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.....	14
2.2.1 Penjadwalan Produksi	14
2.2.2 Pengertian Penjadwalan Produksi	15
2.2.3 Fungsi Penjadwalan Produksi	15
2.2.4 Tujuan Penjadwalan Produksi.....	15
2.2.5 Istilah-istilah Dalam Penjadwalan.....	17

2.2.6	Jenis-jenis Penjadwalan	17
2.2.8	Metode <i>Campbel, Dudek dan Smith</i> (CDS)	24
2.2.9	<i>Gantt Chart</i>	28
2.3.1	Kerangka Teoritis.....	28
2.3.2	Hipotesa.....	31
BAB III METODE PENELITIAN		32
3.1	Pengumpulan Data	32
3.2	Teknik Pengumpulan Data	32
3.3	Pengujian Hipotesa.....	33
3.4	Metode Analisis.....	33
3.5	Pembahasan	33
3.6	Penarikan Kesimpulan.....	33
3.7	Diagram Alir.....	34
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		36
4.1	Pengumpulan Data	36
4.1.1	Profil Perusahaan	36
4.1.2	Alur Proses Produksi.....	37
4.1.3	Lantai Produksi CV Sekar Langgeng.....	39
4.1.4	Data Produksi	44
4.1.5	Data Stasiun Kerja (<i>Work center</i>).....	44
4.1.6	Data Pengamatan <i>Cycle Time</i>	45
4.2	Pengolahan Data.....	51
4.2.1	Uji Kecukupan Data	52
4.2.2	Rekapitulasi Uji Kecukupan Data	53
4.2.3	Uji Keseragaman Data	57
4.2.4	Rekapitulasi Uji Keseragaman Data	59
4.2.5	Perhitungan Waktu Proses	63
4.2.6	Penjadwalan Perusahaan Saat Ini.....	65
4.2.7	Penjadwalan dengan Metode CDS (Campbell Dudek Smith)	69
4.3.1	Analisa Metode Perusahaan <i>First Come Fist Service</i> (FCFS).....	85
4.3.2	Analisa Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS).....	86

4.3.3	Interpretasi.....	88
4.4	Pembuktian Hipotesa.....	89
BAB V PENUTUP.....		92
5.1	Kesimpulan.....	92
5.2	Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Pengiriman Barang	2
Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka.....	10
Tabel 2.2 Contoh tabel <i>Flowshop</i>	19
Tabel 2.3 Contoh tabel proses <i>Jobshop</i>	20
Tabel 4.1 Data Produksi CV Sekar Langgeng.....	44
Tabel 4.2 Data Stasiun Kerja.....	44
Tabel 4.3 Code Operasi	45
Tabel 4.4 Cycle Time Job A.....	47
Tabel 4.5 Cycle Time Job B.....	48
Tabel 4.6 Cycle Time Job C.....	48
Tabel 4.7 Cycle Time Job D.....	49
Tabel 4.8 Cycle Time Job E.....	49
Tabel 4.9 Cycle Time Job F.....	50
Tabel 4.10 Cycle Time Job G.....	50
Tabel 4.11 Cycle Time Job H.....	51
Tabel 4.12 Cycle Time Job I.....	51
Tabel 4.13 Pengukuran Waktu WC 1 Job A.....	52
Tabel 4.14 Rekapitulasi Kecukupan Data Job A.....	53
Tabel 4.15 Rekapitulasi Kecukupan Data Job B.....	53
Tabel 4.16 Rekapitulasi Kecukupan Data Job C.....	54
Tabel 4.17 Rekapitulasi Kecukupan Data Job D.....	54
Tabel 4.18 Rekapitulasi Kecukupan Data Job E.....	55
Tabel 4.19 Rekapitulasi Kecukupan Data Job F.....	55
Tabel 4.20 Rekapitulasi Kecukupan Data Job G.....	56
Tabel 4.21 Rekapitulasi Kecukupan Data Job H.....	56
Tabel 4.22 Rekapitulasi Kecukupan Data Job I.....	57
Tabel 4.23 Rekapitulasi keseragaman data Job A.....	59
Tabel 4.24 Rekapitulasi keseragaman data Job B.....	60
Tabel 4.25 Rekapitulasi keseragaman data Job C.....	60
Tabel 4.26 Rekapitulasi keseragaman data Job D.....	61

Tabel 4.27 Rekapitulasi keseragaman data Job E	61
Tabel 4.28 Rekapitulasi keseragaman data Job F.....	62
Tabel 4.29 Rekapitulasi keseragaman data Job G	62
Tabel 4.30 Rekapitulasi keseragaman data Job H.....	63
Tabel 4.31 Rekapitulasi keseragaman data Job I.....	63
Tabel 4.32 Perhitungan Waktu Proses	64
Tabel 4.33 Waktu Proses 9 Job	65
Tabel 4.34 Perhitungan Makespan Perusahaan Saat Ini.....	66
Tabel 4.36 Waktu Proses 9 produk pada 11 work center	70
Tabel 4.37 Iterasi 1 CDS	70
Tabel 4.38 Pengurutan Job	71
Tabel 4.39 Iterasi 2 CDS	72
Tabel 4.40 Iterasi 3 CDS	73
Tabel 4.41 Iterasi 4 CDS	74
Tabel 4.42 Iterasi 5 CDS	74
Tabel 4.43 Iterasi 6 CDS	75
Tabel 4.44 Iterasi 7 CDS	76
Tabel 4.45 Iterasi 8 CDS	76
Tabel 4.46 Iterasi 9 CDS	77
Tabel 4.47 Iterasi 10 CDS	78
Tabel 4.48 Hasil Perhitungan CDS	78
Tabel 4.49 Perhitungan Makespan CDS	80
Tabel 4.50 Idle Time Work center dengan metode First Come First Service (FCFS).....	85
Tabel 4.51 Hasil urutan Job dengan metode CDS.....	86
Tabel 4.52 Idle Time Work center dengan Metode CDS	87
Tabel 4.53 Perbandingan Metode.....	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Aliran <i>Flow Shop</i>	19
Gambar 2.2 Pola aliran General <i>Flowshop</i>	19
Gambar 2.3 Pola aliran <i>Jobshop</i>	20
Gambar 2.4 Aliran proses tipe <i>Job Shop</i>	22
Gambar 2.5 Aliran Kerja <i>Flowshop</i> Murni	23
Gambar 2.6 Aliran Kerja <i>Flowshop</i> umum	23
Gambar 2.7 Contoh Gantt Chart.....	28
Gambar 2.7 Kerangka Teoritis	30
Gambar 4.1 CV Sekar Langgeng dan CV Sekar Margi Utama.....	36
Gambar 4.2 Work Center CV Sekar Langgeng dan CV Sekar Margi Utama	37
Gambar 4.3 Produk Lemari dan Kasur CV Sekar Langgeng	37
Gambar 4.4 Produk Meja dan Kursi CV Sekar Langgeng	37
Gambar 4.5 Alur Proses Produksi CV Sekar Langgeng.....	38
Gambar 4.6 moisture meter	39
Gambar 4.7 Alat semprot	39
Gambar 4.8 Proses Pembongkaran.....	40
Gambar 4.9 Alat Gerinda.....	40
Gambar 4.10 Proses penghalusan menggunakan gerinda	40
Gambar 4.11 Mesin Kitir.....	41
Gambar 4.12 Proses Pendempulan Dan Pengamplasan	41
Gambar 4.13 Proses sanding	42
Gambar 4.14 Proses pengecatan dan shading.....	42
Gambar 4.15 Proses pengamplasan 2	42
Gambar 4.16 Proses pengecekan QC	43
Gambar 4.17 Bagian-bagian furniture yang sudah dirakit	43
Gambar 4.18 Grafik Uji Keseragaman Data	59

ABSTRAK

CV. Sekar Langgeng merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur dan memproduksi berbagai jenis mebel menggunakan sistem produksi *make to order*. Pola produksi pada perusahaan ini memiliki urutan produksi yang sama, biasa disebut dengan pola produksi *Flow Shop*. Sistem penjadwalan pada perusahaan menggunakan aturan *First Come First Served* (FCFS). Dalam hal ini perusahaan sering mengalami keterlambatan pengiriman barang yang mengakibatkan adanya *complain* dari pihak pelanggan. Masalah tersebut diakibatkan karena penjadwalan perusahaan belum optimal dan tidak dilakukan perhitungan yang pasti dan hanya menggunakan insting saja. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan adanya penyusunan serta perhitungan penjadwalan produksi dengan tujuan untuk menentukan penjadwalan yang efektif sehingga tidak terjadi keterlambatan pengiriman barang. Metode yang digunakan yaitu *Campbell Dudek Smith* (CDS) yang nantinya akan dibandingkan dengan perhitungan penjadwalan sesuai aturan perusahaan, *First Come First Served* (FCFS). Hasil Perhitungan dengan metode CDS menghasilkan urutan *Job* dengan nilai *makespan* terkecil sebesar 10.682 menit dan urutan prioritas yang dihasilkan adalah A-I-B-D-C-E-G-H-F. Hasil perhitungan dengan metode FCFS menghasilkan nilai *makespan* terkecil sebesar 12.714,57 menit dengan urutan prioritas A-B-C-D-E-F-G-H-I. Perhitungan menggunakan metode CDS menghasilkan nilai *makespan* yang lebih kecil dengan selisih nilai *makespan* sebesar 2.032,57 menit dan persentase penghematan *makespan* sebesar 19,02% artinya metode CDS menghasilkan penjadwalan yang lebih efektif.

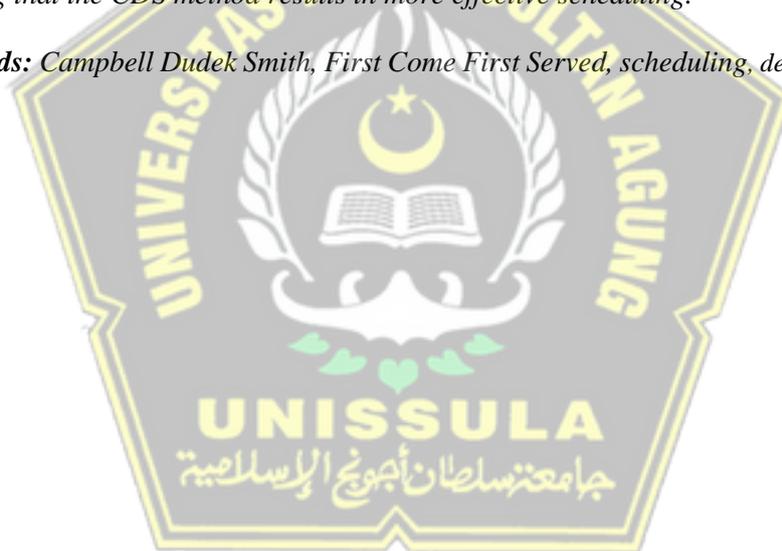
Kata kunci : *Campbell Dudek Smith*, *First Come First Served*, penjadwalan, keterlambatan pengiriman barang.



ABSTRACT

CV. Sekar Langgeng is a company engaged in the manufacturing industry and produces various types of furniture using a make to order production system. The production pattern in this company has the same production sequence, commonly known as the Flow Shop production pattern. The company's scheduling system uses the First Come First Served (FCFS) rule. In this case the company often experiences delays in the delivery of goods which results in complaints from the customer. This problem is caused because the company's scheduling is not optimal and no exact calculations are carried out and only use instinct. Based on this, it is necessary to prepare and calculate the production schedule with the aim of determining an effective schedule so that there is no delay in the delivery of goods. The method used is Campbell Dudek Smith (CDS) which will be compared with scheduling calculations according to company rules, First Come First Served (FCFS). Calculation results using the CDS method produce a Job sequence with the smallest makespan value of 10682 minutes and the resulting priority order is A-I-B-D-C-E-G-H-F. Calculations using the CDS method result in a smaller makespan value with a difference in the makespan value of 2,032.57 minutes and a makespan saving percentage of 19.02% meaning that the CDS method results in more effective scheduling.

Keywords: *Campbell Dudek Smith, First Come First Served, scheduling, delays in delivery*



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penjadwalan merupakan pemanfaatan terencana dari sumber daya yang tersedia untuk mencapai hasil yang diinginkan dalam kerangka waktu yang telah ditentukan. Mengalokasikan sumber daya atau mesin yang ada untuk menyelesaikan serangkaian kegiatan dalam kerangka waktu yang telah ditentukan serta memperhatikan sumber daya yang ada dikenal sebagai penjadwalan (Kurnia et al., 2013). Penjadwalan produksi sangat penting dalam perusahaan yang memproduksi barang secara *make to order* atau sesuai dengan apa yang dipesan oleh pelanggan. Penjadwalan produksi dapat berguna untuk mengetahui urutan proses produksi yang nantinya dapat membawa keuntungan pada perusahaan yang menerapkannya.

CV Sekar Langgeng terletak di desa Blingoh, kecamatan Donorojo, kabupaten Jepara, Jawa Tengah. CV Sekar Langgeng memproduksi berbagai macam produk seperti meja, kursi, lemari, sofa, dan perabot lainnya. Sistem produksi *make-to-order* digunakan oleh perusahaan ini dimana produk dibuat berdasarkan apa yang diinginkan konsumen. Pola produksi *Flowshop* digunakan pada aliran proses produksinya, setiap produk akan melewati proses pada mesin yang sama. Aturan *First Come First Served* (FCFS) digunakan untuk penjadwalan diperusahaan, pesanan yang masuk terlebih dulu akan lebih dahulu diproses, sehingga urutan pekerjaan disesuaikan dengan urutan pesanan yang masuk terlebih dahulu. Namun proses penjadwalan tersebut tidak dilakukan perhitungan yang pasti dan hanya menggunakan insting atau perkiraan saja, belum bisa dipastikan total waktu pengerjaannya (*makespan*) serta tidak terdeteksi berapa lama waktu menganggur (*idle time*) yang terjadi pada setiap proses produksi. Adanya hasil penjadwalan yang diperoleh dari sekedar perkiraan juga menimbulkan masalah berupa adanya keterlambatan pengiriman barang dikarenakan tanggal pengiriman barang molor dari waktu *due date* yang telah dijanjikan.

Hal tersebut juga menimbulkan adanya keluhan dari pelanggan yang biasanya disampaikan melalui telepon seluler mengenai kapan barang akan dikirimkan. Kemudian perusahaan memberikan solusi berupa adanya pengiriman susulan dimana biaya pengiriman susulan akan ditanggung oleh perusahaan. Solusi tersebut bukanlah solusi yang efektif dikarenakan jika sering terjadi *complain* maka akan berdampak pada hilangnya kepercayaan pelanggan terhadap perusahaan. Data pengiriman barang pada CV Sekar Langgeng dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1.1 Data Pengiriman Barang

No.	Paket Pengadaan Mebeulair	Tanggal Pengiriman (<i>Due Date</i>)	Tanggal Pengiriman Susulan
1.	Pengadaan meubelair rumah susun ASN Pemkab OKU Timur	15 Mei 2021	-
2.	Pengadaan meubelair rumah susun universitas sriwijaya	01 Agustus 2021	09 September 2021
3.	Pengadaan meubelair rumah susun ponpes bait al-qur'an	05 Agustus 2021	06 September 2021
4.	Pengadaan meubelair rumah susun ponpes darul fadhilah	02 September 2021	-
5.	Pengadaan meubelair rumah susun kemkumham	07 September 2021	14 September 2021
6.	Pengadaan meubelair rumah susun Pemkot Batam	27 September 2021	25 Oktober 2021
7.	Pengadaan meubelair rumah susun seimangke	01 Oktober 2021	16 Oktober 2021
8.	Pengadaan meubelair rumah susun stai mempawah	06 Oktober 2021	17 November 2021

Tabel 1.1 Data Pengiriman Barang (Lanjutan)

9.	Pengadaan meubelair rumah susun korem 133 NW kodam XIII Merdeka	27 Oktober 2021	29 Oktober 2021
10.	Pengadaan meubelair rumah susun Polres Gorontalo Utara	16 November 2021	29 November 2021
11.	Pengadaan meubelair rumah susun Stisipol Raja Haji	13 Desember 2021	15 Desember 2021

Sumber: CV. Sekar Langgeng, 2021

Pada tabel 1.1 diketahui pada *point 2* terdapat pengiriman susulan. Paket pengadaan meubelair rumah susun Universitas Sriwijaya dikirim pada tanggal 1 Agustus 2021 sesuai dengan kesepakatan awal dengan pelanggan bahwa barang akan dikirim pada tanggal tersebut. Namun realitanya pada tanggal tersebut barang permintaan pelanggan belum sepenuhnya selesai, sehingga perusahaan menjanjikan pengiriman susulan pada tanggal 9 September 2021 untuk memenuhi kekurangan dari total jumlah pesanan awal.

Keterlambatan pengiriman barang yang mengakibatkan adanya pengiriman susulan untuk memenuhi kekurangan dari total jumlah pesanan tidak hanya terjadi satu kali, namun terjadi pada beberapa paket pengadaan barang seperti pada tabel. Jika ini terjadi secara teratur, klien akan mulai kehilangan kepercayaan pada perusahaan, yang akan mengarah pada bahaya kehilangan bisnis yang lebih besar. Selain itu dengan adanya keterlambatan pengiriman barang akan berdampak pada mundurnya jadwal produksi pada pesanan selanjutnya.

Berdasarkan masalah yang ada pada perusahaan maka perlu adanya perhitungan penjadwalan produksi menggunakan aturan yang telah ditetapkan serta perlu adanya metode pembandingan dimana nantinya selain mengetahui berapa nilai *makespan* pada setiap produksi juga dapat diperoleh nilai *makespan* yang lebih efektif.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menentukan jadwal produksi yang efektif dalam waktu penyelesaian operasi agar permintaan konsumen dapat terpenuhi tepat waktu?
2. Bagaimana hasil perbandingan antara usulan perbaikan penjadwalan dan penjadwalan perusahaan serta urutan pekerjaannya?
3. Berapa lama waktu penyelesaian operasi (*makespan*) yang paling minimum?

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah diberikan agar penelitian tidak melenceng tujuan penelitian yaitu sebagai berikut:

- a. Waktu penelitian dilakukan selama 5 bulan dimulai sejak November 2021 – Maret 2022
- b. Data yang digunakan berupa data hasil riset lapangan yang terdiri dari dokumentasi, observasi dan *interview* kepada pihak terkait.
- c. Perusahaan yang diteliti hanya di CV. Sekar Langgeng
- d. Penelitian dilakukan pada produksi *make to order*.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui cara melakukan perhitungan penjadwalan agar didapat penjadwalan produksi yang efektif sehingga tidak terjadi keterlambatan pengiriman barang.
2. Mengetahui hasil perbandingan penjadwalan perusahaan dengan penjadwalan dengan menggunakan metode usulan serta mengetahui urutan pekerjaannya.
3. Mengetahui lama waktu penyelesaian operasi (*makespan*) yang paling minimum.

1.5 Manfaat Penelitian

Perusahaan akan menuai keuntungan dari penelitian ini dalam dua cara:

a. Bagi Perusahaan

Bagi perusahaan dapat digunakan sebagai acuan atau referensi dalam penjadwalan produksi dan penentuan tanggal jatuh tempo produksi untuk memastikan bahwa konsumen menerima produk mereka tepat waktu.

b. Bagi Peneliti

Menjadi kesempatan bagi peneliti untuk menerapkan teori yang telah mereka pelajari dan berpikir logis untuk menghasilkan solusi atas masalah penjadwalan produksi di CV. Sekar Langgeng

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut merupakan sistematika penulisan laporan tugas akhir:

BAB I PENDAHULUAN

Ada beberapa aspek dalam pembuatan laporan akhir yang dibahas dalam bab ini, antara lain latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Pada bab ini mencakup tinjauan berbagai publikasi akademis dan landasan teoretis yang terkait dengan konsep penjadwalan produksi, termasuk teknik penjadwalan Campbell Dudek Smith (CDS) dan *Gantt chart*

BAB III METODE PENELITIAN

Di sini, Anda akan menemukan lokasi dan waktu penelitian, serta jenis penelitian apa yang dilakukan dan bagaimana penerapannya pada kesulitan penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian, termasuk hasil uji kecukupan data dan keseragaman, hasil penjadwalan dengan menggunakan metode penjadwalan *First Come First Serve* (FCFS) dan *Campbell Dudek Smith* (CDS), analisis hasil perhitungan, interpretasi dan pembuktian hipotesis, termasuk dalam bab ini.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran yang nantinya akan berguna bagi perusahaan sebagai acuan atau referensi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Setelah dilakukan tinjauan pada beberapa referensi pustaka ditemukan beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini. Referensi pertama yang sesuai dengan penelitian ini adalah “Scheduling Production Flow Shop Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) dan Nawaz Ensore Ham (NEH)” dan dilakukan oleh Roy Khrisman P, Evi Febrianti, dan Lely Herlina. PT. Putri Riwayu Jaya mengalami kesulitan dalam memenuhi permintaan konsumen secara tepat waktu, oleh karena itu penelitian ini mencoba mengakomodir sistem perusahaan saat ini. Ketidaktepatan jadwal pengiriman pesanan disebabkan oleh jadwal produksi yang salah atau sistem penjadwalan produksi yang tidak efisien. Metode penjadwalan produksi Campbell, Dudek, Smith dan Nawaz, Ensore, Ham digunakan untuk mengidentifikasi urutan produksi terbaik untuk sebuah perusahaan menggunakan tata letak lantai produksi *flow shop* untuk mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu barang. Diperoleh total makespan 6828.375 menit menggunakan pendekatan CDS dari K2, K4, dan K6, dengan urutan pekerjaan 3-2-4-1-5-6. Pesanan dengan total waktu pembuatan 6828.375 menit dihitung mengikuti pendekatan yang digunakan oleh NEH memperoleh urutan pekerjaan 3-2-4-1-5-6. Dengan menggunakan CDS dapat mengurangi waktu selama 371.625 menit.

Kajian kedua terkait dengan penelitian penulis dilakukan oleh Annisa Aulia Sambas pada tahun 2019 dengan judul “Optimasi *Flow Shop Scheduling* dengan *Parallel Machines* untuk Meminimalkan Makespan dan *Delay* Menggunakan Algoritma CDS di Industri Manufaktur Pesawat Terbang”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menetapkan urutan terbaik di mana posisi baru dapat dibuat untuk meminimalkan *idle time* dan makepan. Pendekatan *Campbell Dudek Smith* (CDS) digunakan untuk membandingkan temuan yang diperoleh dengan jadwal yang ada, yang menggunakan metode MOPNR. Dengan MOPNR, total waktu yang dihabiskan adalah 18.895,5 menit. Ketika pendekatan CDS digunakan, Makespan

minimal diturunkan sebesar 18% dari Makespan yang sebenarnya, menghasilkan jangka waktu 15.478 hari.

Referensi ketiga yang sesuai dengan penelitian ini adalah “Penjadwalan Kerja Optimal untuk Meminimalkan Keterlambatan di PT. Mandiri Jogja International” oleh Mohamad Sholeh tahun 2021. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari jadwal kerja yang terbaik agar tidak terjadi keterlambatan. Teknik *Campbell Dudek Smith* (CDS) dan pendekatan FCFS (*First Come First Service*) digunakan untuk menjadwalkan pekerjaan, dan temuan menunjukkan bahwa metode CDS memiliki rentang waktu 467,2 jam, waktu aliran rata-rata 385 jam, nilai utilitas sebesar 30,33 persen, dan rata-rata keterlambatan 0,75 hari. Dengan FCFS waktu pembuatan 469,2 jam, waktu aliran rata-rata 391,275 jam, nilai utilitas 29,97 persen, dan penundaan rata-rata 1,75 hari. Metode FCFS yang digunakan oleh perusahaan masih jauh dari sempurna. Ini berarti bahwa pendekatan CDS lebih baik daripada pendekatan FCFS yang saat ini digunakan oleh perusahaan.

Referensi keempat yang sesuai dengan penelitian ini adalah penelitian Usmawar pada tahun 2015 menulis penelitian yang berjudul “Analisis Penjadwalan Produksi dengan Metode Campbell Dudek Smith dan Heuristic Palmer untuk Meminimalkan Waktu Kerja (Makespan) Studi Kasus pada CV. Wimbohono Semarang”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan penjadwalan produksi dengan menurunkan jumlah pekerjaan yang menumpuk selama proses manufaktur sehingga mengurangi waktu pemrosesan keseluruhan (makespan). Hasil dari CDS tradisional (*Campbell, Dudek & Smith*), dan heuristik Palmer dengan nilai makespan 250 menit, lebih kecil dari yang berasal dari algoritma parsial CDS (*Campbell, Dudek, dan Smith*) dan Palmer dengan jadwal produksi 1-4-3-2. Dengan kata lain, perusahaan harus menggunakan teknik algoritma CDS (*Campbell, Dudek & Smith*) parsial.

Referensi kelima yang sesuai dengan penelitian ini adalah penelitian oleh Abdul Mail, dkk pada tahun 2018 dengan judul “Analisis Penjadwalan Produksi dengan Metode *Campbell Dudek Smith* dan Palmer Pada PT. Bobi Agung Indonesia”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi nilai total waktu penyelesaian pekerjaan dengan penjadwalan *Campbell Dudek Smith* dan

metode Palmer dimana didapatkan hasil total *makespan* dengan metode CDS adalah 5918,71 menit dan Palmer adalah 6771,554 menit dengan selisih sebesar 852,844 menit, dimana metode CDS memiliki waktu penyelesaian yang lebih singkat.

“Analisis Penjadwalan Produksi di PT Loka Refractoris Surabaya dengan Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith, Palmer dan Dannenbring*” dilakukan oleh Nisa Masruroh pada tahun 2016, dan merupakan penelitian keenam yang terkait dengan pekerjaan penulis. Dengan menentukan rencana produksi yang paling efisien, akan dimungkinkan untuk memenuhi permintaan pelanggan akan produk dengan tetap memberikan kualitas layanan yang mereka harapkan. Hasil menunjukkan bahwa teknik CDS dan Dannenbring memberikan hasil terbaik, dengan waktu 30 hari 4 jam kerja, waktu tersebut lebih singkat dari cara yang digunakan oleh perusahaan selama ini, yaitu 39 hari 8 jam.



Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka

No	Penelitian	Judul	Sumber	Metode	Permasalahan	Solusi
1.	(Kharisma P. et al., 2017)	Penjadwalan Produksi <i>Flow Shop</i> Menggunakan Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) dan <i>Nawaz Enscore Ham</i> (NEH)	Jurnal Teknik Industri (JTI) Vol. 4 No. 1 Maret 2016, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa	Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) dan <i>Nawaz Enscore Ham</i> (NEH)	Perusahaan sering mengalami masalah dalam melayani kebutuhan pelanggan mereka secara tepat waktu. Jadwal pengiriman pesanan yang tidak akurat adalah akibat dari jadwal produksi yang buruk atau sistem penjadwalan produksi yang di bawah standar.	Solusi dengan menentukan urutan produksi optimal untuk meminimumkan makespan dengan metode CDS dan NEH kemudian membandingkan hasil keduanya.
2.	(Annisa Aulia Sambas et al., 2019)	Optimasi Penjadwalan <i>Flow Shop</i> Dengan Mesin Paralel untuk Minimasi Makespan dan Keterlambatan Menggunakan Algoritma CDS di Industri Manufaktur Pesawat Terbang	Jurnal Vol. 2 <i>Issue</i> 3-2019, Universitas Sumatera Utara	Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) dan <i>Most Operation Remaining</i> (MOPNR)	Beberapa item tidak dapat dipasok tepat waktu karena waktu tunggu proses pemesinan yang panjang. Saat menentukan pesanan produksi, metode yang dikenal sebagai (MOPNR) digunakan, yang menunjukkan bahwa pekerjaan yang paling penting diberikan prioritas utama.	Solusi yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan penjadwalan produksi dengan metode <i>Campbell, Dudek dan Smith</i> (CDS) digunakan untuk mengetahui urutan <i>Job</i> baru sehingga dapat meminimasi makespan dan keterlambatan

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka (Lanjutan)

					waktu pemrosesan paling lama. Akibatnya, peraturan pengiriman perusahaan tidak memperhitungkan tanggal jatuh tempo setiap pekerjaan, sehingga pekerjaan tertentu terlambat untuk diserahkan.	
.3.	(Mohamad Sholeh, Endang Widuri, 2021)	Penjadwalan Pekerjaan Yang Optimal Untuk Meminimasi Keterlambatan Pada PT. Mandiri Jogja Internasional	Jurnal Rekavasi Vol. 9 No.1 2021, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta	Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) dan metode (<i>First Come First Service</i>) FCFS	Dalam membuat jadwal, perusahaan seringkali dihadapkan pada beberapa kendala seperti ketersediaan mesin, keterbatasan sumber daya untuk beberapa pekerjaan dan due date yang telah dikompromikan kepada pelanggan.	Solusi yang dilakukan adalah menentukan penjadwalan pekerjaan yang optimal untuk meminimalisir keterlambatan yang terjadi menggunakan metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS).
4.	(Usmawar, 2016)	Analisa Penjadwalan Produksi Dengan Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> Dan Heuristic Palmer	Tugas Akhir (Oktober 2016), Universitas Islam Sultan	Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> dan Heuristic Palmer.	Ada penundaan yang signifikan dalam mesin sistem produksi. Seluruh waktu pemrosesan terpengaruh sebagai hasilnya (makespan).	Solusi yang dilakukan adalah dengan dilakukan penjadwalan produksi yang efektif dengan mengurangi

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka (Lanjutan)

		Untuk Meminimasi Waktu Kerja (Makespan) Studi Kasus Pada CV. Wimbohono Semarang	Agung Semarang			dan mampu meminimalkan lamanya waktu pengerjaan total (makespan) dengan menggunakan metode CDS dan Heuristik Palmer menumpuknya pekerjaan dalam sebuah produksi
5.	(Mail et al., 2018)	Analisis Penjadwalan Produksi dengan Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> dan Palmer Pada PT. Bobi Agung Indonesia	Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM) tahun 2018, Universitas Muslim Indonesia	Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> dan Palmer	Banyak pekerjaan harus diselesaikan pada saat yang sama ketika ada sejumlah terbatas mesin dan peralatan yang tersedia untuk dikerjakan.	Solusi yang dilakukan adalah melakukan penjadwalan dengan metode <i>Campbell Dudek Smith</i> dan Palmer kemudian dicari yang paling optimal dan didapatkan metode CDS lebih optimal.

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka (Lanjutan)

6.	(Nisa Masruroh, 2016)	Analisa Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith, Palmer, dan Dannenbring di PT. Loka Refraktorisi Surabaya	<i>Journal of Industrial Engineering and Management</i> ISSN 1907-5146, UPN Veteran Jawa Timur	Metode <i>Campbell Dudek Smith, Palmer, dan Dannenbring</i>	Karena penjadwalan produksi yang buruk, PT Loka Refraktorisi mengalami keterlambatan pengiriman produk ke beberapa kliennya. Hal ini menyebabkan masalah penjadwalan. Hal ini disebabkan kurangnya efisiensi dalam proses pembuatannya. Akibatnya, kepuasan konsumen cenderung menurun.	Solusi yang dilakukan adalah dilakukan penjadwalan produksi dengan metode <i>Campbell Dudek Smith, Palmer, dan Dannenbring</i> sehingga diperoleh hasil yang optimal
----	-----------------------	--	---	---	---	--

Berdasarkan tinjauan pustaka yang menjadi acuan dalam penelitian ini, diketahui bahwa dalam penyelesaian persoalan penjadwalan *Flowshop* dapat diselesaikan dengan menggunakan beberapa alternatif metode diantaranya metode *Campbell Dudek Smith*, *Heuristic Palmer* dan *Dannenber*. Pada penelitian kali ini metode yang dipilih adalah metode *Campbell Dudek Smith* dikarenakan berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan metode *Campbell Dudek Smith* cenderung lebih efektif daripada metode lainnya, dapat dilihat dari solusi akhir banyak menunjukkan bahwa metode *Campbell Dudek Smith* lebih efektif dan optimal. Metode *Campbell Dudek Smith* memberikan beberapa alternatif urutan *Job* yang kemudian urutan *Job* tersebut dapat dibandingkan untuk mencari waktu proses terkecil. Sedangkan untuk metode *Heuristic Palmer* perhitungannya lebih sederhana serta hanya menghasilkan satu alternatif urutan *Job* saja. Sedangkan untuk metode *Dannenber* perhitungan lebih rumit karena perlu mekanisme *local search* nya terlebih dahulu dan akan menghasilkan alternatif yang sangat banyak sehingga proses perhitungan *makespan* akan sangat lama.

Menurut *Campbell Dudek Smith* telah memeriksa tekniknya secara menyeluruh dan membandingkan keefektifannya dengan *Heuristic Palmer* dalam sejumlah kasus. Baik untuk masalah kecil maupun besar, mereka telah menemukan bahwa teknik CDS mengungguli metode *Palmer* dan *Dannenbring*. Selain itu, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menghitung adalah sama (Rita, 2013).

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Penjadwalan Produksi

Mengalokasikan sumber daya atau peralatan yang ada untuk menyelesaikan serangkaian kegiatan dalam jumlah waktu yang telah ditentukan dikenal sebagai penjadwalan (Gozali, 2013). Dalam kondisi tersebut dimana kompetisi semakin ketat, perlu adanya penjadwalan produksi yang optimal dan efektif agar permintaan konsumen dapat dipenuhi dengan baik sehingga memberi dampak positif bagi perusahaan.

2.2.2 Pengertian Penjadwalan Produksi

Sistem penjadwalan atau penjadwalan pertama kali diperkenalkan oleh *Henry Laurence Gantt*. Sistem penjadwalan tersebut pertama kali diperhatikan sekitar awal abad ke 20. Pada tahun 1950an penjadwalan mulai memasuki bidang riset operasi. Dalam pemecahan masalah penjadwalan tersebut digunakan *Dynamic Programming* dan *Integer Programming*. Teknologi penjadwalan menarik peneliti operasi, pemrogram, dan insinyur industri yang melakukan studi mendalam tentang masalah penjadwalan yang semakin rumit.

Penjadwalan adalah alokasi sumber daya untuk serangkaian tugas yang harus diselesaikan dalam kerangka waktu yang telah ditentukan. Keputusan penjadwalan meliputi urutan pekerjaan (*sequencing*), jam mulai dan akhir pekerjaan (*timing*), dan urutan penyelesaian pekerjaan (*routing*). *Sequencing* merupakan salah satu masalah yang berkaitan dengan penjadwalan. Masalah pengurutan produksi ini merupakan acuan urutan pekerjaan yang harus diselesaikan dalam kerangka waktu tertentu (Gozali, 2013).

Perbedaan utama antara perencanaan dan penjadwalan adalah bahwa penjadwalan lebih berorientasi pada waktu daripada perencanaan (kerangka waktu). Istilah "perencanaan" mengacu pada proses menggambarkan situasi selama jangka waktu (bulan atau tahun). Dalam penyelesaian suatu aktivitas dalam kerangka waktu yang lebih singkat, penjadwalan adalah tugas yang jauh lebih melibatkan (jam, hari, atau minggu). Ini terutama tentang alokasi sumber daya yang dapat digunakan setiap saat (sumber daya terbatas) daripada penjadwalan (Sari, 2019).

2.2.3 Fungsi Penjadwalan Produksi

Tujuan utama dari penjadwalan produksi adalah untuk memastikan bahwa proses produksi berjalan pada kapasitas maksimum, dengan waktu produksi yang minimal, dan bahwa kualitas dan kuantitas *output* yang diinginkan dapat diproduksi tepat waktu (Yogi, 2016).

2.2.4 Tujuan Penjadwalan Produksi

Tujuan penjadwalan menurut Baker pada (Widodo, 2014), yaitu :

1. Dengan meminimalkan jumlah waktu mesin idle, Anda dapat meningkatkan produksinya.

2. Persediaan barang dalam proses dapat dikurangi untuk menghemat biaya penyimpanan dengan mengurangi jumlah rata-rata tugas yang menunggu dalam antrean untuk mesin yang tersedia.
3. Dimungkinkan untuk mengurangi penundaan yang disebabkan oleh melebihi tanggal jatuh tempo dengan membatasi penundaan maksimum atau menghilangkan pekerjaan yang terlambat.
4. Mengurangi biaya produksi hingga empat persen.
5. Jatuh tempo penyelesaian, karena pada kenyataannya biaya atau penalti dapat diterapkan jika dua tanggal yang ditentukan tidak terpenuhi tepat waktu.

Tujuan dari aktivitas penjadwalan menurut Nasution dalam (Putra, 2019) adalah sebagai berikut

1. Waktu pemrosesan keseluruhan dapat diturunkan dan produktivitas ditingkatkan dengan meningkatkan penggunaan sumber daya atau mengurangi jumlah waktu yang dihabiskan untuk menunggu.
2. Kurangi persediaan barang setengah jadi atau jumlah pekerjaan dalam antrian yang menunggu sumber daya tersedia. Menurut hipotesis Barker, jika alur kerja jadwal tetap konstan, antrian yang meminimalkan waktu aliran rata-rata akan mengurangi persediaan rata-rata barang setengah jadi.
3. Meminimalkan biaya penalti dengan mengurangi beberapa keterlambatan pekerjaan yang memiliki batas waktu (*cost of delay*).
4. Memberikan panduan tentang perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan untuk meminimalkan biaya tambahan yang mahal

Penjadwalan adalah proses dinamis yang memperhitungkan ketersediaan sumber daya, seperti orang, peralatan, atau bahan mentah; inilah mengapa penting untuk memperhatikan faktor-faktor ini saat merancang jadwal produksi. Saat mendukung MPS, akan ada berbagai sub-penjadwalan yang harus dipertimbangkan.

2.2.5 Istilah-istilah Dalam Penjadwalan

Menurut Baker pada (Widodo, 2014) menjelaskan beberapa konsep yang akan digunakan dalam pembahasan masalah penjadwalan:

1. *Ready Time*, yang memberitahukan kapan pekerjaan siap dilakukan.
2. Waktu tunggu, yaitu berapa lama suatu pekerjaan mulai dikerjakan,
3. Waktu penyelesaian adalah berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu operasi dari pekerjaan j .
4. *Flow Time*, yaitu waktu antara saat pekerjaan ke- j siap dilakukan dan saat pekerjaan selesai.

$$F_j = C_j - r_j,$$

5. *Completion Time*, yaitu jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan j operasi pada mesin. Waktu untuk proses ini termasuk waktu yang dibutuhkan untuk bersiap-siap dan menyiapkan.

$$C_j = F_j + r_j$$

6. *Process Time*, yaitu jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan operasi atau langkah ke- i dari pekerjaan ke- j . Waktu ini termasuk waktu untuk bersiap-siap dan menyiapkan proses.,

7. *Due Date*, yaitu batas waktu penyelesaian yang ditentukan untuk *Job* j ,

8. *Lateness*, yaitu besarnya simpangan waktu penyelesaian *Job* j terhadap *due date* yang telah ditentukan untuk *Job* tersebut

$$L_j = C_j - d_j \leq 0, \text{ artinya saat penyelesaian memenuhi batas akhir.}$$

$$L_j = C_j - d_j > 0, \text{ artinya saat penyelesaian melewati batas akhir.}$$

9. *Tardiness*, dalam hal ini, berapa lama waktu yang dibutuhkan *Job* j . Ketika Anda terlambat, itu disebut keterlambatan.

10. *Earliness*, yaitu keterlambatan yang bernilai *negative*

2.2.6 Jenis-jenis Penjadwalan

Nasution mengatakan bahwa jenis penjadwalan produksi akan tergantung pada hal-hal berikut: (Putra, 2019) :

1. Jumlah pekerjaan yang akan dijadwalkan
2. Jumlah mesin yang akan digunakan
3. Ukuran keberhasilan dalam pelaksanaan proses penjadwalan

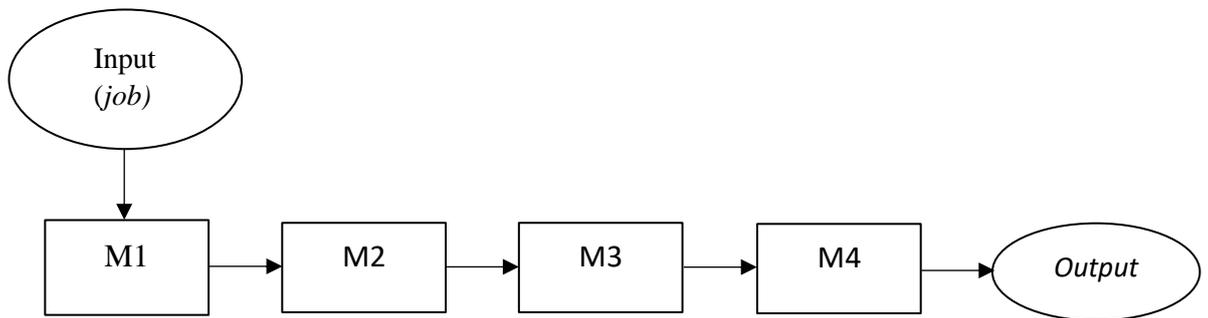
4. Cara pekerjaan datang
5. Jenis atau pola aliran dalam proses produksi

Masalah dalam penjadwalan dapat dibagi menjadi beberapa kategori.

Unsur-unsur tersebut dijelaskan sebagai berikut (Putra, 2019):

1. Jumlah mesin dibagi menjadi dua bagian berdasarkan jumlah mesin yang bekerja:
 - a. Penjadwalan pada satu mesin dan
 - b. Penjadwalan pada beberapa mesin.
2. Pola kedatangan kerja diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu:
 - a. Statis, dimana semua pekerjaan datang bersamaan dan siap bekerja pada mesin yang tidak berfungsi, dan
 - b. Dinamis, di mana pekerjaan tiba secara acak selama penjadwalan.
3. Berdasarkan sistem informasi, sistem informasi dibagi menjadi dua kategori:
 - a. Informasi bersifat deterministik, dan
 - b. Informasi bersifat stokastik.

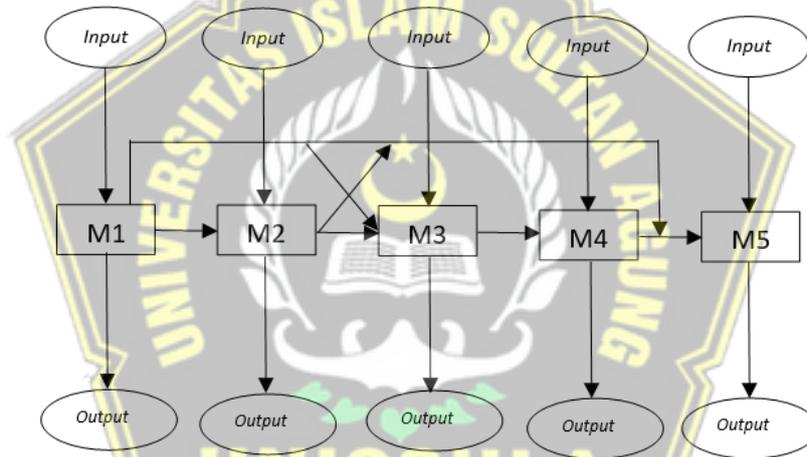
Data tentang fitur pekerjaan seperti waktu kedatangan, tenggat waktu penyelesaian, perbedaan minat di seluruh pekerjaan yang direncanakan, dan jumlah operasi dan waktu pemrosesan untuk setiap operasi semuanya disertakan di sini. Selain itu, terdapat informasi fitur mesin, seperti jumlah mesin, kapasitas, kemampuan beradaptasi, dan efisiensi penggunaan untuk berbagai pekerjaan.
4. Aliran proses, berdasarkan aliran proses dibagi menjadi tiga bagian yaitu *pure Flow shop*, *general Flow shop*, dan *Job shop*. Berikut dijelaskan ketiga aliran proses tersebut.
 - a. *Pure Flowshop* , pola aliran prosesnya identik. Setiap *job* melewati seluruh mesin yang bekerja dari proses awal hingga proses akhir sesuai dengan urutan



Gambar 2.1 Pola Aliran *Flow Shop*

Sumber : oleh Conway (2001) pada (Putra, 2019)

- b. *General Flowshop* , Pola aliran proses tidak sama. Tidak setiap tugas dijalankan melalui semua mesin.



Gambar 2.2 Pola aliran *General Flowshop*

Sumber : oleh Conway 2001 pada (Putra, 2019)

Contoh proses *Flowshop* dalam bentuk tabel dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 2.2 Contoh tabel *Flowshop*

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

Sumber: oleh Conway (2001) pada (Putra, 2019)

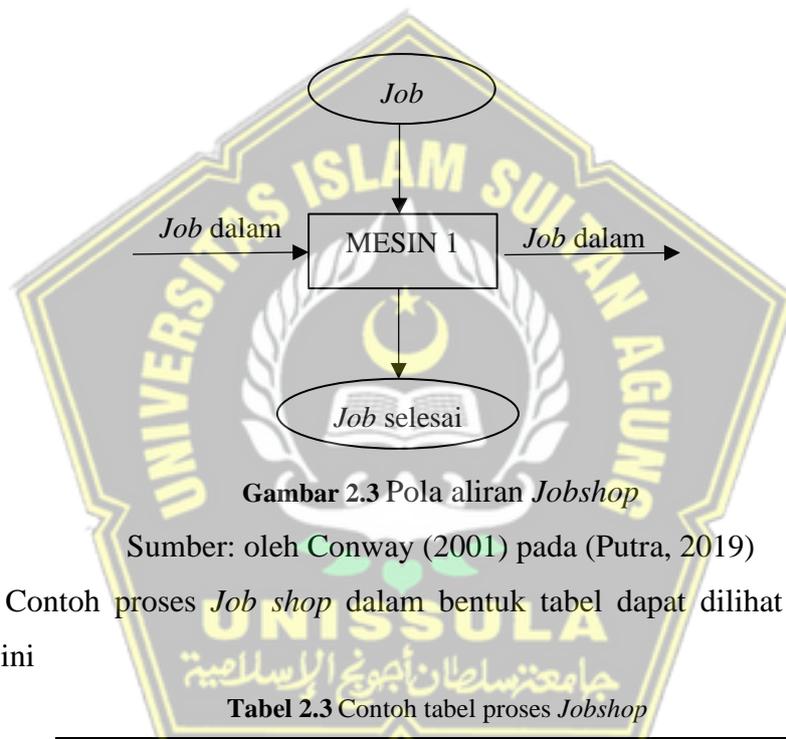
Keterangan:

M1 : waktu proses tahap pertama masing-masing *Job* pada mesin A.

M2 : waktu proses tahap kedua masing-masing *Job* pada mesin B.

M3 : waktu proses tahap ketiga masing-masing *Job* pada mesin C.

- c. *Job Shop*, Setiap Pekerjaan di Toko Pekerjaan mengikuti pola aliran proses yang berbeda. Dalam urutan acak, setiap pekerjaan berpindah dari satu mesin/workstation ke mesin/workstation lain. Secara diagram, berikut cara kerja prosesnya:



Gambar 2.3 Pola aliran *Jobshop*

Sumber: oleh Conway (2001) pada (Putra, 2019)

Contoh proses *Job shop* dalam bentuk tabel dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 2.3 Contoh tabel proses *Jobshop*

<i>Job</i> \ Mesin	A	B	D
1	M1	M1	M1
2	M2	M2	M2
3	M2	M3	M3

Sumber: oleh Conway (2001) pada (Putra, 2019)

Mesin diurutkan ke dalam kelompok berdasarkan fungsinya. Perpindahan pekerjaan dari satu *work center* ke *work center* lain atau mesin ke mesin mirip dengan proses *Job Shop*. Metode *Job Shop* memiliki kualitas sebagai berikut.

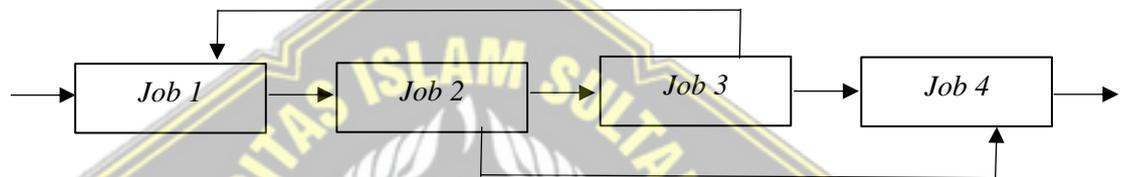
1. Jika Anda memiliki berbagai macam produk, Anda dapat dengan mudah menyiapkan peralatan penanganan material dan peralatan produksi multiguna untuk mengelolanya.
2. Banyak batch pada berbagai item yang diproses.
3. Mengontrol dan mengatur pola aliran dan pemisahan stasiun kerja untuk memproses pesanan memerlukan banyak detail dan persiapan.
4. Untuk mempertahankan kontrol, perlu untuk memiliki akses ke banyak informasi di setiap pekerjaan dan rantai kerja, termasuk langkah-langkah yang terlibat dalam proses, urutan penyelesaiannya, waktu yang dialokasikan untuk setiap pekerjaan, dan waktu saat ini. keadaan pekerjaan masing-masing.
5. Ada berbagai utilitas dalam beban yang dibawa oleh berbagai stasiun kerja.
6. Perencanaan pesanan harus disinkronkan dengan ketersediaan sumber daya (misalnya, staf dan peralatan).
7. Secara umum, kuantitas barang dalam proses meningkat. Ini menciptakan garis panjang dan banyak pekerjaan yang sedang berlangsung sebagai akibat dari ini dalam aliran proses.
8. Jika Anda menggunakan metode penjadwalan biasa, jumlah total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu operasi dan kemudian melanjutkan ke operasi berikutnya cukup besar. dan
9. Pekerja langsung, di sisi lain, cenderung lebih terampil dan lebih terlatih daripada mereka yang bekerja di proses Flow. FlowShop menggunakan pola aliran yang sama di setiap proses, dengan setiap pekerjaan melewati peralatan yang sama dalam urutan yang sama. menunjukkan kepada kita bahwa ada dua jenis penjadwalan mesin produksi: penjadwalan mesin tunggal dan penjadwalan mesin paralel. Biasanya ada beberapa penumpukan pekerjaan pada satu mesin dalam proses ketika banyak mesin terlibat. Di lain waktu, pekerjaan harus dilakukan dengan cepat untuk mencegah akumulasi lebih lanjut karena terbatasnya jumlah mesin yang dapat diakses untuk satu mesin.

2.2.7 Tipe Penjadwalan Produksi

Berdasarkan urutannya, ada dua bentuk penjadwalan produksi, yaitu penjadwalan *Job shop* dan *Flow shop*

1. Penjadwalan Produksi Tipe *Job Shop*.

Dalam Penjadwalan *Job shop*, n pekerjaan dialirkan melalui m mesin dalam urutan yang dapat berubah-ubah. Sebagai manfaat tambahan, saat menggunakan penjadwalan *Job Shop*, banyak mesin dengan kemampuan pemrosesan yang sama atau berbeda dapat ditetapkan ke satu pekerjaan. Berikut ini adalah garis besar proses yang dilalui oleh *Job Shop*:



Gambar 2.4 Aliran proses tipe *Job Shop*

Sumber: oleh Conway (2001) pada (Putra, 2019)

Penjadwalan *Job Shop* berbeda dengan penjadwalan *Flow Shop*, hal ini disebabkan oleh:

- a. Di *Job Shop*, peralatan atau mesin digunakan bersama oleh beberapa order, tetapi di *Flow Shop*, setiap order memiliki peralatan atau mesin tersendiri.
 - b. Pada penjadwalan *job shop* dimungkinkan untuk memiliki prioritas yang bervariasi dalam melakukan berbagai jenis pekerjaan. Akibatnya, ketika pesanan dikirim ke pusat kerja, itu harus segera ditangani. Tidak ada masalah seperti itu yang muncul saat bekerja di *Flow Shop*, di mana output secara konsisten seragam.
 - c. Pengiriman adalah faktor utama dalam menentukan prioritas pesanan *Flow Shop*, bukan tanggal pemrosesan. Operasi dalam penjadwalan *Task Shop* diekspresikan pada triplet (i,j,k) yang menandakan bahwa operasi ke- j , pekerjaan ke- i , membutuhkan mesin ke- k . Ada dua jenis metode penjadwalan yang dapat digunakan dalam penjadwalan produksi jenis *Job Shop*: metode penjadwalan aktif, dan pendekatan penjadwalan non-delay.
2. Penjadwalan Produksi Tipe *Flow Shop*

Dimungkinkan untuk menjadwalkan banyak pekerjaan dalam aliran (searah) yang sama menggunakan penjadwalan FlowShop. Dalam model FlowShop, tugas kerja dipandang sebagai serangkaian proses yang menerapkan struktur organisasi yang telah ditentukan. Penjadwalan FlowShop didefinisikan oleh aliran kerja satu arah. Ketika berbicara tentang pola FlowShop, istilah "*Flowshop* murni" dan "*Flowshop* generik" digunakan secara bergantian:

a. *Flowshop* murni.

Pekerjaan yang harus melalui prosedur yang sama untuk setiap tahap pemrosesan dikenal sebagai "pekerjaan satu proses". Anda mungkin menganggap proses sebagai serangkaian mesin yang secara berurutan memproses satu pekerjaan. Seperti yang Anda lihat pada diagram di bawah, seluruh proses produksi hanya menggunakan *Flow Shop*.

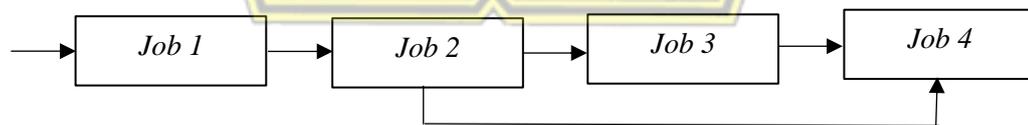


Gambar 2.5 Aliran Kerja *Flowshop* Murni

Sumber: oleh Conway (2001) pada (Putra, 2019)

b. *Flowshop* umum.

Kondisi di mana semua mesin di lini manufaktur dapat digunakan secara bersamaan. Selain itu, suatu pekerjaan dapat melewati peralatan yang masih dekat atau menunjuk ke arah yang sama dengan peralatan lainnya. Berikut ini adalah ilustrasi toko aliran dari sistem manufaktur yang khas.



Gambar 2.6 Aliran Kerja *Flowshop* umum

Sumber: oleh Conway (2001) pada (Putra, 2019)

Masalah penjadwalan ini dapat diatasi dengan menggunakan pendekatan yang ditemukan dalam bentuk perencanaan produksi Flow Shop, seperti (Nisa Masruroh, 2016) :

1. Metode Campbell Dudek Smith,
2. Metode Palmer, dan
3. Metode Dannenbring.

2.2.8 Aturan Prioritas

Aturan prioritas merupakan acuan untuk membuat urutan pekerjaan yang akan dilaksanakan. Fungsi dari adanya aturan prioritas adalah dapat mengurangi waktu penyelesaian, jumlah pekerjaan dalam sistem, dan keterlambatan kerja sehingga penggunaan fasilitas dapat maksimal. Dalam menentukan aturan prioritas terdapat beberapa cara seperti yang telah disampaikan oleh Nasution dalam (Ervil & Nurmayuni, 2018):

1. FCFS (*First Come First Serve*)
Merupakan metode urutan waktu penyelesaian proses produksi berdasarkan urutan kedatangan pesanan, pesanan yang datang lebih awal akan dikerjakan terlebih dahulu.
2. EDD (*Earliest Due Date*)
Merupakan metode pengurutan waktu penyelesaian proses produksi berdasarkan tenggat waktu barang harus diselesaikan dan diurutkan dari nilai *due date* yang terkecil.
3. SPT (*Shortest Processing Time*)
Merupakan metode pengurutan waktu penyelesaian proses produksi dengan mendahulukan waktu proses yang tercepat.
4. LPT (*Longest Processing Time*)
Merupakan metode pengurutan waktu penyelesaian proses produksi dengan mendahulukan waktu proses yang paling lama.
5. LS (*Least Slack*)
Merupakan metode pengurutan waktu penyelesaian proses produksi dengan waktu longgar paling kecil atau nol akan diproses terlebih dahulu.

“Waktu Longgar” merupakan waktu tersisa sampai waktu penyelesaian dikurangi dengan waktu proses.

6. Pekerjaan PCO (*Preferred Customer Order*)
Merupakan metode pengurutan waktu penyelesaian proses produksi yang mendahulukan pekerjaan berdasarkan prioritas pentingnya langganan bagi perusahaan.
7. RS (*Random Selection*)
Merupakan metode pengurutan waktu penyelesaian proses produksi yang dipilih secara acak.
8. HEP (*Highest Expected Profitability*)
metode pengurutan waktu penyelesaian proses produksi dimana pekerjaan yang memiliki profitabilitas atau keuntungan tertinggi akan diproses lebih dahulu.
9. CR (*Critical Ratio*)
Merupakan metode pengurutan waktu penyelesaian proses produksi dengan menghitung waktu yang tersisa sampai dengan batas waktu pengerjaannya.

Secara umum aturan prioritas tersebut digunakan pada masalah penjadwalan yang menggunakan system satu mesin saja. Pada masalah penjadwalan yang menggunakan dua mesin atau lebih dapat diselesaikan dengan menggunakan metode *Johnson's rule* atau CDS (*Campbell, Dudek, and Smith*).

2.2.9 Aturan *Johnson* atau *Johnson's Rule*

Pada kasus penjadwalan terdapat kasus pada pekerjaan satu mesin dan dua mesin atau lebih. Pada permasalahan penjadwalan dengan dua mesin atau lebih biasa disebut dengan *problem N/2* (Ervil & Nurmayuni, 2018). Setiap mesin dalam algoritma Johnson harus digunakan untuk melakukan tugas atau pekerjaan. Selama proses manufaktur, setiap mesin mengikuti serangkaian instruksi tertentu. Penjadwalan dilakukan untuk mendapatkan nilai *makespan* yang sesingkat

mungkin dengan melakukan pekerjaan dengan urutan yang paling efisien (Murdiati, 2017). Metode Johnson memiliki serangkaian langkah sebagai berikut:

1. Tentukan nilai $(t_{j,1}, \dots, t_{j,2})$.
2. Jika mesin pertama memiliki waktu pemrosesan terpendek (misalnya $t_{j,1}$). Letakkan pekerjaan untuk dikerjakan pada bagian awal.
3. Jika mesin kedua mampu melakukan pekerjaan dalam waktu sesingkat mungkin (misalnya $t_{j,2}$). Tugas ini dijadwalkan akan selesai pada akhir seri. dan
4. Buat rangkaian penjadwalan keseluruhan pekerjaan dengan aturan 2 atau 3 sampai pekerjaan selesai.

2.2.10 Metode *Campbell, Dudek dan Smith* (CDS)

Metode *Campbell Dudek Smith* merupakan turunan dan pengembangan dari algoritma *Johnson*. Selama proses manufaktur, setiap mesin mengikuti serangkaian instruksi tertentu atau prosesnya disebut *Flowshop*. Penjadwalan dilakukan untuk mendapatkan nilai makespan yang sesingkat mungkin dengan melakukan pekerjaan dengan urutan yang paling efisien.

Dalam teknik CDS, *work center* akan dibagi menjadi dua kelompok dan urutan prioritas optimal ditentukan. Waktu pemrosesan tercepat didahulukan dalam pencarian antara dua mesin. Mesin pertama dengan waktu pemrosesan terpendek ditempatkan pertama dalam antrian. Ketika mesin kedua memiliki waktu pemrosesan terpendek maka pekerjaan diletakkan pada urutan antrian terakhir. Proses penjadwalan algoritma CDS adalah sebagai berikut (Widodo, 2014):

1. Ambil urutan pertama $k = 1$. Untuk seluruh tugas yang ada, cari nilai $t_{j,1}^k$ dan $t_{j,2}^k$ yang minimal merupakan waktu proses mesin pertama dan kedua pada iterasi ke- k
2. Jika waktu minimum didapat pada mesin pertama (misal $t_{j,1}^k$) selanjutnya tempatkan tugas tersebut pada urutan awal, bila waktu minimal didapat pada mesin kedua (misal $t_{j,2}^k$) tugas tersebut ditempatkan pada urutan terakhir.

Rumusan penjadwalan menurut *Campbell Dudek Smith* (Widodo, 2014):

Pindahkan tugas-tugas tersebut dari daftarnya dan urutkan. Total waktu $t_{1,1}$ yaitu waktu proses Job 1 pada mesin 1. Total waktu $t_{1,1}$ yaitu $t_{1,1} + t_{1,2}$. Total waktu $t_{2,1}$ yaitu $t_{1,1} + t_{2,1}$. Total waktu $t_{2,2}$ yaitu $\max \{ t_{1,2} + t_{2,1} \} + t_{1,1} + t_{2,2}$ dan seterusnya. Jika masih ada tugas yang tersisa ulangi kembali langkah 1, sebaliknya jika tidak ada lagi tugas yang tersisa, berarti pengurutan telah selesai.

Pendekatan Campbell Dudek Smith digunakan untuk menjadwalkan produksi berdasarkan jumlah waktu kerja terpendek. Pada tahun 1965, Campbell, Dudek, dan Smith merancang pendekatan CDS, yang mereka gunakan untuk mengurutkan operasi terhadap m mesin. $T_i^{k,1} = T_{i,1}$ dan $T_i^{k,2} = T_{i,2}$ sebagai waktu proses pada mesin pertama dan mesin terakhir. Untuk urutan yang kedua dirumuskan dengan :

$$T_i^{k,1} = T_{i,1} + T_{i,2}$$

$$T_i^{k,2} = T_{i,m} + T_{i,m-1}$$

Dan seterusnya. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 2.4 Iterasi Dua Mesin

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

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 Job / pekerjaan
- m = jumlah mesin
- $t_{i,j}$ = waktu pengerjaan Job i pada mesin ke j
- k = tahapan iterasi
- $t_{i,1}$ = waktu proses pada mesin pertama
- $t_{i,2}$ = waktu proses pada mesin terakhir

2.2.11 Gantt Chart

Pada penelitian kali ini *gantt chart* digunakan sebagai media *visualisasi* dari penjadwalan yang telah dilakukan, sehingga mudah untuk dibaca oleh perusahaan. Contoh dari bagan *gantt* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.7 Contoh *Gantt Chart*

Sumber : www.ilmumanajemenindustri.com

Menurut Gambar 2.7, bagan Gantt didasarkan pada mengetahui waktu pemrosesan untuk tee. Gambar 2.7 menunjukkan sumber daya dan tugas dengan jelas, yang membuatnya lebih mudah untuk memahami jadwal. Analisis korelasi geometris dalam bagan Gantt dapat membantu kita mempelajari tentang jadwal proyek. Tugas bagan juga dapat diatur ulang untuk mengungkapkan jadwal alternatif. Akibatnya, bagan Gantt adalah alat yang berguna untuk menilai kemajuan, membandingkan rencana, dan mengidentifikasi potensi masalah sejak awal.

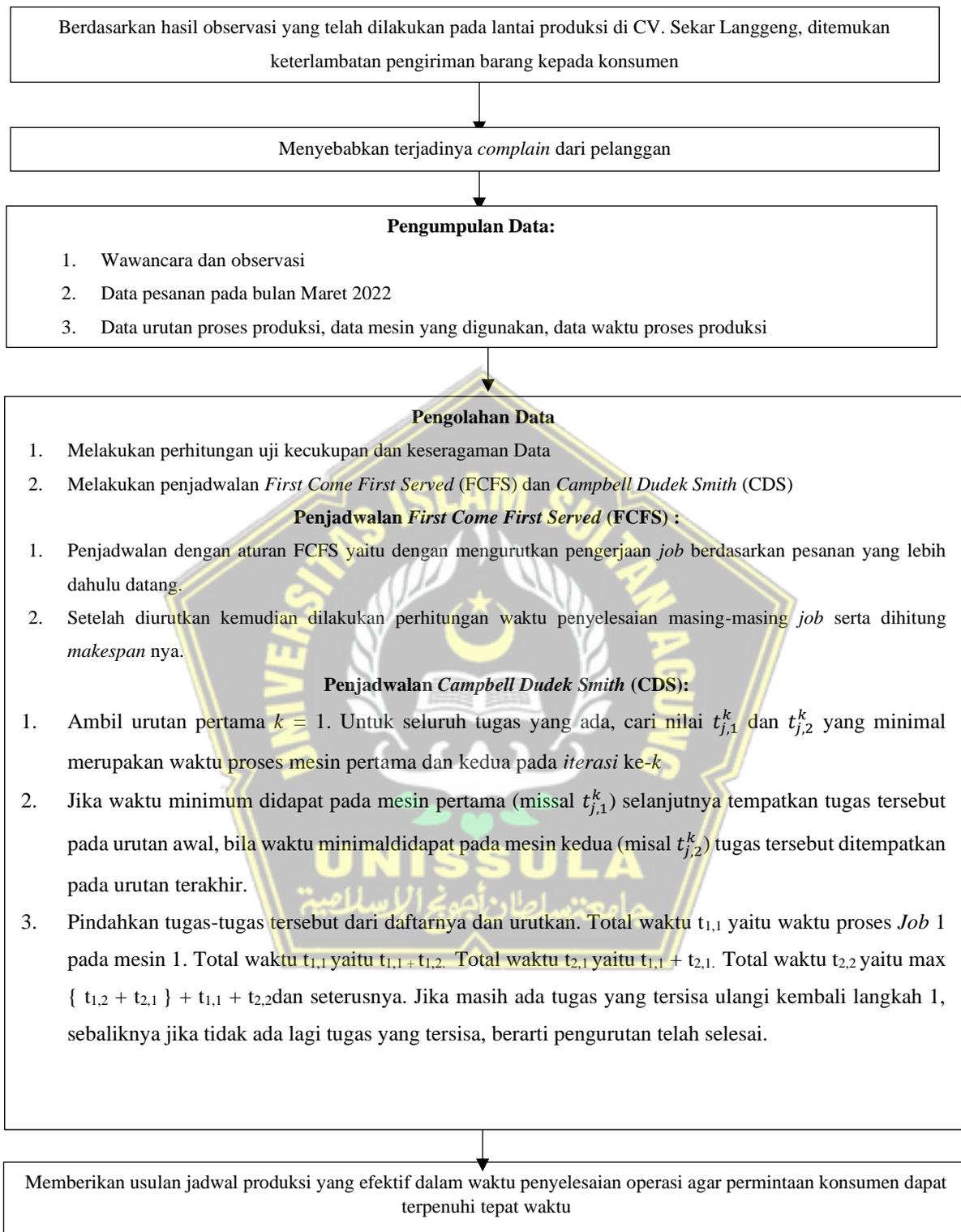
2.3 Hipotesis dan Kerangka Teoritis

2.3.1 Kerangka Teoritis

Kerangka teoritis dalam penelitian ini adalah untuk menyusun penjadwalan produksi yang efektif untuk meminimasi keterlambatan pengiriman barang yaitu dengan melakukan perhitungan penjadwalan produksi perusahaan. Tujuan dari penelitian ini nantinya diharapkan perusahaan dapat menentukan penjadwalan produksi yang efektif sehingga tidak terjadi keterlambatan pengiriman barang dan tidak terjadi *complain* dari pelanggan. Untuk tujuan penelitian ini, strategi penjadwalan Campbell Dudek Smith akan dibandingkan dengan pedoman

perusahaan itu sendiri. Dalam penelitian ini menggunakan data pesanan pada bulan Maret 2022 serta penelitian dilakukan selama satu bulan pada bulan Maret 2022 tersebut. Data-data yang dikumpulkan berasal dari observasi dan wawancara. Berikut merupakan gambaran dari kerangka teoritis dalam penelitian ini



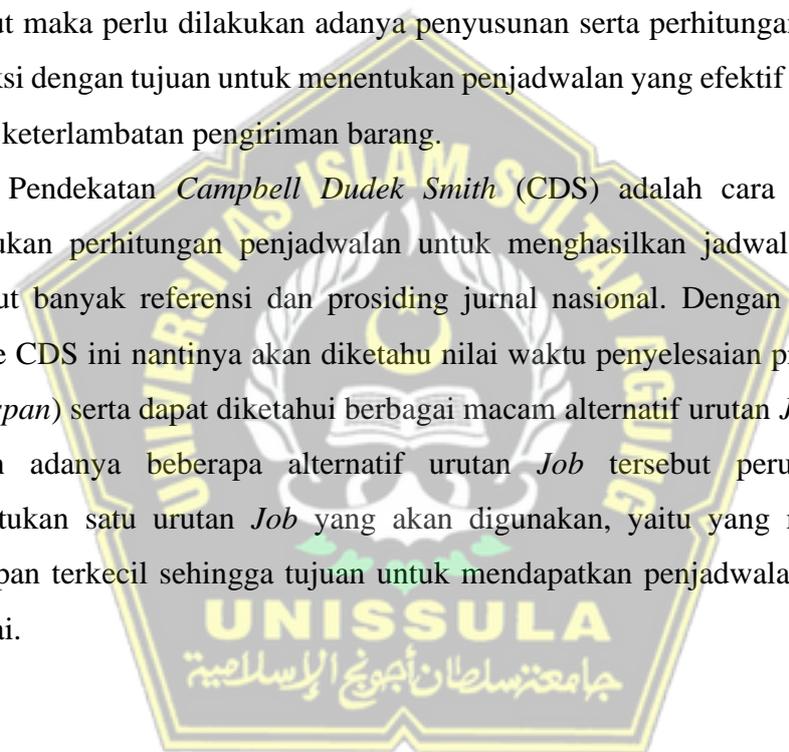


Gambar 2.8 Kerangka Teoritis

2.3.2 Hipotesa

Dengan menggunakan pendekatan produksi make-to-order, CV. Sekar Langgeng adalah produsen berbagai macam *furniture*. Aturan *First Come, First Served* (FCFS) digunakan dalam sistem penjadwalan perusahaan. Dalam hal ini perusahaan sering mengalami keterlambatan pengiriman barang yang mengakibatkan adanya *complain* dari pihak pelanggan. Masalah tersebut diakibatkan karena penjadwalan perusahaan belum optimal dan tidak dilakukan perhitungan yang pasti dan hanya menggunakan insting saja. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan adanya penyusunan serta perhitungan penjadwalan produksi dengan tujuan untuk menentukan penjadwalan yang efektif sehingga tidak terjadi keterlambatan pengiriman barang.

Pendekatan *Campbell Dudek Smith* (CDS) adalah cara terbaik untuk melakukan perhitungan penjadwalan untuk menghasilkan jadwal yang efektif, menurut banyak referensi dan prosiding jurnal nasional. Dengan menggunakan metode CDS ini nantinya akan diketahui nilai waktu penyelesaian proses produksi (*makespan*) serta dapat diketahui berbagai macam alternatif urutan *Job*. Kemudian dengan adanya beberapa alternatif urutan *Job* tersebut perusahaan dapat menentukan satu urutan *Job* yang akan digunakan, yaitu yang memiliki nilai *makespan* terkecil sehingga tujuan untuk mendapatkan penjadwalan yang efektif tercapai.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Data yang akan dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Berikut adalah data yang akan diperlukan dalam penelitian:

a. **Pengumpulan Data Primer**

Penting untuk membedakan antara data primer dan data sekunder. Dengan menggunakan wawancara dan observasi langsung, informasi ini dikumpulkan. Wawancara dilakukan kepada admin CV. Sekar Langgeng mengenai sejarah perusahaan, visi misi perusahaan dan hal-hal umum untuk menunjang penelitian. Dokumen lain yang diperlukan yaitu berupa data permintaan barang. Hasil wawancara kemudian juga ditunjang dengan *file*, dokumen serta catatan perusahaan.

Pengamatan langsung dilakukan di bagian produksi dimana dilakukan pengamatan terhadap tahapan-tahapan produksi, mesin yang digunakan, serta waktu proses pada masing-masing tahapan produksi.

b. **Pengumpulan Data Sekunder**

Data atau informasi yang dikumpulkan secara tidak langsung disebut data sekunder. *file*, kertas, dan catatan perusahaan adalah bentuk data yang paling umum. Informasi sekunder diperoleh dari catatan perusahaan dan publikasi akademis.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini yaitu antara lain :

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 dalam perusahaan untuk mendapatkan informasi atau penjelasan yang diperlukan untuk penyelesaian masalah.

3.3 Pengujian Hipotesa

Hipotesis adalah pernyataan atau tanggapan yang mungkin tetapi belum terbukti yang masih tunduk pada penyelidikan lebih lanjut. Berdasarkan hipotesis penelitian ini, dengan menghitung waktu proses setiap job pada setiap mesin dapat ditentukan jadwal produksi yang paling efisien sehingga permintaan konsumen dapat terpenuhi tepat waktu dan dapat ditentukan time frame yang dibutuhkan. Untuk memproduksi suatu jenis barang agar sesuai dengan tanggal jatuh tempo yang ditentukan dan tidak terjadi keterlambatan dalam pengiriman.

3.4 Metode Analisis

Setelah data dikumpulkan untuk mengatasi perumusan masalah, peneliti beralih ke prosedur analitis. Dari awal penelitian ini dilakukan teknik penelitian dengan memanfaatkan pendekatan *Campbell Dudek Smith* (CDS) kemudian dibandingkan dengan cara penelitian perusahaan.

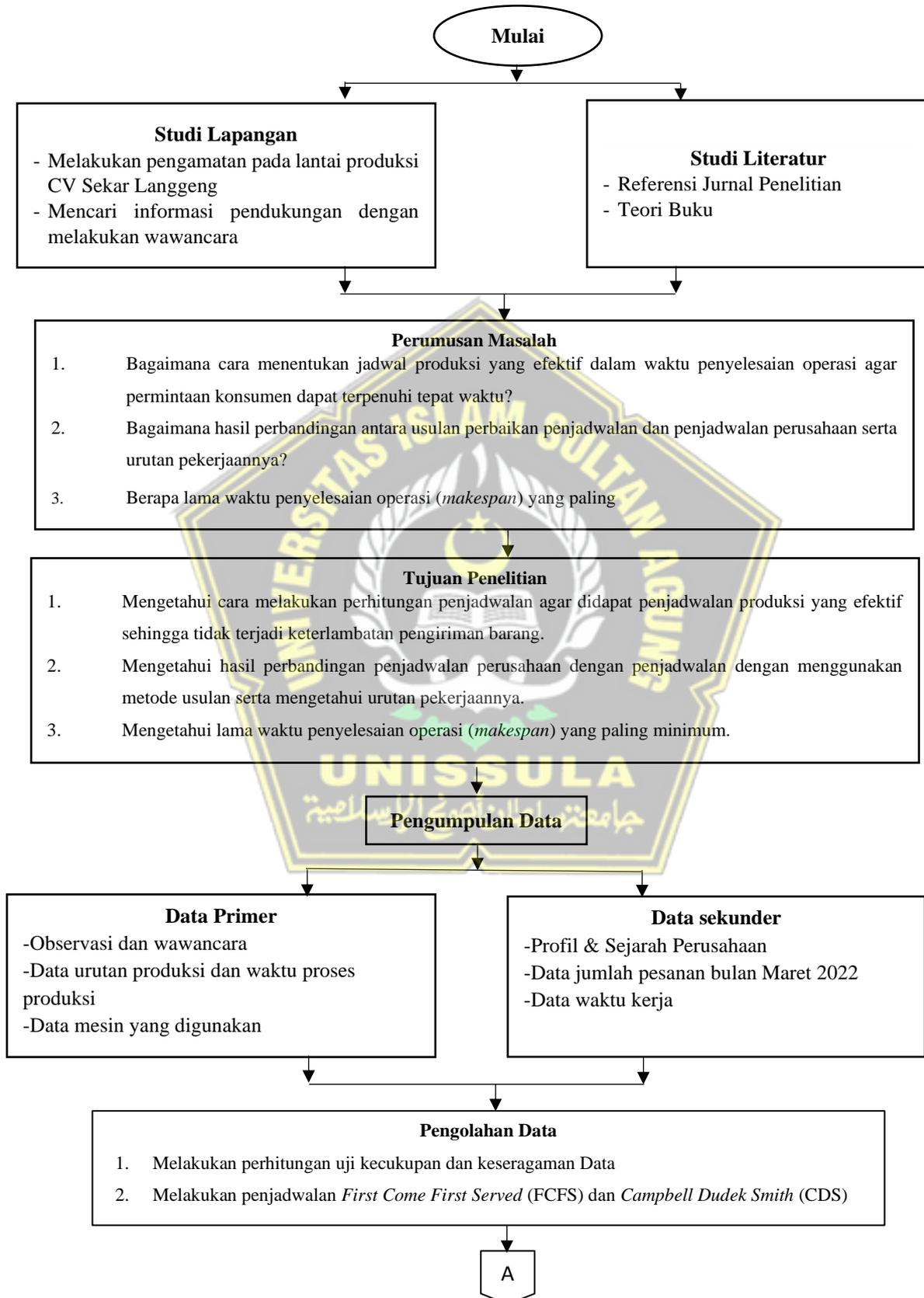
3.5 Pembahasan

Kerangka teori, sistematika penulisan, dan topik penelitian semuanya dibahas dalam penelitian ini. Pada titik inilah solusi pertanyaan studi terungkap. Pendekatan *Campbell, Dudek, Smith* (CDS) menjadi pokok permasalahan.

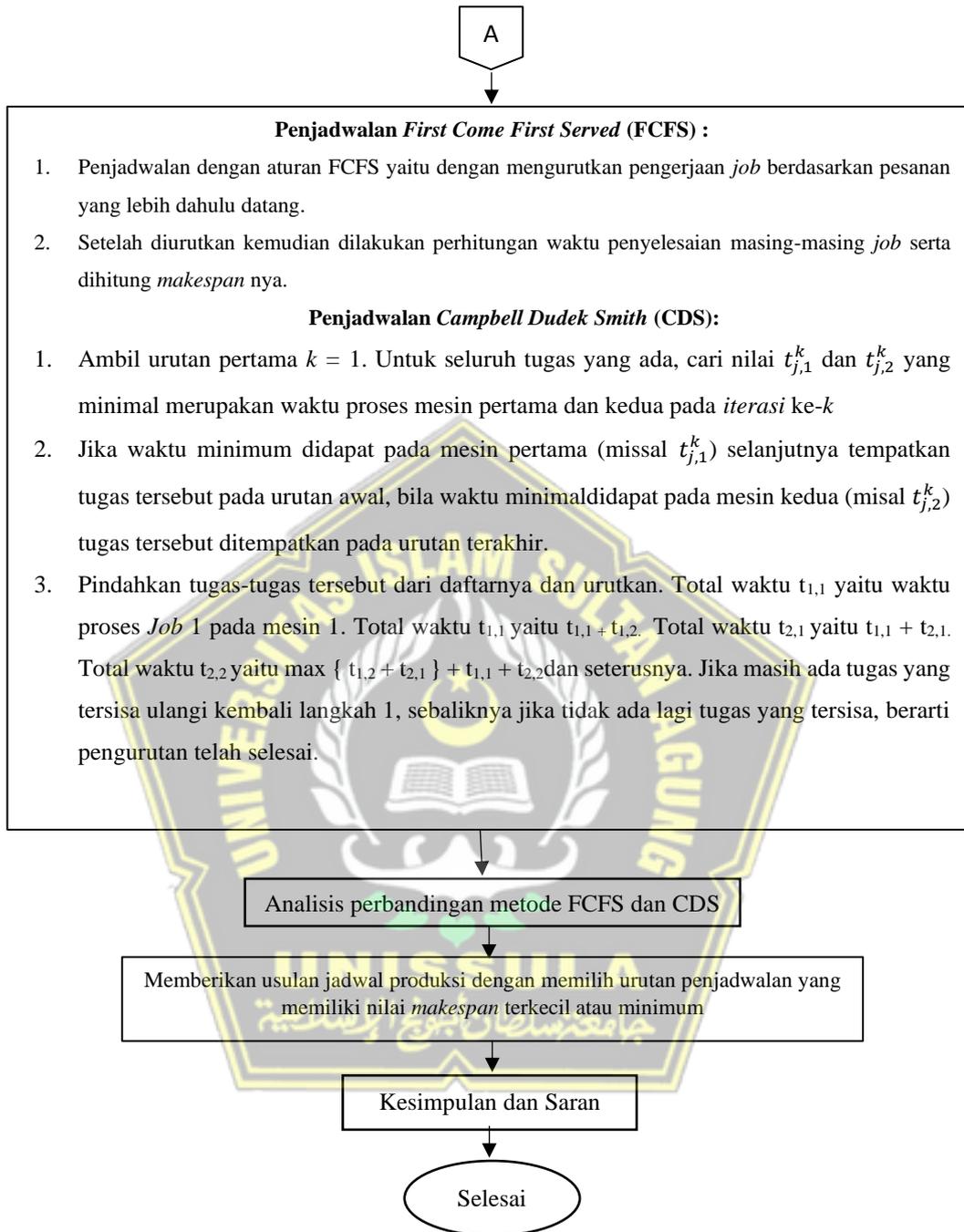
3.6 Penarikan Kesimpulan

Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah mengembangkan kesimpulan berdasarkan data yang dikumpulkan selama proses penelitian. Untuk memecahkan masalah saat ini, kita harus sampai pada kesimpulan ini terlebih dahulu. Dengan adanya penelitian ini penjadwalan produksi pada CV. Sekar Langgeng akan lebih mudah.

3.7 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini didapatkan dari data *history* perusahaan dan dilakukan pengamatan secara langsung serta wawancara kepada pihak terkait. Data-data yang akan digunakan dalam penelitian penjadwalan pada CV. Sekar Langgeng sebagai berikut:

4.1.1 Profil Perusahaan

CV Sekar Langgeng merupakan sebuah perusahaan yang terletak di daerah desa Blingoh, Kecamatan Donorojo, kabupaten Jepara, Jawa Tengah. CV Sekar Langgeng bergerak dibidang pembuatan *furniture*. CV Sekar Langgeng beroperasi setiap hari Senin-Jumat setiap pukul 07.30 WIB – 16.30 WIB atau 8 jam sehari dengan waktu istirahat 1 jam, pukul 12.00 WIB – 13.00 WIB. Pada awalnya CV Sekar Langgeng didirikan pada tahun 2016 dengan nama CV Sekar Margi Utama, namun pada tahun 2019 CV Sekar Margi utama *down* untuk jangka waktu beberapa bulan. Kemudian pada tahun yang sama CV Sekar Margi utama berganti nama menjadi CV Sekar Langgeng yang beroperasi sampai sekarang. Pada tahun 2022 CV Sekar Margi Utama Kembali dibuka dan bergerak dibawah naungan CV. Sekar Langgeng.



Gambar 4.1 CV Sekar Langgeng dan CV Sekar Margi Utama



Gambar 4.2 Work Center CV Sekar Langgeng dan CV Sekar Margi Utama

CV Sekar Langgeng memproduksi berbagai macam *furniture* sesuai dengan pesanan pelanggan. Beberapa contoh hasil produksi CV Sekar Langgeng adalah meja, kursi, lemari, tempat tidur, dan lain-lain.



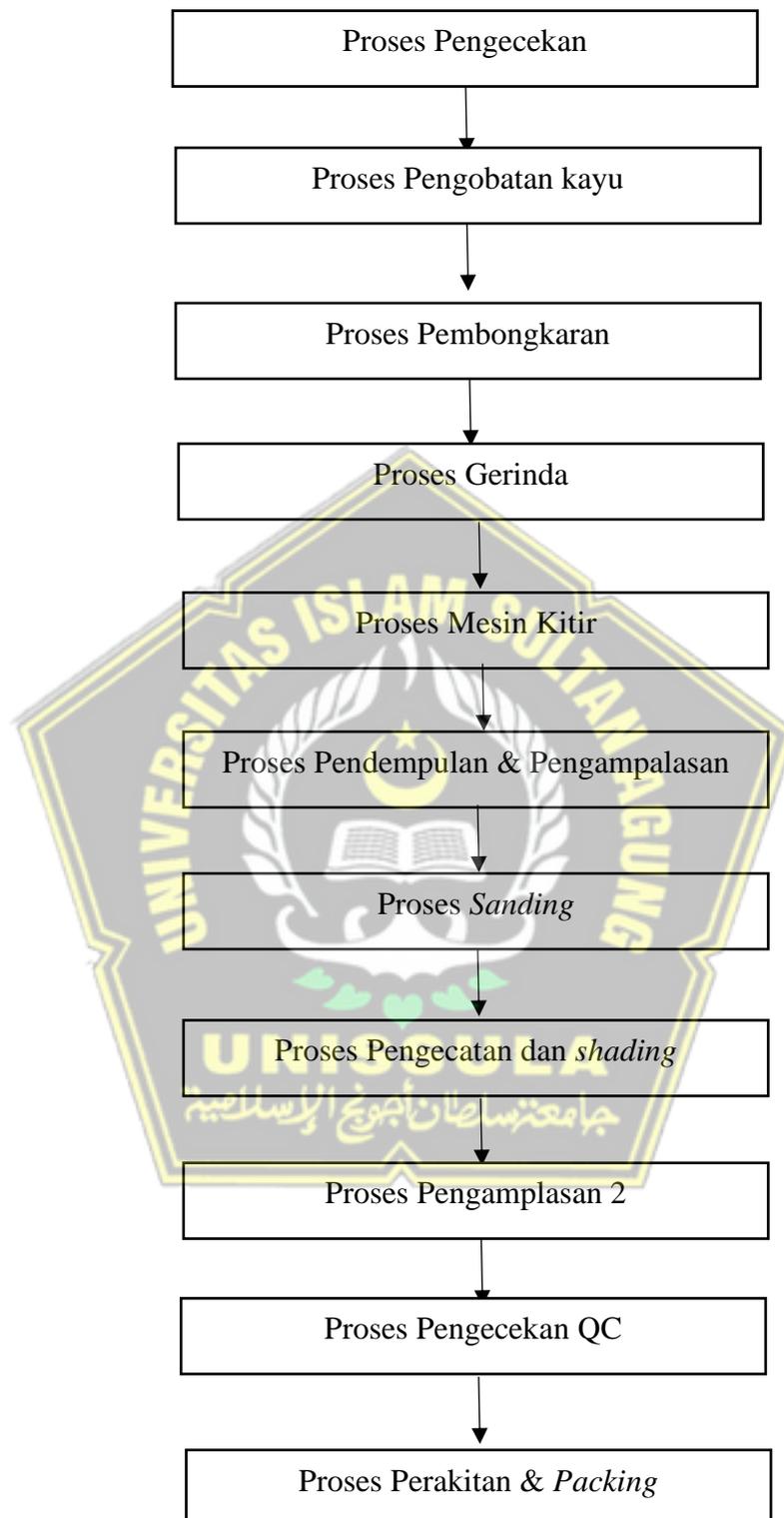
Gambar 4.3 Produk Lemari dan Kasur CV Sekar Langgeng



Gambar 4.4 Produk Meja dan Kursi CV Sekar Langgeng

4.1.2 Alur Proses Produksi

Dalam melakukan proses produksi di CV. Sekar Langgeng yaitu dimulai dari pengecekan bahan baku sampai dengan perakitan dan *packing*, berikut alur produksinya:



Gambar 4.5 Alur Proses Produksi CV Sekar Langgeng

4.1.3 Lantai Produksi CV Sekar Langgeng

Dalam melakukan proses produksi CV Sekar Langgeng terdapat 11 *work center*, yaitu sebagai berikut:

1. Proses Pengecekan

Proses pengecekan terdiri dari pemeriksaan kadar air, pengecekan kerapian dan pengecekan kualitas bahan setengah jadi. Pengecekan kadar air dilakukan dengan alat bernama *moisture meter*., dimana kadar air pada kayu maksimal 0,25%.



Gambar 4.6 *moisture meter*

2. Proses Pengobatan

Proses pengobatan bahan setengah jadi menggunakan alat semprot yang berfungsi agar melindungi kayu dari rayap dan agar tidak keropos.



Gambar 4.7 Alat semprot

3. Proses Pembongkaran

Proses pembongkaran yaitu proses pembongkaran rakitan dari pihak supplier seperti pencopotan sekrup.



Gambar 4.8 Proses Pembongkaran

4. Proses Gerinda

Proses gerinda merupakan proses penghalusan tahap pertama. Bagian-bagian kayu yang belum merata dihaluskan menggunakan alat gerinda.



Gambar 4.9 Alat Gerinda



Gambar 4.10 Proses penghalusan menggunakan gerinda

5. Proses Mesin Kitir

Proses mesin kitir yaitu berupa proses penghalusan pada bagian-bagian yang masih kasar dan tidak bisa dihaluskan menggunakan gerinda.



Gambar 4.11 Mesin Kitir

6. Proses Pendempulan dan Pengamplasan

Proses Pendempulan dan Pengamplasan merupakan proses pendempulan atau menambal pada bagian-bagian kayu yang berlubang kemudian bagian yang ditambal akan dihaluskan serta diratakan dengan amplas secara manual.



Gambar 4.12 Proses Pendempulan Dan Pengamplasan

7. Proses *Sanding*

Proses sanding merupakan proses pewarnaan dasar untuk menutup pori-pori kayu serta agar warna lebih nyata pada saat dilakukan proses pengecatan.



Gambar 4.13 Proses *sanding*

8. Proses Pengecatan dan *Shading*

Merupakan proses pewarnaan utama pada kayu serta dilanjutkan dengan *shading* agar warna lebih mengkilat.



Gambar 4.14 Proses pengecatan dan *shading*

9. Proses Pengamplasan 2

Proses Pengamplasan 2 merupakan proses penghalusan tahap akhir yang dilakukan secara manual.



Gambar 4.15 Proses pengamplasan 2

10. Proses Pengecekan *QC*

Proses Pengecekan *QC* merupakan proses pengecekan kecacatan produk, apakah produk layak untuk dikirim ke customer atau tidak.



Gambar 4.16 Proses pengecekan QC

11. Proses Perakitan dan *Packing*

Proses Perakitan dan *Packing* merupakan proses perakitan bagian-bagian furniture yang telah melewati proses QC untuk kemudian dilanjutkan dengan proses *packing*.



Gambar 4.17 Bagian-bagian furniture yang sudah dirakit

4.1.4 Data Produksi

Berikut merupakan data produksi CV Sekar Langgeng pada bulan Maret 2022 terdiri dari 9 item yang nantinya akan dihitung penjadwalannya pada penelitian ini.

Tabel 4.1 Data Produksi CV Sekar Langgeng

No	Item	Kode Item	Jumlah Order (unit)	Keterangan
1	Almari 2 pintu	A	44	Pengadaan
2	Alamari sedang 1 pintu	B	44	Meubelair
3	Tempat tidur utama	C	44	Rumah BPK
4	Tempat tidur susun	D	42	Sulawesi
5	Tempat tidur single bed 120	E	35	Barat
6	Sofa 2 seater	F	44	Pengadaan
7	Meja tamu	G	44	meubelair
8	Meja makan	H	44	meja kursi
9	Kursi	I	170	Rumah Susun
Total			511	Sumatera Barat

4.1.5 Data Stasiun Kerja (*Work center*)

Pada lantai produksi CV Sekar Langgeng terdapat 11 tahapan proses produksi yang dikerjakan secara manual maupun mesin yang dioperasikan oleh pekerja. Berikut merupakan data jumlah mesin maupun pekerja yang mengoperasikan pada tiap proses produksi:

Tabel 4.2 Data Stasiun Kerja

No	Proses produksi	Jumlah mesin/pekerja
1	Proses pengecekan	1
2	Proses pengobatan	1
3	Proses pembongkaran	3
4	Proses gerinda	2
5	Proses mesin kitir	2

6	Proses pendempulan & pengampalasan	6
7	Proses sanding	3
8	Proses pengecatan & shading	3
9	Proses pengamplasan 2	6
10	Proses pengecekan QC	3
11	Proses perakitan & packing	3

Diberikan suatu code operasi dengan tujuan mempermudah pengolahan data. Berikut ini adalah kode operasi beserta keterangannya yang diurutkan berdasarkan proses pengerjaannya.

Tabel 4.3 Code Operasi

Code	Nama proses
WC 1	Proses pengecekan
WC 2	Proses pengobatan
WC 3	Proses pembongkaran
WC 4	Proses gerinda
WC 5	Proses mesin kitir
WC 6	Proses pendempulan & pengampalasan
WC 7	Proses sanding
WC 8	Proses pengecatan & shading
WC 9	Proses pengamplasan 2
WC 10	Proses pengecekan QC
WC 11	Proses perakitan & packing

4.1.6 Data Pengamatan *Cycle Time*

Cycle Time merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu produk dengan melalui beberapa proses hingga menjadi produk akhir yang diharapkan. Data *Cycle Time* berikut ini diperoleh dengan dilakukan pengamatan waktu pengerjaan tiap *work center*. Pengamatan yang dilakukan ialah sebanyak 10 kali dengan menggunakan *stopwatch* untuk pengukuran *Cycle Time*. Kemudian 10 data pengamatan tersebut akan dihitung uji kecukupan datanya, apabila telah cukup maka tidak perlu dilakukan pengamatan yang ke-11 dan seterusnya.

Berikut akan dijelaskan proses pengambilan data *Cycle Time* pada setiap staisun kerja di CV Sekar Langgeng.

1. Proses Pengecekan

Proses pengecekan (WC 1), pengukuran *Cycle Time* diambil dari proses pengecekan kondisi barang serta pengecekan kadar air menggunakan mesin ensi dengan maksimum kadar air 0,25%.

2. Proses Pengobatan

Proses pengobatan (WC 2), pengukuran *Cycle Time* dilakukan pada saat proses penyemprotan obat ke kayu sehingga setiap bagian kayu terkena obat agar melindungi kayu dari rayap dan agar tidak keropos.

3. Proses Pembongkaran

Proses pembongkaran (WC 3), pengukuran *Cycle Time* dilakukan dari pencopotan sekrup pada kayu yang berasal dari supplier.

4. Proses Gerinda

Proses gerinda (WC 4), pengukuran *Cycle Time* dilakukan pada proses penghalusan setiap bagian kayu.

5. Proses Mesin Kitir

Proses mesin kitir (WC 5), pengukuran *Cycle Time* diambil pada saat dimulai proses penghalusan pada bagian-bagian yang tidak bisa dihaluskan menggunakan gerinda.

6. Proses Pendempulan dan Pengamplasan

Proses Pendempulan dan Pengamplasan (WC 6), pengukuran *Cycle Time* dilakukan dari mulai pendempulan bagian kayu yang berlubang hingga pengamplasan pada bagian yang didempul tersebut, sehingga bagian tersebut rata.

7. Proses *Sanding*

Proses sanding (WC 7), pengukuran *Cycle Time* dilakukan dari proses penyemprotan cairan sanding ke bagian kayu hingga menyeluruh ke setiap bagian kayu

8. Proses Pengecatan dan *Shading*

Proses pengecatan dan *shading* (WC 8), pengukuran *Cycle Time* dilakukan dari tahapan pengecatan seluruh bagian kayu hingga proses shading.

9. Proses Pengampelasan 2

Proses Pengampelasan 2 (WC 9), pengukuran *Cycle Time* dilakukan pada proses pengampalasan seluruh bagian kayu.

10. Proses Pengecekan *QC*

Proses Pengecekan *QC* (WC 10), pengukuran *Cycle Time* dilakukan pada saat dilakukan pengecekan akhir pada kualitas kayu.

11. Proses Perakitan dan *Packing*

Proses perakitan dan *packing* (WC 11), pengukuran *Cycle Time* dilakukan dimulai dari perakitan ulang sekrup ke bagian kayu hingga kayu tersebut dikemas atau ditata untuk persiapan pengiriman.

Berikut ini adalah rekapitulasi *Cycle Time* tiap *Job* pada tiap *work center*:

Tabel 4.4 *Cycle Time Job A*

Pengukuran	<i>Work center (minutes)</i>										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	5,43	5,19	10,35	98,05	15,55	30,33	31,02	59,55	30,17	15,25	25,13
2	5,32	5,16	10,22	99,55	16,08	31,08	30,55	60,03	29,48	15,43	25,31
3	5,34	5,08	10,54	101,17	15,3	30,12	30,56	59,25	30,19	15,33	25,43
4	5,5	5,34	10,38	97,45	16,44	30,23	30,15	58,45	30,24	15,11	25,45
5	5,15	5,5	10,05	100,38	16,34	30,42	30,19	59,09	30,43	15,12	24,58
6	5,33	5,43	10,15	102,44	16,25	29,59	30,53	59,45	29,56	14,58	24,35
7	5,27	5,06	10,19	99,25	15,42	30,4	30,33	60,12	29,15	15,44	24,19
8	5,31	5,54	10,51	99,56	16,48	30,19	31,02	60,15	30,24	15,04	25,09
9	5,57	5,32	10,02	98,5	17,09	31,06	30,4	59,53	30,43	14,56	25,18
10	5,43	5,47	10,39	98,29	15,58	30,17	30,26	59,32	30,19	14,34	25,22

Tabel 4.5 Cycle Time Job B

Pengukuran	Work center (minutes)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	5,33	10,12	10,19	98,08	15,29	30,19	29,49	30,09	30,15	15,51	25,1
2	5,35	10,18	10,11	98,22	15,21	30,21	30,33	29,38	29,42	14,43	25,15
3	5,57	10,22	10,2	98,45	15,33	29,33	29,29	29,39	30,17	15,32	25,4
4	5,55	10,45	10,34	99,09	15,23	30,24	30,24	30,14	30,14	15,1	25,22
5	5,54	10,18	10,15	98,4	15,42	30,43	30,33	30,23	30,33	15,31	24,5
6	5,49	10,43	10,19	98,4	14,58	29,45	29,36	29,46	29,46	14,56	24,54
7	6,12	10,15	10,49	99,03	15,45	29,43	29,11	29,51	29,35	15,42	24,45
8	6,09	10,56	10,47	98,13	15,24	30,44	30,22	30,42	30,14	15,09	25,23
9	6,05	10,34	10,54	98,2	15,3	30,32	30,23	30,33	30,23	14,5	25,12
10	5,43	10,15	10,38	98,12	15,13	29,29	30,21	30,39	30,29	14,3	25,11

Tabel 4.6 Cycle Time Job C

Pengukuran	Work center (minutes)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	5,34	5,47	3,22	30,11	3,12	15,33	15,23	25,12	15,48	5,45	15,49
2	5,33	5,32	3,12	29,49	3,43	15,32	15,29	25,29	15,37	5,33	15,55
3	5,23	5,554	3,25	30,24	3,45	15,24	15,38	25,38	15,41	5,12	15,47
4	5,36	5,06	3,17	30,14	3,44	15,45	15,27	25,26	15,32	5,03	15,53
5	5,43	5,43	3,55	29,58	3,23	15,44	15,44	25,36	15,27	5,12	15,52
6	5,38	5,4	3,02	30,54	3,15	15,48	15,39	24,57	15,13	5,19	15,58
7	5,12	5,43	3,4	30,12	3,19	15,29	15,43	25,16	15,19	5,09	15,39
8	5,45	5,33	3,17	30,44	3,18	15,14	15,26	24,59	15,28	5,39	15,27
9	5,35	5,15	3,26	30,22	3,22	15,18	15,22	25,13	15,31	5,13	15,33
10	5,45	5,18	3,55	30,13	3,17	15,13	15,15	24,54	15,11	5,1	15,43

Tabel 4.7 Cycle Time Job D

Pengukuran	Work center (minutes)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	5,43	5,55	3,55	60,12	3,48	15,31	15,46	60,12	15,37	5,42	15,54
2	5,55	6,12	3,57	60,23	3,55	15,18	15,44	59,55	15,4	5,55	15,58
3	5,49	6,21	3,44	59,55	3,57	15,41	15,54	59,48	15,42	5,57	15,34
4	6,05	5,59	3,49	60,15	3,42	15,28	15,57	59,52	15,48	5,39	15,46
5	6,12	5,58	3,58	60,21	3,48	15,47	15,59	59,56	15,43	5,38	15,29
6	5,59	5,5	3,52	59,58	3,56	15,44	15,43	59,54	15,25	5,43	15,49
7	6,2	6,11	3,46	59,59	3,45	15,54	15,34	59,58	15,39	5,49	15,42
8	5,49	6,16	3,48	60,23	3,44	15,42	15,55	60,23	15,48	5,41	15,57
9	5,55	5,58	3,52	60,18	3,56	15,23	15,47	59,46	15,49	5,59	15,29
10	5,37	5,59	3,49	60,19	3,52	15,34	15,48	60,11	15,34	5,53	15,43

Tabel 4.8 Cycle Time Job E

Pengukuran	Work center (minutes)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	5,45	5,51	3,34	30,23	3,22	15,11	15,23	25,05	15,22	5,23	15,12
2	5,49	5,42	3,5	29,49	3,21	15,09	15,19	24,55	15,26	5,14	15,04
3	5,51	5,43	3,27	29,58	3,31	15,15	15,14	24,57	15,31	5,24	15,09
4	5,38	5,58	3,18	30,41	3,36	15,23	15,25	25,08	15,24	5,22	15,03
5	5,37	5,45	3,24	30,24	3,39	15,08	15,28	25,15	15,19	5,19	15,18
6	5,42	5,47	3,22	30,22	3,42	15,16	15,18	24,49	15,12	5,43	15,06
7	5,58	5,55	3,42	30,27	3,13	15,24	15,31	25,09	15,22	5,23	15,14
8	5,54	5,46	3,38	30,34	3,15	15,2	15,24	25,13	15,28	5,28	15,19
9	5,53	5,41	3,25	29,59	3,23	15,14	15,22	25,11	15,32	5,19	15,2
10	5,44	5,57	3,29	30,26	3,42	15,07	15,14	25,18	15,14	5,26	15,09

Tabel 4.9 Cycle Time Job F

Pengukuran	Work center (minutes)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	5,43	3,24	1,11	15,09	3,12	10,15	10,13	15,2	8,18	3,14	5,09
2	5,56	3,27	1,16	15,06	3,17	10,17	10,19	15,14	8,35	3,19	5,13
3	5,44	3,22	1,23	15,13	3,22	10,12	10,24	15,22	8,41	3,29	5,18
4	5,48	3,17	1,32	15,18	3,24	10,22	10,25	15,14	8,12	3,27	5,19
5	5,43	3,22	1,22	15,08	3,24	10,23	10,19	15,24	8,18	3,23	5,29
6	5,46	3,27	1,19	15,05	3,16	10,28	10,17	15,31	8,19	3,19	5,13
7	5,39	3,28	1,23	15,12	3,19	10,25	10,23	15,32	8,23	3,18	5,16
8	5,48	3,19	1,29	15,21	3,27	10,24	10,29	15,24	8,31	3,22	5,24
9	5,38	3,29	1,27	15,18	3,29	10,29	10,22	15,29	8,09	3,28	5,11
10	5,34	3,22	1,25	15,12	3,23	10,16	10,15	15,09	8,11	3,24	5,26

Tabel 4.10 Cycle Time Job G

Pengukuran	Work center (minutes)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	5,29	3,21	1,55	10,44	3,35	10,41	10,19	15,33	8,49	3,54	5,12
2	5,19	3,35	1,58	10,49	3,29	10,33	10,28	15,29	8,52	3,51	5,26
3	5,28	3,26	1,45	10,39	3,43	10,29	10,23	15,28	9,22	4,21	5,23
4	5,26	3,39	1,49	10,52	3,44	10,28	10,43	15,27	9,13	4,12	5,29
5	5,19	3,27	1,55	10,46	3,52	10,23	10,35	15,34	9,15	4,09	5,34
6	5,26	3,19	1,46	10,37	3,29	10,34	11,23	15,22	8,57	3,56	5,37
7	5,22	3,26	1,57	10,55	3,38	10,27	11,18	15,34	8,51	3,59	5,29
8	5,34	3,37	1,53	10,53	3,46	10,35	10,59	14,23	9,14	4,23	5,19
9	5,32	3,29	1,52	10,57	3,31	10,39	11,08	14,59	9,18	4,22	5,14
10	5,39	3,28	1,49	10,58	3,34	10,44	11,14	16,07	9,03	4,19	5,29

Tabel 4.11 Cycle Time Job H

Pengukuran	Work center (minutes)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	5,27	3,29	1,5	10,48	3,44	10,57	10,57	14,51	8,25	3,59	5,26
2	5,34	3,31	1,54	10,57	3,41	11,07	11,18	15,18	8,45	3,54	5,17
3	5,24	3,36	1,56	10,43	3,36	10,35	11,09	15,25	9,04	4,09	5,22
4	5,32	3,25	1,37	10,55	3,38	10,37	11,17	15,18	9,12	4,23	5,29
5	5,36	3,18	1,36	10,47	3,39	10,32	10,56	15,29	8,59	4,25	5,27
6	5,22	3,23	1,29	10,46	3,44	10,28	10,45	15,38	8,53	4,18	5,44
7	5,29	3,38	1,37	10,51	3,52	10,33	10,49	15,07	9,08	3,56	5,39
8	5,28	3,27	1,33	10,49	3,42	10,14	10,52	14,56	8,44	4,33	5,32
9	5,28	3,39	1,36	10,49	3,52	10,23	10,58	15,45	8,52	4,29	5,52
10	5,25	3,31	1,58	10,45	3,35	11,02	11,09	15,44	8,5	4,29	5,38

Tabel 4.12 Cycle Time Job I

Pengukuran	Work center (minutes)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	5,45	3,43	8,32	20,27	3,34	10,12	10,41	15,08	8,11	3,58	5,46
2	5,39	3,24	8,34	20,18	3,59	10,43	10,53	15,57	7,56	3,44	5,48
3	5,58	3,47	8,54	19,57	3,47	10,28	10,44	15,34	8,19	3,47	5,38
4	5,49	3,44	8,51	19,49	3,25	10,33	10,19	15,42	8,44	3,56	5,52
5	6,05	3,57	8,24	20,36	3,31	10,47	10,27	15,19	9,04	3,36	5,12
6	6,12	3,43	8,46	20,24	4,05	10,19	10,38	15,34	8,54	3,44	5,35
7	5,34	3,29	8,22	20,34	3,54	10,04	10,15	15,25	8,37	3,57	5,49
8	5,42	3,16	8,34	20,41	3,57	10,43	10,31	15,22	8,41	3,58	5,57
9	5,28	3,22	8,37	19,58	3,42	10,26	10,34	15,34	8,45	3,54	5,29
10	5,34	3,29	8,39	20,05	3,47	10,34	10,37	15,04	9,14	3,59	5,27

4.2 Pengolahan Data

Selanjutnya data tersebut akan dianalisa sehingga dapat diketahui hasil perhitungan untuk menentukan pendekatan mana yang terbaik untuk mengurangi waktu antara penjadwalan perusahaan dan penjadwalan menggunakan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS).

4.2.1 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk melihat apakah data yang dikumpulkan cukup akurat untuk mengklaim tingkat akurasi 5 persen. Kecukupan data ditentukan dengan menerapkan rumus ini:

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

K = Tingkat Keyakinan

S = Derajat Ketelitian

N = Jumlah Data Pengamatan

N' = Jumlah Data Teoritis

X = Data Pengamatan

Berikut merupakan perhitungan uji kecukupan data pada *work center* pertama yaitu proses pengecekan untuk produk A:

Tabel 4.13 Pengukuran Waktu WC 1 Job A

Pengamatan	X	Xi ²
1	5,43	29,4849
2	5,32	28,3024
3	5,34	28,5156
4	5,5	30,25
5	5,15	26,5225
6	5,33	28,4089
7	5,27	27,7729
8	5,31	28,1961
9	5,57	31,0249
10	5,43	29,4849
Total	53,65	287,9631

$$N' = \left(\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{10(287,9631) - (53,65)^2}}{53,65} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{40 \sqrt{2879,631 - 2878,3225}}{53,65} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{40 \sqrt{1,3085}}{53,65} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{40(1,1438)}{53,65} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{45,7558}{53,65} \right)^2$$

$$N' = (0,852)^2$$

$$N' = 0,72737$$

Karena $N'(0,72) < N (10)$ maka dapat dinyatakan bahwa data cukup sehingga tidak perlu dilakukan pengukuran tambahan.

4.2.2 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data

Perhitungan uji kecukupan data untuk setiap *work center* dan pada setiap jenis *Job order* dikerjakan menggunakan cara yang sama. Hasil perhitungan kemudian direkap pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.14 Rekapitulasi Kecukupan Data *Job A*

<i>Work center</i>	Jumlah Data Sampel (N)	Jumlah Data Teoritis (N')	Keterangan
Proses pengecekan	10	0,72	Data Cukup
Proses pengobatan	10	1,60	Data Cukup
Proses pembongkaran	10	0,45	Data Cukup
Proses gerinda	10	0,34	Data Cukup
Proses mesin kitir	10	1,84	Data Cukup
Proses pendempulan & pengampalasan	10	0,30	Data Cukup
Proses sanding	10	0,15	Data Cukup
Proses pengecatan & shading	10	0,11	Data Cukup
Proses pengamplasan 2	10	0,31	Data Cukup
Proses pengecekan QC	10	0,97	Data Cukup
Proses perakitan & packing	10	0,47	Data Cukup

Tabel 4.15 Rekapitulasi Kecukupan Data *Job B*

<i>Work center</i>	Jumlah Data Sampel (N)	Jumlah Data Teoritis (N')	Keterangan
Proses pengecekan	10	4,35	Data Cukup
Proses pengobatan	10	0,32	Data Cukup
Proses pembongkaran	10	0,33	Data Cukup

Proses gerinda	10	0,01	Data Cukup
Proses mesin kitir	10	0,37	Data Cukup
Proses pendempulan & pengampalasan	10	0,38	Data Cukup
Proses sanding	10	0,40	Data Cukup
Proses pengecatan & shading	10	0,31	Data Cukup
Proses pengamplasan 2	10	0,24	Data Cukup
Proses pengecekan QC	10	1,35	Data Cukup
Proses perakitan & packing	10	0,27	Data Cukup

Tabel 4.16 Rekapitulasi Kecukupan Data *Job C*

<i>Work center</i>	Jumlah Data Sampel (N)	Jumlah Data Teoritis (N')	Keterangan
Proses pengecekan	10	0,53	Data Cukup
Proses pengobatan	10	1,25	Data Cukup
Proses pembongkaran	10	4,21	Data Cukup
Proses gerinda	10	0,17	Data Cukup
Proses mesin kitir	10	2,27	Data Cukup
Proses pendempulan & pengampalasan	10	0,10	Data Cukup
Proses sanding	10	0,05	Data Cukup
Proses pengecatan & shading	10	0,26	Data Cukup
Proses pengamplasan 2	10	0,08	Data Cukup
Proses pengecekan QC	10	1,09	Data Cukup
Proses perakitan & packing	10	0,06	Data Cukup

Tabel 4.17 Rekapitulasi Kecukupan Data *Job D*

<i>Work center</i>	Jumlah Data Sampel (N)	Jumlah Data Teoritis (N')	Keterangan
Proses pengecekan	10	4,32	Data Cukup
Proses pengobatan	10	3,96	Data Cukup
Proses pembongkaran	10	0,25	Data Cukup
Proses gerinda	10	0,03	Data Cukup

Proses mesin kitir	10	0,36	Data Cukup
Proses pendempulan & pengampalasan	10	0,07	Data Cukup
Proses sanding	10	0,03	Data Cukup
Proses pengecatan & shading	10	0,03	Data Cukup
Proses pengamplasan 2	10	0,03	Data Cukup
Proses pengecekan QC	10	0,30	Data Cukup
Proses perakitan & packing	10	0,07	Data Cukup

Tabel 4.18 Rekapitulasi Kecukupan Data *Job E*

<i>Work center</i>	Jumlah Data Sampel (N)	Jumlah Data Teoritis (N')	Keterangan
Proses pengecekan	10	0,23	Data Cukup
Proses pengobatan	10	0,19	Data Cukup
Proses pembongkaran	10	1,30	Data Cukup
Proses gerinda	10	0,20	Data Cukup
Proses mesin kitir	10	1,614	Data Cukup
Proses pendempulan & pengampalasan	10	0,02	Data Cukup
Proses sanding	10	0,01	Data Cukup
Proses pengecatan & shading	10	0,18	Data Cukup
Proses pengamplasan 2	10	0,02	Data Cukup
Proses pengecekan QC	10	0,31	Data Cukup
Proses perakitan & packing	10	0,02	Data Cukup

Tabel 4.19 Rekapitulasi Kecukupan Data *Job F*

<i>Work center</i>	Jumlah Data Sampel (N)	Jumlah Data Teoritis (N')	Keterangan
Proses pengecekan	10	0,18	Data Cukup
Proses pengobatan	10	0,22	Data Cukup
Proses pembongkaran	10	3,67	Data Cukup
Proses gerinda	10	0,01	Data Cukup
Proses mesin kitir	10	0,38	Data Cukup

Proses pendempulan & pengampalasan	10	0,04	Data Cukup
Proses sanding	10	0,03	Data Cukup
Proses pengecatan & shading	10	0,03	Data Cukup
Proses pengamplasan 2	10	0,24	Data Cukup
Proses pengecekan QC	10	0,32	Data Cukup
Proses perakitan & packing	10	0,24	Data Cukup

Tabel 4.20 Rekapitulasi Kecukupan Data *Job G*

<i>Work center</i>	Jumlah Data Sampel (N)	Jumlah Data Teoritis (N')	Keterangan
Proses pengecekan	10	0,21	Data Cukup
Proses pengobatan	10	0,57	Data Cukup
Proses pembongkaran	10	1,26	Data Cukup
Proses gerinda	10	0,07	Data Cukup
Proses mesin kitir	10	0,77	Data Cukup
Proses pendempulan & pengampalasan	10	0,06	Data Cukup
Proses sanding	10	2,39	Data Cukup
Proses pengecatan & shading	10	1,48	Data Cukup
Proses pengamplasan 2	10	1,90	Data Cukup
Proses pengecekan QC	10	9,9	Data Cukup
Proses perakitan & packing	10	0,35	Data Cukup

Tabel 4.21 Rekapitulasi Kecukupan Data *Job H*

<i>Work center</i>	Jumlah Data Sampel (N)	Jumlah Data Teoritis (N')	Keterangan
Proses pengecekan	10	0,10	Data Cukup
Proses pengobatan	10	0,60	Data Cukup
Proses pembongkaran	10	8,09	Data Cukup
Proses gerinda	10	0,02	Data Cukup
Proses mesin kitir	10	0,43	Data Cukup

Proses pendempulan & pengampalasan	10	1,37	Data Cukup
Proses sanding	10	1,23	Data Cukup
Proses pengecatan & shading	10	0,71	Data Cukup
Proses pengamplasan 2	10	1,83	Data Cukup
Proses pengecekan QC	10	9,76	Data Cukup
Proses perakitan & packing	10	0,57	Data Cukup

Tabel 4.22 Rekapitulasi Kecukupan Data *Job I*

<i>Work center</i>	Jumlah Data Sampel (N)	Jumlah Data Teoritis (N')	Keterangan
Proses pengecekan	10	4,12	Data Cukup
Proses pengobatan	10	2,21	Data Cukup
Proses pembongkaran	10	0,22	Data Cukup
Proses gerinda	10	0,46	Data Cukup
Proses mesin kitir	10	5,86	Data Cukup
Proses pendempulan & pengampalasan	10	0,26	Data Cukup
Proses sanding	10	0,17	Data Cukup
Proses pengecatan & shading	10	0,18	Data Cukup
Proses pengamplasan 2	10	4,07	Data Cukup
Proses pengecekan QC	10	0,73	Data Cukup
Proses perakitan & packing	10	0,94	Data Cukup

4.2.3 Uji Keseragaman Data

Hal ini berguna untuk menentukan apakah data dikumpulkan di bawah pengaturan terkontrol atau tidak sebelum melanjutkan ke perhitungan berikutnya. Agar data dianggap seragam, data harus berada di antara Batas Kontrol Atas dan Bawah. Untuk uji keseragaman data, rumusnya sebagai berikut:

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

dan

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

Dimana:

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

Dengan:

\bar{x} = Rata-rata yang diukur

k = Konstanta tingkat keyakinan

σ = Standar deviasi

N = Jumlah data pengamatan

Berikut merupakan perhitungan uji keseragaman data pada *work center* pertama yaitu proses pengecekan untuk produk A:

a. Perhitungan rata-rata waktu proses *work center 1 Job A*

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

$$\bar{x} = \frac{53,65}{10}$$

$$\bar{x} = 5,365$$

b. Perhitungan standar deviasi pada *work center 1 Job A*

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(5,43 - 5,365)^2 + (5,32 - 5,365)^2 + (5,34 - 5,365)^2 + \dots + (5,43 - 5,365)^2}{10 - 1}}$$

$$\sigma = 0,1205$$

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

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

$$= 5,365 + 2 (0,1205)$$

$$= 5,365 + 0,241$$

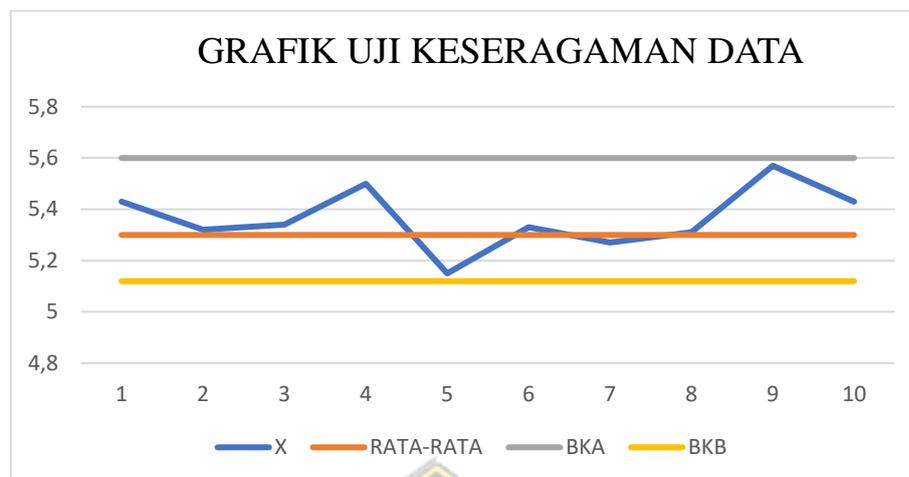
$$= 5,606$$

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

$$= 5,365 - 2 (0,1205)$$

$$= 5,365 - 0,241$$

$$= 5,124$$



Gambar 4.18 Grafik Uji Keseragaman Data

Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa produk A pada *work center* pertama seragam dan terkendali karena tidak terdapat data yang berada diluar BKA maupun BKB.

4.2.4 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data

Perhitungan uji keseragaman data untuk setiap *work center* dan pada setiap jenis *Job order* dikerjakan menggunakan cara yang sama. Hasil perhitungan kemudian direkap pada table sebagai berikut:

Tabel 4.23 Rekapitulasi keseragaman data *Job A*

<i>Work center</i>	BKA	<i>Mean</i>	BKB	Keterangan
Proses pengecekan	5,606	5,365	5,123	Seragam
Proses pengobatan	5,663	5,309	4,954	Seragam
Proses pembongkaran	10,64	10,28	9,91	Seragam
Proses gerinda	102,52	99,46	96,40	Seragam
Proses mesin kitir	17,20	16,05	14,90	Seragam
Proses pendempulan & pengampalasan	31,24	30,35	29,47	Seragam
Proses sanding	31,12	30,50	29,88	Seragam
Proses pengecatan & shading	60,53	59,49	58,44	Seragam
Proses pengamplasan 2	30,89	30,008	29,12	Seragam
Proses pengecekan QC	15,80	15,02	14,23	Seragam
Proses perakitan & packing	25,89	24,99	24,08	Seragam

Tabel 4.24 Rekapitulasi keseragaman data *Job B*

<i>Work center</i>	BKA	<i>Mean</i>	BKB	Keterangan
Proses pengecekan	6,27	5,65	5,03	Seragam
Proses pengobatan	10,58	10,28	9,96	Seragam
Proses pembongkaran	10,62	10,3	9,9	Seragam
Proses gerinda	99,14	98,41	97,68	Seragam
Proses mesin kitir	15,7	15,21	14,73	Seragam
Proses pendempulan & pengampalasan	30,911	29,93	28,9	Seragam
Proses sanding	30,87	29,88	28,88	Seragam
Proses pengecatan & shading	30,81	29,93	29,04	Seragam
Proses pengamplasan 2	30,75	29,96	29,18	Seragam
Proses pengecekan QC	15,87	14,95	14,03	Seragam
Proses perakitan & packing	25,67	24,98	24,28	Seragam

Tabel 4.25 Rekapitulasi keseragaman data *Job C*

<i>Work center</i>	BKA	<i>Mean</i>	BKB	Keterangan
Proses pengecekan	5,54	5,34	5,13	Seragam
Proses pengobatan	5,64	5,33	5,02	Seragam
Proses pembongkaran	3,62	3,27	2,91	Seragam
Proses gerinda	30,76	30,10	29,43	Seragam
Proses mesin kitir	3,51	3,25	2,99	Seragam
Proses pendempulan & pengampalasan	15,55	15,3	15,04	Seragam
Proses sanding	15,50	15,30	15,10	Seragam
Proses pengecatan & shading	25,71	25,04	24,36	Seragam
Proses pengamplasan 2	15,52	15,28	15,04	Seragam
Proses pengecekan QC	5,48	5,19	4,90	Seragam
Proses perakitan & packing	15,65	15,45	15,25	Seragam

Tabel 4.26 Rekapitulasi keseragaman data *Job D*

<i>Work center</i>	BKA	<i>Mean</i>	BKB	Keterangan
Proses pengecekan	6,27	5,68	5,09	Seragam
Proses pengobatan	6,40	5,79	5,19	Seragam
Proses pembongkaran	3,60	3,51	3,41	Seragam
Proses gerinda	60,60	60	59,40	Seragam
Proses mesin kitir	3,61	3,5	3,39	Seragam
Proses pendempulan & pengampalasan	15,58	15,36	15,13	Seragam
Proses sanding	15,63	15,48	15,33	Seragam
Proses pengecatan & shading	60,32	59,71	59,1	Seragam
Proses pengamplasan 2	15,55	15,4	15,25	Seragam
Proses pengecekan QC	5,63	5,47	5,31	Seragam
Proses perakitan & packing	15,65	15,4	15,2	Seragam

Tabel 4.27 Rekapitulasi keseragaman data *Job E*

<i>Work center</i>	BKA	<i>Mean</i>	BKB	Keterangan
Proses pengecekan	5,61	5,47	5,3	Seragam
Proses pengobatan	5,61	5,48	5,35	Seragam
Proses pembongkaran	3,5	3,3	3,1	Seragam
Proses gerinda	30,77	30,06	29,34	Seragam
Proses mesin kitir	3,5	3,28	3,06	Seragam
Proses pendempulan & pengampalasan	15,26	15,1	15,02	Seragam
Proses sanding	15,33	15,2	15,1	Seragam
Proses pengecatan & shading	25,50	24,94	24,37	Seragam
Proses pengamplasan 2	15,36	15,23	15,09	Seragam
Proses pengecekan QC	5,39	5,24	5,08	Seragam
Proses perakitan & packing	15,23	15,11	14,9	Seragam

Tabel 4.28 Rekapitulasi keseragaman data Job F

<i>Work center</i>	BKA	<i>Mean</i>	BKB	Keterangan
Proses pengecekan	5,56	5,43	5,31	Seragam
Proses pengobatan	3,31	3,23	3,15	Seragam
Proses pembongkaran	1,35	1,22	1,10	Seragam
Proses gerinda	15,23	15,12	15,01	Seragam
Proses mesin kitir	3,31	3,21	3,10	Seragam
Proses pendempulan & pengampalasan	10,32	10,21	10,09	Seragam
Proses sanding	10,3	10,2	10,1	Seragam
Proses pengecatan & shading	15,37	15,21	15,06	Seragam
Proses pengamplasan 2	8,43	8,21	8	Seragam
Proses pengecekan QC	3,32	3,2	3,1	Seragam
Proses perakitan & packing	5,31	5,1	5,04	Seragam

Tabel 4.29 Rekapitulasi keseragaman data Job G

<i>Work center</i>	BKA	<i>Mean</i>	BKB	Keterangan
Proses pengecekan	5,4	5,2	5,1	Seragam
Proses pengobatan	3,4	3,2	3,1	Seragam
Proses pembongkaran	1,6	1,5	1,42	Seragam
Proses gerinda	10,63	10,49	10,34	Seragam
Proses mesin kitir	3,53	3,38	3,22	Seragam
Proses pendempulan & pengampalasan	10,45	10,33	10,21	Seragam
Proses sanding	11,54	10,67	9,79	Seragam
Proses pengecatan & shading	16,17	15,19	14,21	Seragam
Proses pengamplasan 2	9,54	8,89	8,24	Seragam
Proses pengecekan QC	4,58	3,92	3,27	Seragam
Proses perakitan & packing	5,41	5,25	5,08	Seragam

Tabel 4.30 Rekapitulasi keseragaman data *Job H*

<i>Work center</i>	BKA	<i>Mean</i>	BKB	Keterangan
Proses pengecekan	5,37	5,28	5,19	Seragam
Proses pengobatan	3,43	3,29	3,16	Seragam
Proses pembongkaran	1,63	1,42	1,21	Seragam
Proses gerinda	10,57	10,49	10,40	Seragam
Proses mesin kitir	3,54	3,42	3,30	Seragam
Proses pendempulan & pengampalasan	11,11	10,46	9,82	Seragam
Proses sanding	11,40	10,77	10,13	Seragam
Proses pengecatan & shading	15,80	15,13	14,45	Seragam
Proses pengamplasan 2	9,27	8,65	8,03	Seragam
Proses pengecekan QC	4,69	4,03	3,37	Seragam
Proses perakitan & packing	5,53	5,32	5,11	Seragam

Tabel 4.31 Rekapitulasi keseragaman data *Job I*

<i>Work center</i>	BKA	<i>Mean</i>	BKB	Keterangan
Proses pengecekan	6,13	5,54	4,95	Seragam
Proses pengobatan	3,61	3,35	3,09	Seragam
Proses pembongkaran	8,58	8,37	8,16	Seragam
Proses gerinda	20,77	20,04	19,32	Seragam
Proses mesin kitir	3,94	3,50	3,05	Seragam
Proses pendempulan & pengampalasan	10,57	10,28	10,007	Seragam
Proses sanding	10,56	10,33	10,11	Seragam
Proses pengecatan & shading	15,59	15,27	14,96	Seragam
Proses pengamplasan 2	9,32	8,42	7,52	Seragam
Proses pengecekan QC	3,67	3,51	3,35	Seragam
Proses perakitan & packing	5,39	5,66	5,11	Seragam

4.2.5 Perhitungan Waktu Proses

Setelah dilakukan pengukuran *Cycle Time*, perhitungan uji kecukupan dan keseragaman data maka diperoleh suatu data yang terukur dan akan dijadikan acuan

untuk proses perhitungan selanjutnya. Data yang akan digunakan adalah data waktu rata-rata pada setiap *work center*. Perhitungan waktu rata-rata pada setiap *work center* dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut.

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

Keterangan:

\bar{x} = waktu rata-rata

$\sum \bar{x}i$ = total waktu

n = jumlah data

Contoh perhitungan waktu rata-rata produk A pada *work center* pertama adalah:

$$\bar{x} = \frac{(5,43+5,32+5,34+5,5+5,15+5,33+5,27+5,31+5,57+5,43)}{10}$$

$$\bar{x} = \frac{53,65}{10}$$

$$\bar{x} = 5,365$$

Berikut adalah rata-rata *Cycle Time* setiap *Job* pada tiap *work center*.

Tabel 4.32 Perhitungan Waktu Proses

JOB	Waktu rata-rata <i>Work center</i> (minutes)										
	WC1	WC2	WC3	WC4	WC5	WC6	WC7	WC8	WC9	WC10	WC11
A	5,365	5,309	10,28	99,464	16,053	30,359	30,501	59,494	30,008	15,02	24,993
B	5,652	10,278	10,306	98,412	15,218	29,993	29,881	29,934	29,968	14,954	24,982
C	5,344	5,331	3,271	30,101	3,258	15,3	15,306	25,04	15,287	5,195	15,456
D	5,684	5,799	3,51	60,003	3,503	15,362	15,487	59,715	15,405	5,476	15,441
E	5,471	5,485	3,309	30,063	3,284	15,147	15,218	24,94	15,23	5,241	15,114
F	5,439	3,237	1,227	15,122	3,213	10,211	10,206	15,219	8,217	3,223	5,178
G	5,274	3,287	1,519	10,94	3,381	10,333	10,67	15,196	8,894	3,926	5,252
H	5,285	3,297	1,426	10,49	3,423	10,468	10,77	15,131	8,652	4,035	5,326
I	5,546	3,354	8,373	20,049	3,501	10,289	10,339	15,279	8,425	3,513	5,393

Perhitungan total waktu pengerjaan *order* dipengaruhi oleh waktu *Cycle Time*, jumlah *order*, dan kapasitas mesin dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Waktu proses} = \frac{\text{waktu rata rata} \times \text{jumlah order}}{\text{kapasitas per proses}}$$

Contoh perhitungan total waktu proses produk A pada *work center* pertama adalah:

$$\begin{aligned}\text{Waktu proses} &= \frac{5,365 \text{ menit} \times 44}{1} \\ &= 236,06 \text{ menit}\end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan waktu proses seluruh *Job* dan seluruh *work center* dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 4.33 Waktu Proses 9 *Job*

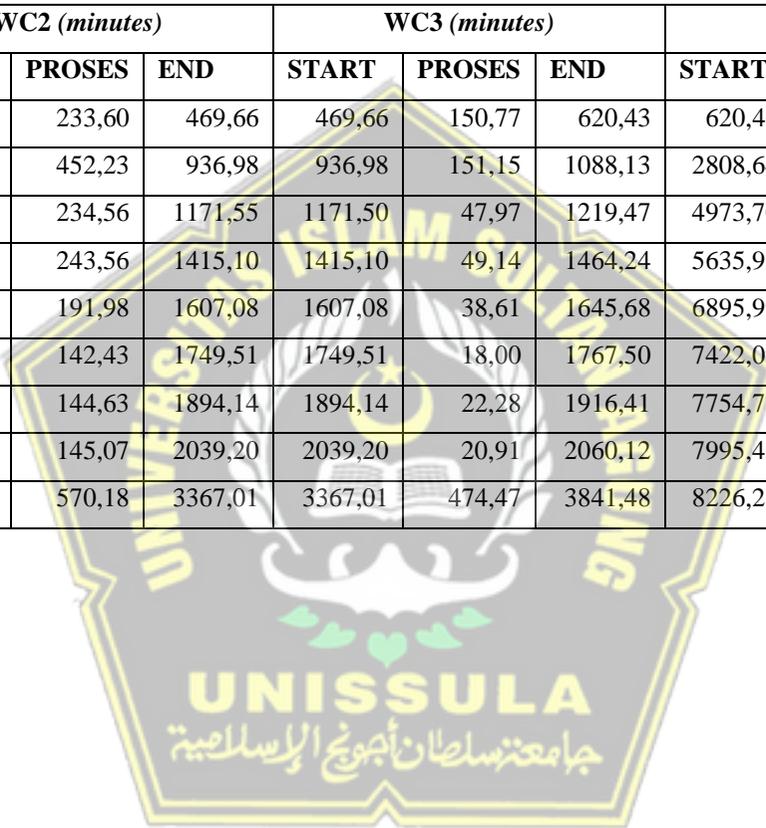
JOB	Waktu Proses 9 <i>Job</i> (minutes)										
	WC 1	WC 2	WC 3	WC 4	WC 5	WC 6	WC 7	WC 8	WC 9	WC 10	WC 11
A	236,06	233,60	150,77	2188,21	353,17	222,63	447,35	872,58	220,06	220,29	366,56
B	248,69	452,23	151,15	2165,06	334,80	219,95	438,25	439,03	219,77	219,33	366,40
C	235,14	234,56	47,97	662,22	71,68	112,20	224,49	367,25	112,10	76,19	226,69
D	238,73	243,56	49,14	1260,06	73,56	107,53	216,82	836,01	107,84	76,66	216,17
E	191,49	191,98	38,61	526,10	57,47	88,36	177,54	290,97	88,84	61,15	176,33
F	239,32	142,43	18,00	332,68	70,69	74,88	149,69	223,21	60,26	47,27	75,94
G	232,06	144,63	22,28	240,68	74,38	75,78	156,49	222,87	65,22	57,58	77,03
H	232,54	145,07	20,91	230,78	75,31	76,77	157,96	221,92	63,45	59,18	78,11
I	942,82	570,18	474,47	1704,17	297,59	291,52	585,88	865,81	238,71	199,07	305,60

4.2.6 Penjadwalan Perusahaan Saat Ini

CV Sekar Langgeng selama ini menggunakan metode *First Come First Serve* dalam menjadwalkan produk yang telah dipesan. Berdasarkan data yang diperoleh selama bulan Maret 2022 urutan *Job* yang yang pertama kali datang adalah *Job A*, *Job B*, *Job C*, *Job D*, *Job E*, *Job F*, *Job G*, *Job H* dan *Job I*. Hasil perhitungan *makespan* dengan penjadwalan perusahaan saat ini terdapat pada tabel 4.33 dibawah ini. Tabel 4.33 terbagi menjadi 3 bagian yang terpotong dimana ketiganya saling berkaitan dengan cara baca disambung dari tabel awal pada kolom akhir sebelah kanan ke kolom pada tabel selanjutnya di bagian awal sebelah kiri.

Tabel 4.34 Perhitungan Makespan Perusahaan Saat Ini

JOB	WC1 (minutes)			WC2 (minutes)			WC3 (minutes)			WC4 (minutes)			WC5 (minutes)		
	START	PROSES	END	START	PROSES	END	START	PROSES	END	START	PROSES	END	START	PROSES	END
A	0,00	236,06	236,06	236,06	233,60	469,66	469,66	150,77	620,43	620,43	2188,21	2808,64	2808,64	353,17	3161,80
B	236,06	248,69	484,75	484,75	452,23	936,98	936,98	151,15	1088,13	2808,64	2165,06	4973,70	4973,70	334,80	5308,50
C	484,75	235,14	719,88	936,98	234,56	1171,55	1171,50	47,97	1219,47	4973,70	662,22	5635,92	5635,92	71,68	5707,60
D	719,88	238,73	958,61	1171,55	243,56	1415,10	1415,10	49,14	1464,24	5635,92	1260,06	6895,99	6895,99	73,56	6969,55
E	958,61	191,49	1150,10	1415,10	191,98	1607,08	1607,08	38,61	1645,68	6895,99	526,10	7422,09	7422,09	57,47	7479,56
F	1150,10	239,32	1389,41	1607,08	142,43	1749,51	1749,51	18,00	1767,50	7422,09	332,68	7754,77	7754,77	70,69	7825,46
G	1389,41	232,06	1621,47	1749,51	144,63	1894,14	1894,14	22,28	1916,41	7754,77	240,68	7995,45	7995,45	74,38	8069,83
H	1621,47	232,54	1854,01	1894,14	145,07	2039,20	2039,20	20,91	2060,12	7995,45	230,78	8226,23	8226,23	75,31	8301,54
I	1854,01	942,82	2796,83	2796,83	570,18	3367,01	3367,01	474,47	3841,48	8226,23	1704,17	9930,40	9930,40	297,59	10227,98



Tabel 4.35 Perhitungan *Makespan* Perusahaan Saat Ini (Lanjutan)

JOB	WC6 (minutes)			WC7 (minutes)			WC8 (minutes)			WC9 (minutes)		
	START	PROSES	END									
A	3161,80	222,63	3384,44	3384,44	447,35	3831,78	3831,78	872,58	4704,36	4704,36	220,06	4924,42
B	5308,50	219,95	5528,44	5528,44	438,25	5966,70	5966,70	439,03	6405,73	6405,73	219,77	6625,50
C	5707,60	112,20	5819,80	5966,70	224,49	6191,19	6405,73	367,25	6772,98	6772,98	112,10	6885,09
D	6969,55	107,53	7077,08	7077,08	216,82	7293,90	7293,90	836,01	8129,91	8129,91	107,84	8237,75
E	7479,56	88,36	7567,92	7567,92	177,54	7745,46	8129,91	290,97	8420,88	8420,88	88,84	8509,72
F	7825,46	74,88	7900,34	7900,34	149,69	8050,03	8420,88	223,21	8644,09	8644,09	60,26	8704,35
G	8069,83	75,78	8145,61	8145,61	156,49	8302,10	8644,09	222,87	8866,96	8866,96	65,22	8932,19
H	8301,54	76,77	8378,30	8378,30	157,96	8536,26	8866,96	221,92	9088,89	9088,89	63,45	9152,33
I	10227,98	291,52	10519,50	10519,50	585,88	11105,38	11105,38	865,81	11971,19	11971,19	238,71	12209,90

Tabel 4.35 Perhitungan *Makespan* Perusahaan Saat Ini (Lanjutan)

JOB	WC10 (minutes)			WC11 (minutes)		
	START	PROSES	END	START	PROSES	END
A	4924,42	220,29	5144,71	5144,71	366,56	5511,28
B	6625,50	219,33	6844,82	6844,82	366,40	7211,22
C	6885,09	76,19	6961,28	7211,22	226,69	7437,91
D	8237,75	76,66	8314,41	8314,41	216,17	8530,58
E	8509,72	61,15	8570,86	8570,86	176,33	8747,19
F	8704,35	47,27	8751,62	8751,62	75,94	8827,56
G	8932,19	57,58	8989,77	8989,77	77,03	9066,80
H	9152,33	59,18	9211,51	9211,51	78,11	9289,63
I	12209,90	199,07	12408,97	12408,97	305,60	12714,57

Berdasarkan kondisi aktual CV Sekar Langgeng pada bulan Maret 2022, urutan *Job* yang digunakan perusahaan adalah A-B-C-D-E-F-G-H-I dengan total *makespan* sebesar 12714,57 menit atau 26,48 hari kerja atau 27 hari kerja

4.2.7 Penjadwalan dengan Metode CDS (Campbell Dudek Smith)

Pendekatan *Campbell Dudek Smith* digunakan untuk menjadwalkan produksi berdasarkan jumlah waktu kerja terpendek. Pada tahun 1965, *Campbell, Dudek, dan Smith* merancang pendekatan CDS, yang mereka gunakan untuk mengurutkan operasi terhadap m mesin. Rumusan penjadwalan menurut *Campbell Dudek Smith* (Widodo, 2014):

$T_{i,1}^k = T_{i,1}$ dan $T_{i,2}^k = T_{i,2}$ sebagai waktu proses pada mesin pertama dan mesin terakhir. Untuk urutan yang kedua dirumuskan dengan :

$$T_{i,1}^k = T_{i,1} + T_{i,2}$$

$$T_{i,2}^k = T_{i,m} + T_{i,m-1}$$

Dan seterusnya. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 2.5 Iterasi Dua Mesin

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

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 *Job* / pekerjaan

m = jumlah mesin

$t_{i,j}$ = waktu pengerjaan *Job* i pada mesin ke j

k = tahapan iterasi

$t_{i,1}$ = waktu proses pada mesin pertama

$t_{i,2}$ = waktu proses pada mesin terakhir

Pendekatan CDS digunakan untuk mengatur sembilan pekerjaan di sebelas pusat kerja pada putaran perhitungan penjadwalan ini. Rumus $k = m-1$, di mana m adalah jumlah pusat kerja, akan digunakan untuk menentukan jumlah kemungkinan urutan tugas atau iterasi. Perusahaan memiliki sebelas pusat kerja, jadi:

$$K = m - 1$$

$$K = 11 - 1$$

$$K = 10$$

Maka banyaknya iterasi yang akan dilakukan adalah sampai 10 iterasi.

Tabel 4.35 Waktu Proses 9 produk pada 11 work center

JOB	Waktu rata-rata Work center (minutes)										
	WC 1	WC 2	WC 3	WC 4	WC 5	WC 6	WC 7	WC 8	WC 9	WC 10	WC 11
A	236,06	233,60	150,77	2188,21	353,17	222,63	447,35	872,58	220,06	220,29	366,56
B	248,69	452,23	151,15	2165,06	334,80	219,95	438,25	439,03	219,77	219,33	366,40
C	235,14	234,56	47,97	662,22	71,68	112,20	224,49	367,25	112,10	76,19	226,69
D	238,73	243,56	49,14	1260,06	73,56	107,53	216,82	836,01	107,84	76,66	216,17
E	191,49	191,98	38,61	526,10	57,47	88,36	177,54	290,97	88,84	61,15	176,33
F	239,32	142,43	18,00	332,68	70,69	74,88	149,69	223,21	60,26	47,27	75,94
G	232,06	144,63	22,28	240,68	74,38	75,78	156,49	222,87	65,22	57,58	77,03
H	232,54	145,07	20,91	230,78	75,31	76,77	157,96	221,92	63,45	59,18	78,11
I	942,82	570,18	474,47	1704,17	297,59	291,52	585,88	865,81	238,71	199,07	305,60

1. Iterasi 1

Pada iterasi pertama (K1) dimulai dengan menentukan $1_{t_{i,1}}$ dan $1_{t_{i,2}}$.

Kemudian untuk $1_{t_{i,1}}$ diambil dari waktu t_1 , dan waktu proses untuk $1_{t_{i,2}}$

diambil dari t_{11}

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

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

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

$${}^1 t_{i,2} = t_{i,11}$$

Tabel 4.36 Iterasi 1 CDS

JOB	WAKTU PROSES (menit)	
	t1	t11
A	236,06	366,56
B	248,69	366,40
C	235,14	226,69
D	238,73	216,17

E	191,49	176,33
F	239,32	75,94
G	232,06	77,03
H	232,54	78,11
I	942,82	305,60

Urutan *job* didapatkan dari nilai min $t_{i,1}$ dan min $t_{i,2}$. Apabila nilai waktu terkecil terletak pada urutan $t_{i,1}$ maka *Job* diletakkan pada urutan paling awal. Apabila nilai waktu terkecil terletak pada urutan $t_{i,2}$ maka *Job* diletakkan pada urutan paling akhir. Berdasarkan tabel 4.37, semua waktu pemrosesan diurutkan dari yang terkecil hingga yang terbesar:

Tabel 4.37 Pengurutan *Job*

Urutan	Waktu Proses (menit)	Keterangan
1	75,94	Urutan pertama (nilai terletak di ${}^1t_{11}$) yaitu <i>Job F</i>
2	77,03	Urutan kedua (nilai terletak di ${}^1t_{11}$) yaitu <i>Job G</i>
3	78,11	Urutan ketiga (nilai terletak di ${}^1t_{11}$) yaitu <i>Job H</i>
4	176,33	Urutan keempat (nilai terletak di ${}^1t_{11}$) yaitu <i>Job E</i>
5	191,49	<i>Job</i> sudah terpilih
6	216,17	Urutan kelima (nilai terletak di ${}^1t_{11}$) yaitu <i>Job D</i>
7	226,69	Urutan keenam (nilai terletak di ${}^1t_{11}$) yaitu <i>Job C</i>
8	232,06	<i>Job</i> sudah terpilih
9	232,54	<i>Job</i> sudah terpilih
10	235,14	<i>Job</i> sudah terpilih
11	236,06	Urutan ketujuh (nilai terletak di 1t_1) yaitu <i>Job A</i>
12	238,73	<i>Job</i> sudah terpilih
13	239,32	<i>Job</i> sudah terpilih
14	248,69	Urutan kedelapan (nilai terletak di 1t_1) yaitu <i>Job B</i>
15	305,60	Urutan kesembilan (nilai terletak di ${}^1t_{11}$) yaitu <i>Job I</i>
16	366,40	<i>Job</i> sudah terpilih
17	366,56	<i>Job</i> sudah terpilih
18	942,82	<i>Job</i> sudah terpilih

Dari aturan tersebut diperoleh urutan *Job A-B-I-C-D-E-H-G-F*.

2. Iterasi 2

Iterasi kedua (k2) dilakukan dengan menentukan ${}^2t_{i,1}$ dan ${}^2t_{i,2}$. Waktu proses untuk ${}^2t_{i,1}$ diambil dari waktu $t_1 + t_2$ dan waktu untuk ${}^2t_{i,2}$ diambil dari $t_{11} + t_{10}$.

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

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

Contoh untuk *Job A* pada ${}^2t_{i,1}$:

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

$${}^2 t_{i,1} = 236,06 + 233,59$$

$${}^2 t_{i,1} = \mathbf{469,66}$$

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

$${}^2 t_{i,2} = t_{i,11} + t_{i,10}$$

Contoh untuk *Job A* pada ${}^2t_{i,2}$:

$${}^2 t_{i,2} = t_{i,11} + t_{i,10}$$

$${}^2 t_{i,2} = 366,56 + 220,29$$

$${}^2 t_{i,2} = \mathbf{586,86}$$

Tabel 4.38 Iterasi 2 CDS

JOB	WAKTU PROSES (menit)	
	t1+t2	t11+t10
A	469,66	586,86
B	700,92	585,73
C	469,70	302,88
D	482,29	292,84
E	383,46	237,48
F	381,74	123,21
G	376,68	134,61
H	377,61	137,29
I	1513,00	504,67

Urutan *job* didapatkan dari nilai min $t_{i,1}$ dan min $t_{i,2}$. Apabila nilai waktu terkecil terletak pada urutan $t_{i,1}$ maka *Job* diletakkan pada urutan paling awal. Apabila nilai waktu terkecil terletak pada urutan $t_{i,2}$ maka *Job*

diletakkan pada urutan paling akhir. Dari aturan tersebut diperoleh urutan *Job* A-B-I-C-D-E-H-G-F.

3. Iterasi 3

Iterasi ketiga (k3) dilakukan dengan menentukan ${}^3t_{i,1}$ dan ${}^3t_{i,2}$. Waktu proses untuk ${}^3t_{i,1}$ diambil dari waktu $t1 + t2 + t3$ dan waktu untuk ${}^3t_{i,2}$ diambil dari $t11 + t10 + t9$.

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

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

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

$${}^3 t_{i,2} = t_{i,11} + t_{i,10} + t_{i,9}$$

Tabel 4.39 Iterasi 3 CDS

JOB	WAKTU PROSES (menit)	
	t1+t2+t3	t11+t10+t9
A	620,43	806,92
B	852,07	805,49
C	517,67	414,99
D	531,43	400,67
E	422,07	326,32
F	399,74	183,47
G	398,96	199,83
H	398,52	200,74
I	1987,47	743,38

Pada iterasi ketiga diperoleh urutan *Job* A-B-I-C-D-E-H-G-F

4. Iterasi 4

Iterasi keempat (k4) dilakukan dengan menentukan ${}^4t_{i,1}$ dan ${}^4t_{i,2}$. Waktu proses untuk ${}^4t_{i,1}$ diambil dari waktu $t1 + t2 + t3 + t4$ dan waktu untuk ${}^4t_{i,2}$ diambil dari $t11 + t10 + t9 + t8$.

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

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

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

$${}^4 t_{i,2} = t_{i,11} + t_{i,10} + t_{i,9} + t_{i,8}$$

Tabel 4.40 Iterasi 4 CDS

JOB	WAKTU PROSES (MNT)	
	t1+t2+t3+t4	t11+t10+t9+t8
A	2808,64	1679,49
B	3017,14	1244,53
C	1179,90	782,24
D	1791,49	1236,68
E	948,17	617,28
F	732,42	406,68
G	639,64	422,71
H	629,30	422,66
I	3691,64	1609,19

Pada iterasi keempat diperoleh urutan *Job* A-I-B-D-C-E-G-H-F

5. Iterasi 5

Iterasi kelima (k5) dilakukan dengan menentukan ${}^5t_{i,1}$ dan ${}^5t_{i,2}$. Waktu proses untuk ${}^5t_{i,1}$ diambil dari waktu $t1 + t2 + t3 + t4 + t5$ dan waktu unntuk ${}^5t_{i,2}$ diambil dari $t11 + t10 + t9 + t8 + t7$.

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

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

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

$${}^5 t_{i,2} = t_{i,11} + t_{i,10} + t_{i,9} + t_{i,8} + t_{i,7}$$

Tabel 4.41 Iterasi 5 CDS

JOB	WAKTU PROSES (menit)	
	t1+t2+t3+t4+T5	t11+t10+t9+t8+T7
A	3161,80	2126,84
B	3351,93	1682,78
C	1251,57	1006,73
D	1865,05	1453,50
E	1005,64	794,83
F	803,11	556,37
G	714,02	579,20

H	704,61	580,62
I	3989,22	2195,07

Pada urutan kelima diperoleh urutan *Job* I-A-B-D-C-E-H-G-F.

6. Iterasi 6

Iterasi keenam(k6) dilakukan dengan menentukan ${}^6t_{i,1}$ dan ${}^6t_{i,2}$. Waktu proses untuk ${}^6t_{i,1}$ diambil dari waktu $t1 + t2 + t3 + t4 + t5 + t6$ dan waktu untuk ${}^6t_{i,2}$ diambil dari $t11 + t10 + t9 + t8 + t7 + t6$.

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

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

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

$${}^6 t_{i,2} = t_{i,11} + t_{i,10} + t_{i,9} + t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6}$$

Tabel 4.42 Iterasi 6 CDS

JOB	WAKTU PROSES (menit)	
	t1+t2+t3+t4+T5+T6	t11+t10+t9+t8+T7+T6
A	3384,44	2349,48
B	3571,88	1902,73
C	1363,77	1118,93
D	1972,59	1561,04
E	1094,00	883,18
F	877,99	631,25
G	789,80	654,98
H	781,37	657,39
I	4280,74	2486,59

Pada iterasi keenam diperoleh urutan *Job* I-A-B-D-C-E-H-G-F.

7. Iterasi 7

Iterasi ketujuh (k7) dilakukan dengan menentukan ${}^7t_{i,1}$ dan ${}^7t_{i,2}$. Waktu proses untuk ${}^7t_{i,1}$ diambil dari waktu $t1 + t2 + t3 + t4 + t5 + t6 + t7$ dan waktu untuk ${}^7t_{i,2}$ diambil dari $t11 + t10 + t9 + t8 + t7 + t6 + t5$.

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

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

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

$${}^7t_{i,2} = t_{i,11} + t_{i,10} + t_{i,9} + t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5}$$

Tabel 4.43 Iterasi 7 CDS

JOB	WAKTU PROSES (menit)	
	t1+t2+t3+t4+T5+T6+T7	t11+t10+t9+t8+T7+T6+T5
A	3831,78	2702,64
B	4010,14	2237,52
C	1588,26	1190,60
D	2189,40	1634,60
E	1271,54	940,65
F	1027,68	701,94
G	946,29	729,36
H	939,33	732,70
I	4866,62	2784,18

Pada iterasi ketujuh diperoleh urutan *Job* I-A-B-D-C-E-H-G-F.

8. Iterasi 8

Iterasi kedelapan (k8) dilakukan dengan menentukan ${}^8t_{i,1}$ dan ${}^8t_{i,2}$. Waktu proses untuk ${}^8t_{i,1}$ diambil dari waktu $t1 + t2 + t3 + t4 + t5 + t6 + t7 + t8$ dan waktu untuk ${}^8t_{i,2}$ diambil dari $t11 + t10 + t9 + t8 + t7 + t6 + t5 + t4$

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

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

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

$${}^8 t_{i,2} = t_{i,11} + t_{i,10} + t_{i,9} + t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} + t_{i,4}$$

Tabel 4.44 Iterasi 8 CDS

JOB	WAKTU PROSES (menit)	
	t1+t2+t3+t4+T5+T6+T7	t11+t10+t9+t8+T7+T6+T5+T4
A	4704,36	4890,85
B	4449,17	4402,59
C	1955,51	1852,83
D	3025,41	2894,66
E	1562,51	1466,76

F	1250,89	1034,62
G	1169,17	970,04
H	1161,26	963,48
I	5732,43	4488,34

Pada iterasi kedelapan diperoleh urutan *job* A-I-B-D-C-E-F-G-H.

9. Iterasi 9

Iterasi kesembilan (k9) dilakukan dengan menentukan ${}^9t_{i,1}$ dan ${}^9t_{i,2}$. Waktu proses untuk ${}^9t_{i,1}$ diambil dari waktu $t1 + t2 + t3 + t4 + t5 + t6 + t7 + t8 + t9$ dan waktu untuk ${}^9t_{i,2}$ diambil dari $t11 + t10 + t9 + t8 + t7 + t6 + t5 + t4 + t3$

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

$${}^9 t_{i,1} = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4} + t_{i,5} + t_{i,6} + t_{i,7} + t_{i,8} + t_{i,9}$$

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

$${}^9 t_{i,2} = t_{i,11} + t_{i,10} + t_{i,9} + t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} + t_{i,4} + t_{i,3}$$

Tabel 4.45 Iterasi 9 CDS

JOB	WAKTU PROSES (menit)	
	t1+t2+t3+t4+T5+T6+T7+T8+T9	t11+t10+t9+t8+T7+T6+T5+T4+T3
A	4924,42	5041,62
B	4668,94	4553,74
C	2067,62	1900,80
D	3133,25	2943,80
E	1651,35	1505,36
F	1311,15	1052,62
G	1234,39	992,32
H	1224,70	984,39
I	5971,14	4962,81

Pada iterasi kesembilan diperoleh urutan *Job* A-I-B-D-C-E-F-G-H.

10. Iterasi 10

Iterasi kesepuluh (k10) dilakukan dengan menentukan ${}^{10}t_{i,1}$ dan ${}^{10}t_{i,2}$. Waktu proses untuk ${}^{10}t_{i,1}$ diambil dari waktu $t1 + t2 + t3 + t4 + t5 + t6 + t7 + t8 + t9 + t10$ dan waktu untuk ${}^{10}t_{i,2}$ diambil dari $t11 + t10 + t9 + t8 + t7 + t6 + t5 + t4 + t3 + t2$.

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

$${}^{10} t_{i,1} = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4} + t_{i,5} + t_{i,6} + t_{i,7} + t_{i,8} + t_{i,9} + t_{i,10}$$

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

$${}^{10} t_{i,2} = t_{i,11} + t_{i,10} + t_{i,9} + t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} + t_{i,4} + t_{i,3} + t_{i,2}$$

Tabel 4.46 Iterasi 10 CDS

JOB	WAKTU PROSES (menit)	
	t1+t2+t3+t4+T5+T6+T7+T8+T9+T10	t11+t10+t9+t8+T7+T6+T5+T4+T3+T2
A	5144,71	5275,22
B	4888,26	5005,98
C	2143,81	2135,36
D	3209,91	3187,36
E	1712,49	1697,34
F	1358,42	1195,05
G	1291,97	1136,95
H	1283,88	1129,46
I	6170,21	5532,99

Pada iterasi kesepuluh diperoleh urutan *Job* A-I-B-D-C-E-F-G-H.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan sepuluh iterasi diperoleh urutan *Job* sebagai berikut:

Tabel 4.47 Hasil Perhitungan CDS

Iterasi	Urutan <i>Job</i>	Makespan (menit)
1	A-B-I-C-D-E-H-G-F	10846
2	A-B-I-C-D-E-H-G-F	10846
3	A-B-I-C-D-E-H-G-F	10846
4	A-I-B-D-C-E-G-H-F	10682
5	I-A-B-D-C-E-H-G-F	12049
6	I-A-B-D-C-E-H-G-F	12049
7	I-A-B-D-C-E-H-G-F	12049
8	A-I-B-D-C-E-F-G-H	10699

9	A-I-B-D-C-E-F-G-H	10699
10	A-I-B-D-C-E-F-G-H	10699

Berdasarkan urutan *Job* diatas diketahui bahwa iterasi dengan makespan terkecil adalah pada iterasi ke 4 dengan urutan *Job* A-I-B-D-C-E-G-H-F dan makespan sebesar 10682 menit. Perhitungan makespan dapat dilihat pada table berikut ini:



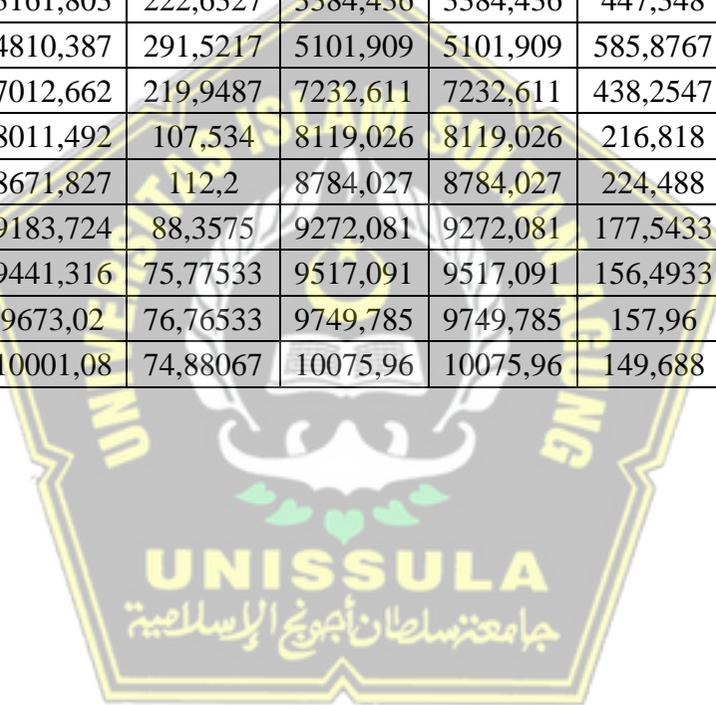
Tabel 4.48 Perhitungan Makespan CDS

JOB	WC1 (minutes)			WC2 (minutes)			WC3 (minutes)			WC4 (minutes)		
	START	PROSES	END	START	PROSES	END	START	PROSES	END	START	PROSES	END
A	0	236,06	236,06	236,06	233,60	469,656	469,656	150,7733	620,4293	620,4293	2188,208	2808,637
I	236,06	942,82	1178,88	1178,88	570,18	1749,06	1749,06	474,47	2223,53	2808,637	1704,165	4512,802
B	1178,88	248,688	1427,568	1749,06	452,232	2201,292	2223,53	151,1547	2374,685	4512,802	2165,064	6677,866
D	1427,568	238,728	1666,296	2201,292	243,558	2444,85	2444,85	49,14	2493,99	6677,866	1260,063	7937,929
C	1666,296	235,136	1901,432	2444,85	234,564	2679,414	2679,414	47,97467	2727,389	7937,929	662,222	8600,151
E	1901,432	191,485	2092,917	2679,414	191,975	2871,389	2871,389	38,605	2909,994	8600,151	526,1025	9126,254
G	2092,917	232,056	2324,973	2871,389	144,628	3016,017	3016,017	22,27867	3038,296	9126,254	240,68	9366,934
H	2324,973	232,54	2557,513	3016,017	145,068	3161,085	3161,085	20,91467	3182	9366,934	230,78	9597,714
F	2557,513	239,316	2796,829	3161,085	142,428	3303,513	3303,513	17,996	3321,509	9597,714	332,684	9930,398



Tabel 4.49 Perhitungan *Makespan* CDS (Lanjutan)

JOB	WC5 (minutes)			WC6 (minutes)			WC7 (minutes)			WC8 (minutes)		
	START	PROSES	END	START	PROSES	END	START	PROSES	END	START	PROSES	END
A	2808,637	353,166	3161,803	3161,803	222,6327	3384,436	3384,436	447,348	3831,784	3831,784	872,5787	4704,363
I	4512,802	297,585	4810,387	4810,387	291,5217	5101,909	5101,909	585,8767	5687,786	5687,786	865,81	6553,596
B	6677,866	334,796	7012,662	7012,662	219,9487	7232,611	7232,611	438,2547	7670,866	7670,866	439,032	8109,898
D	7937,929	73,563	8011,492	8011,492	107,534	8119,026	8119,026	216,818	8335,844	8335,844	836,01	9171,854
C	8600,151	71,676	8671,827	8671,827	112,2	8784,027	8784,027	224,488	9008,515	9171,854	367,2533	9539,108
E	9126,254	57,47	9183,724	9183,724	88,3575	9272,081	9272,081	177,5433	9449,625	9539,108	290,9667	9830,074
G	9366,934	74,382	9441,316	9441,316	75,77533	9517,091	9517,091	156,4933	9673,585	9830,074	222,8747	10052,95
H	9597,714	75,306	9673,02	9673,02	76,76533	9749,785	9749,785	157,96	9907,745	10052,95	221,9213	10274,87
F	9930,398	70,686	10001,08	10001,08	74,88067	10075,96	10075,96	149,688	10225,65	10274,87	223,212	10498,08



Tabel 4.48 Perhitungan *Makespan* CDS (Lanjutan)

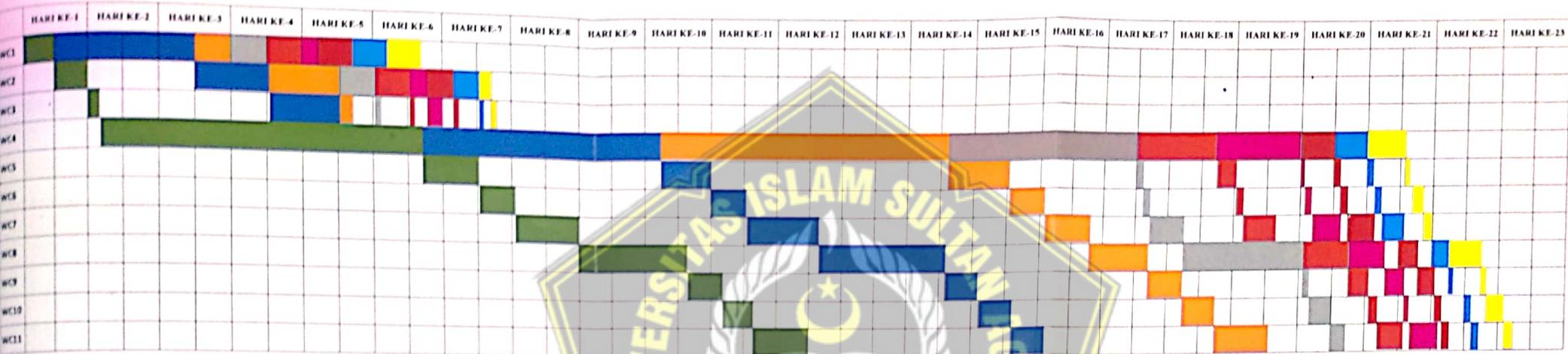
JOB	WC9 (minutes)			WC10 (minutes)			WC11 (minutes)		
	START	PROSES	END	START	PROSES	END	START	PROSES	END
A	4704,363	220,0587	4924,421	4924,421	220,2933	5144,715	5144,715	366,564	5511,279
I	6553,596	238,7083	6792,304	6792,304	199,07	6991,374	6991,374	305,6033	7296,977
B	8109,898	219,7653	8329,663	8329,663	219,3253	8548,988	8548,988	366,4027	8915,391
D	9171,854	107,835	9279,689	9279,689	76,664	9356,353	9356,353	216,174	9572,527
C	9539,108	112,1047	9651,212	9651,212	76,19333	9727,406	9727,406	226,688	9954,094
E	9830,074	88,84167	9918,916	9918,916	61,145	9980,061	9980,061	176,33	10156,39
G	10052,95	65,22267	10118,17	10118,17	57,58133	10175,75	10175,75	77,02933	10252,78
H	10274,87	63,448	10338,32	10338,32	59,18	10397,5	10397,5	78,11467	10475,61
F	10498,08	60,258	10558,34	10558,34	47,27067	10605,61	10605,61	75,944	10681,56

Berdasarkan perhitungan penjadwalan menggunakan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS), urutan *Job* yang didapat adalah A-I-B-D-C-E-G-H-F dengan total *makespan* sebesar 10681,56 menit atau 22,25 hari kerja atau 23 hari kerja. Selanjutnya dilakukan penyusunan *gant chart* untuk memvisualisasikan hasil penjadwalan agar mudah dibaca oleh perusahaan. Langkah yang dapat digunakan untuk mempermudah pembuatan *gant chart* adalah dengan mengkonversikan waktu dengan satuan menit ke dalam bentuk satuan hari dengan estimasi waktu satu hari adalah 8 jam sesuai dengan waktu kerja per hari. Berikut merupakan contoh perhitungan konversi waktu dari satuan menit ke hari pada *Job A work center* pertama.

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja perhari} &= 8 \text{ jam} \\ &= 480 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu Proses (hari)} &= \frac{\text{waktu proses (menit)}}{\text{waktu kerja per hari (menit)}} \\ &= \frac{236,06 \text{ menit}}{480 \text{ menit}} \\ &= 0,49 \text{ hari} \approx 0,5 \text{ hari}\end{aligned}$$





- Legenda :
- Task A
 - Task B
 - Task C
 - Task D
 - Task E
 - Task F
 - Task G
 - Task H
 - Task I



4.3 Analisa dan Interpretasi

Berikut merupakan analisa terhadap performansi penjadwalan perusahaan serta penjadwalan dengan metode CDS.

4.3.1 Analisa Metode Perusahaan *First Come First Service* (FCFS)

Berdasarkan kondisi aktual CV Sekar Langgeng pada bulan Maret 2022, urutan *Job* yang digunakan perusahaan adalah A-B-C-D-E-F-G-H-I. . Perusahaan melakukan penjadwalan dengan menetapkan aturan *First Come First Serve* (FCFS) yaitu *order* yang lebih dahulu datang akan terlebih dahulu diproses. Penerapan aturan tersebut tidak dibarengi dengan adanya perhitungan yang pasti, hanya menggunakan intuisi dari pihak *manager*. Pada pesanan ini *manager* menargetkan waktu penyelesaian proses produksi selama 21 hari kerja. Namun setelah dilakukan perhitungan secara pasti menggunakan metode *First Come First Serve* (FCFS) diperoleh total makespan sebesar 12714,57 menit atau 26,48 hari kerja atau 27 hari kerja. Hasil tersebut lebih besar daripada target yang sudah ditetapkan oleh perusahaan.

Perhitungan menggunakan metode *First Come First Serve* (FCFS) ini juga memberikan informasi *idle time* perusahaan sebagai berikut:

Tabel 4.49 *Idle Time Work center* dengan metode *First Come First Service* (FCFS)

No	Work center	Idle Time (menit)
1	WC 1	0
2	WC 2	772
3	WC 3	2398
4	WC 4	0
5	WC 5	6010
6	WC 6	6088
7	WC 7	5166
8	WC 8	3799
9	WC 9	6329
10	WC 10	6467
11	WC 11	5681
Jumlah		42714 menit

Nilai *idle time* dengan metode *First Come First Serve (FCFS)* diperoleh dari tabel *makespan* dengan cara mengurangi waktu mulai pada *work center* dengan waktu selesai pada *work center* sebelumnya. Pada *work center* 1 tidak terdapat waktu mengganggu, *work center* 2 jumlah waktu mengganggu sebesar 772,72 menit, *work center* 3 jumlah waktu mengganggu sebesar 2398,52 menit, *work center* 4 tidak terdapat waktu mengganggu, *work center* 5 jumlah waktu mengganggu sebesar 6010 menit, *work center* 6 jumlah waktu mengganggu sebesar 6088 menit, *work center* 7 jumlah waktu mengganggu sebesar 5166 menit, *work center* 8 jumlah waktu mengganggu sebesar 3799 menit, *work center* 9 jumlah waktu mengganggu sebesar 6329 menit, *work center* 10 jumlah waktu mengganggu sebesar 6467 menit, *work center* 11 jumlah waktu mengganggu sebesar 5681 menit. Sehingga total waktu mengganggu perusahaan dengan penerapan metode FCFS adalah 42714 menit.

4.3.2 Analisa Metode *Campbell Dudek Smith (CDS)*

Metode *Campbell Dudek Smith (CDS)* merupakan metode yang pada dasarnya memecahkan persoalan *Flow Shop* dengan membagi m mesin ke dalam dua grup, kemudian pengurutan *Job* pada kedua mesin tersebut menggunakan aturan apabila nilai terkecil terletak pada grup mesin pertama letakkan *Job* pada urutan awal dan apabila nilai terkecil terletak pada grup mesin kedua letakkan *Job* pada urutan akhir. Setelah diperoleh sebanyak $m-1$ alternatif, kemudian dipilih urutan dengan *makespan* terkecil.

Dengan menggunakan metode CDS diperoleh beberapa alternatif urutan *Job* sebagai berikut:

Tabel 4.50 Hasil urutan *Job* dengan metode CDS

Alternatif	Urutan <i>Job</i>	Makespan (menit)
Iterasi 1	A-B-I-C-D-E-H-G-F	10846
Iterasi 2	A-B-I-C-D-E-H-G-F	10846
Iterasi 3	A-B-I-C-D-E-H-G-F	10846
Iterasi 4	A-I-B-D-C-E-G-H-F	10682
Iterasi 5	I-A-B-D-C-E-H-G-F	12049
Iterasi 6	I-A-B-D-C-E-H-G-F	12049

Iterasi 7	I-A-B-D-C-E-H-G-F	12049
Iterasi 8	A-I-B-D-C-E-F-G-H	10699
Iterasi 9	A-I-B-D-C-E-F-G-H	10699
Iterasi 10	A-I-B-D-C-E-F-G-H	10699

Pada tabel 4.53 diperoleh hasil empat urutan *Job* yang sama dengan empat nilai makespan yang sama pula. Keempat urutan *Job* tersebut yaitu yang pertama urutan A-B-I-C-D-E-H-G-F dengan nilai makespan sebesar 10846, urutan yang kedua yaitu A-I-B-D-C-E-G-H-F dengan nilai makespan 10682, urutan yang ketiga yaitu I-A-B-D-C-E-H-G-F dengan nilai makespan 12049 dan urutan yang keempat yaitu A-I-B-D-C-E-F-G-H dengan nilai makespan 10699. Dari keempat alternatif urutan *Job* tersebut dipilih alternatif dengan urutan *Job* terkecil yaitu A-I-B-D-C-E-G-H-F dengan nilai makespan 10682.

Urutan *Job* A-I-B-D-C-E-G-H-F menghasilkan nilai idle time sebagai berikut :

Tabel 4.51 *Idle Time Work center* dengan Metode CDS

No	<i>Work center</i>	<i>Idle Time (menit)</i>
1	WC 1	0
2	WC 2	709
3	WC 3	1878
4	WC 4	0
5	WC 5	5783
6	WC 6	5644
7	WC 7	4286
8	WC 8	2326
9	WC 9	4677
10	WC 10	4664
11	WC 11	3648
Jumlah		33620

Nilai *idle time* dengan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) diperoleh dari tabel *makespan* dengan cara mengurangi waktu mulai pada *work center* dengan waktu selesai pada *work center* sebelumnya. Pada *work center* 1 tidak terdapat

waktu menganggur, *work center* 2 jumlah waktu menganggur sebesar 709 menit, *work center* 3 jumlah waktu menganggur sebesar 1878 menit, *work center* 4 tidak terdapat waktu menganggur, *work center* 5 jumlah waktu menganggur sebesar 5783 menit, *work center* 6 jumlah waktu menganggur sebesar 5644 menit, *work center* 7 jumlah waktu menganggur sebesar 4286 menit, *work center* 8 jumlah waktu menganggur sebesar 2326 menit, *work center* 9 jumlah waktu menganggur sebesar 4677 menit, *work center* 10 jumlah waktu menganggur sebesar 4664 menit, *work center* 11 jumlah waktu menganggur sebesar 3648 menit. Sehingga total waktu menganggur perusahaan dengan penerapan metode CDS adalah 33620 menit.

4.3.3 Interpretasi

Tahap selanjutnya setelah analisa yaitu interpretasi, pada tahap ini berfungsi untuk menginterpretasikan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui performansi penjadwalan yang telah dilakukan. Berdasarkan aturan dari perusahaan, penjadwalan dilakukan dengan urutan prioritas *First Come First Service* (FCFS)) yaitu *order* yang lebih dahulu datang akan terlebih dahulu diproses. Namun penerapan aturan tersebut tidak dibarengi dengan adanya perhitungan yang pasti, hanya menggunakan intuisi dari pihak *manager*. Pada pesanan ini *manager* menargetkan waktu penyelesaian proses produksi selama 21 hari kerja. Kemudian dilakukan perhitungan secara pasti menggunakan metode *First Come First Serve* (FCFS) diperoleh total makespan sebesar 12714,57 menit atau 26,48 hari kerja atau 27 hari kerja. Hasil tersebut lebih besar daripada target yang sudah ditetapkan oleh perusahaan. Maka dari itu perlu adanya perhitungan yang pasti tidak hanya menggunakan intuisi saja agar *due date* yang dijanjikan kepada pelanggan tidak salah dan menimbulkan keterlambatan pengiriman barang.

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan aturan prioritas perusahaan kemudian dilakukan penjadwalan usulan dengan menggunakan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS). Metode CDS sendiri merupakan sebuah metode penjadwalan yang pada dasarnya digunakan untuk memecahkan masalah penjadwalan yang proses produksinya berdasarkan rangkaian *Flow Shop*. Metode CDS membagi mesin kedalam dua grup kemudian dilakukan pengurutan *Job* dengan aturan apabila

nilai terkecil terdapat pada grup mesin yang pertama maka *Job* diletakkan pada urutan awal dan apabila nilai terkecil terletak pada grup mesin keua maka *Job* diletakkan pada urutan akhir. Pada penjadwalan dengan menggunakan CDS diperoleh hasil empat urutan *Job*. Keempat urutan *Job* tersebut yaitu yang pertama urutan A-B-I-C-D-E-H-G-F dengan nilai makespan sebesar 10846, urutan yang kedua yaitu A-I-B-D-C-E-G-H-F dengan nilai makespan 10682, urutan yang ketiga yaitu I-A-B-D-C-E-H-G-F dengan nilai makespan 12049 dan urutan yang keempat yaitu A-I-B-D-C-E-F-G-H dengan nilai makespan 10699. Dari keempat alternatif urutan *Job* tersebut dipilih alternatif dengan urutan *Job* terkecil yaitu A-I-B-D-C-E-G-H-F dengan nilai makespan 10682 menit atau 22,25 hari kerja atau 23 hari kerja.

Setelah dilakukan perhitungan penjadwalan dengan metode FCFS dan CDS kemudian dapat diketahui waktu proses beserta urutan *Job* yang dibutuhkan perusahaan untuk menyelesaikan pesanan. Dengan diketahuinya waktu proses perusahaan dapat menentukan *due date* untuk diberikan kepada pelanggan. Penentuan *due date* berdasarkan perhitungan dapat mencegah terjadi keterlambatan pengiriman barang. Melalui kedua metode tersebut juga diketahui bahwa dengan metode CDS waktu penyelesaian produksi lebih efektif karena memiliki *makespan* serta *idel time* yang lebih kecil daripada metode FCSF.

4.4 Pembuktian Hipotesa

Berikut merupakan perbandingan *makespan* dan *idle time* antara metode *First Come First Serve* (FCFS) dan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS).

Tabel 4.52 Perbandingan Metode

Metode	Urutan <i>Job</i>	Makespan (menit)	<i>Idle Time</i> (menit)
<i>First Come First Serve</i>	A-B-C-D-E-F-G-H-I	12714,57	42714
<i>Campbell Dudek Smith</i>	A-I-B-D-C-E-G-H-F	10682	33620

Pembuktian hipotesa dilakukan untuk menjawab hipotesa yang telah diberikan pada awal penelitian, dimana dicari penjadwalan yang paling efektif guna mencegah keterlambatan pengiriman. Pembuktian hipotesa dilakukan dengan cara menghitung nilai *Efficiency Index* (EI) antara metode *First Come First Serve* (FCFS) dan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS). Pada perhitungan ini metode *First Come First Serve* (FCFS) dianggap sebagai metode perusahaan.

Perhitungan *Efficiency Index* (EI) merupakan perhitungan yang membandingkan antara *makespan* perusahaan dengan *makespan* alternatif. EI dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$EI = \frac{\text{makespan perusahaan}}{\text{makespan alternatif}}$$

Apabila nilai $EI < 1$, maka metode FCFS atau metode aturan yang ditetapkan perusahaan lebih efektif dibandingkan metode alternatif (CDS). Namun apabila nilai $EI > 1$, maka metode alternatif lebih efektif daripada metode perusahaan. Begitu juga apabila nilai $EI = 1$, berarti kedua metode sama-sama efektif. Perhitungan EI penting untuk menentukan performansi yang terbaik.

$$EI = \frac{12714,57}{10682}$$

$$EI = 1,19$$

Setelah dilakukan perhitungan diketahui nilai EI adalah 1,19 yang berarti $EI > 1$, metode alternatif (CDS) lebih efektif daripada metode perusahaan (FCFS). Hal tersebut sesuai dengan hipotesa awal bahwa metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) merupakan metode efektif untuk penjadwalan perusahaan.

Selanjutnya dilakukan perhitungan *relative error* (RE) untuk mengetahui seberapa jauh perbedaan hasil akhir dari dua metode yang dibandingkan. Perhitungan RE dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$RE = \left| \frac{\text{Makespan alternatif (CDS)} - \text{makespan perusahaan (FCFS)}}{\text{makespan alternatif}} \right| \times 100\%$$

$$RE = \left| \frac{10682 - 12714,57}{10682} \right| \times 100\%$$

$$RE = \left| \frac{2032,57}{10682} \right| \times 100\%$$

$$RE = 0,1902 \times 100\%$$

$$RE = 19,02\%$$

Dari perhitungan RE diperoleh bahwa perbedaan persentase *makespan* metode CDS terhadap metode FCFS adalah 19,02% dengan nilai perbedaan *makespan* sebesar 2.032,57 menit.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penyusunan tugas akhir ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisa penjadwalan produksi di CV Sekar Langgeng menggunakan aturan *First Come First Serve* (FCFS) dan metode *Campbell Dudek Smih* (CDS) guna menentukan penjadwalan yang efektif diperusahaan untuk meminimasi keterlambatan pengiriman dilihat dari nilai *makespan* yang terkecil.
2. Hasil perhitungan dengan aturan FCFS menghasilkan urutan *Job* A-B-C-D-E-F-G-H-I dengan nilai *makespan* 12714,57 menit aturan 27 hari kerja. Sedangkan hasil perhitungan dengan metode CDS menghasilkan urutan *Job* A-I-B-D-C-E-G-H-F dengan *makespan* adalah 10682 menit atau 23 hari kerja.
3. Hasil penjadwalan menggunakan metode algoritma CDS memiliki nilai *makespan* lebih kecil daripada aturan FCFS dengan perbedaan nilai *makespan* sebesar 2032,57 menit atau dengan persentase 19,02%. Sehingga disimpulkan bahwa metode CDS lebih efektif.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan berikut merupakan saran-saran yang diberikan kepada perusahaan:

1. Perlunya dilakukan penjadwalan pada setiap pesanan yang masuk pada CV Sekar Langgeng agar dapat diketahui waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pesanan sehingga waktu yang dijanjikan kepada *customer* tidak salah dan tidak terjadi keterlambatan pengiriman.
2. Untuk penelitian berikutnya disarankan untuk dilakukan analisa perbaikan disetiap *Work center* agar tidak terjadi *idle time* yang terlalu lama, seperti di *work center* 4 dikarenakan membutuhkan waktu lama dalam pengerjaannya

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa Aulia Sambas, Dida Diah Damayanti, & Budi Santosa. (2019). Optimasi Penjadwalan Flow Shop Dengan Mesin Parallel untuk Minimasi Makespan dan Keterlambatan Menggunakan Algoritma CDS di Industri Manufaktur Pesawat Terbang. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 2(3). <https://doi.org/10.32734/ee.v2i3.695>
- Ervil, R., & Nurmayuni, D. (2018). Penjadwalan Produksi Dengan Metode Campbell Dudek Smith (Cds) Untuk Meminimumkan Total Waktu Produksi (Makespan). *Jurnal Sains Dan Teknologi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri*, 18(2), 97. <https://doi.org/10.36275/stsp.v18i2.118>
- Gozali, L. (2013). Perencanaan Penjadwalan Produksi Pada PT Harapan Widyatama Pertiwi untuk Produk Pipa PVC. *Jurnal Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Kristen Krida Wacana*, 02(No. 08, Okt-Des 2013), 363–371.
- Kharisma P., R., Ferbrianti, E., & Herlina, L. (2017). Penjadwalan Produksi Flow Shop Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) dan Nawaz Enscore Ham (NEH). *Jurnal Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*, 5(3), 1432.
- Kurnia, Yasra, R., & Afma, V. M. (2013). Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Metode Campbell, Dudek & Smith Pada Mesin Laser Marking Jenis Evertch Untuk Meminimalisasi Makespan. *Profesiensi*, 1(2), 93–103. <https://www.journal.unrika.ac.id/index.php/jurnalprofesiensi/article/view/269>
- Mail, A., Nusran, M., Chairany, N., Nur, T., & Faturrahman, R. (2018). Analisis Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Metode Campbell Dudeck Smith dan Palmer Pada PT. Bobi Agung Indonesia. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM), Universitas Muslim Indonesia*, 3(2), 41. <https://doi.org/10.33536/jiem.v3i2.233>
- Mohamad Sholeh, Endang Widuri, I. S. (2021). Penjadwalan Pekerjaan yang Optimal untuk meminimasi keterlambatan pada PT. Mandiri Jogja Internasional. *Jurnal Rekavasi , Institut Sains & Teknologi AKPRIND*

Yogyakarta, 9(1).

- Murdiati, I. (2017). Penjadwalan Mesin Instalasi Penyaring Air Bersih dan Mesin Pengemasan Pada PT. ABC dengan Metode Campbell Dudek Smith (CDS). *Skripsi Thesis, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.*, 1–5.
- Nisa Masruroh. (2016). Analisa Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Metode Campbell Dudeck Smith, Palmer, Dan Dannenbring Di PT. Loka Refraktoris Surabaya. *Journal of Industrial Engineering and Management ISSN 1907-5146, UPN Veteran Jawa Timur*, 158–171.
- Putra, M. A. A. (2019). Penjadwalan Produksi Untuk Meminimasi Makespan Dan Jam Lembur Fakultas Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “ Veteran ” Yogyakarta. *Skripsi Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.*
- Rita, Y. (2013). Penentuan Penjadwalan Produksi Gear Dengan Metode Campbell Dudeck Smith, Palmer dan Danennbring Untuk Meminimasi Makespan di PT. Tjokro Putra Perkasa Surabaya. *Tugas Akhir Universitas Pembangunan Nasional “ Veteran ” Jawa Timur*. <http://eprints.upnjatim.ac.id/id/eprint/4809>
- Sari, E. A. (2019). Analisis Penjadwalan Ulang Proyek dengan Metode PERT (Analysis of Rescheduling of Construction Project by Using PERT Method) (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII). *Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia*, 1(69), 5–24. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/8352>
- Usmawar. (2016). Analisa Penjadwalan Produksi dengan Metode Campbell Dudek Smith dan Heuristik Palmer untuk Meminimasi Waktu Kerja (Makespan) Studi Kasus Pada CV. Wimbohono, Semarang. *Tugas Akhir, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.*
- Widodo, C. E. (2014). Optimasi Penjadwalan Mesin Produksi dengan Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) pada Perusahaan Manufaktur. *Tugas Akhir Universitas Negeri Yogyakarta*, 95. <http://eprints.uny.ac.id/12779/1/>

Yogi, A. W. P. (2016). Rancang Bangun Evaluasi Penjadwalan Produksi pada PT. Hume Sakti Indonesia. *Tugas Akhir Stikom Surabaya*.
<http://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/1721/>

