

**ANALISIS PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *CAMPBELL DUDEK SMITH* (CDS) UNTUK MENGURANGI
MAKESPAN PADA CV. SALAMI PUTRA**

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:
ADAM ADI SUCIPTO
NIM 31602000012**

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

2024

FINAL PROJECT

***PRODUCTION SCHEDULING ANALYSIS USING THE CAMPBELL
DUDEK SMITH (CDS) METHOD TO REDUCE MAKESPAN IN
CV. SALAMI PUTRA***

*THIS REPORT WAS PREPARED TO FULFILL ONE OF THE REQUIREMENTS
FOR OBTAINING A BACHELOR'S DEGREE (S1) AT DEPARTMENT OF
INDUSTRIAL ENGINEERING, FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY,
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG*



ARRANGED BY:

ADAM ADI SUCIPTO

NIM 31602000012

***DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG***

SEMARANG

2024

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *CAMPBELL DUDEK SMITH (CDS)* UNTUK MENGURANGI *MAKESPAN* PADA CV. SALAMI PUTRA” ini disusun oleh:

Nama : Adam Adi Sucipto

NIM : 31602000012

Program Studi : Teknik Industri

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada:

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II


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

NIDN. 0015117601


Nuzulia Khoiriyah, ST., MT.

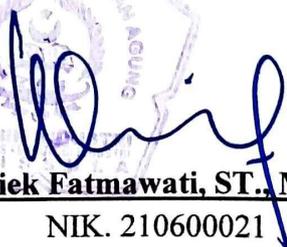
NIDN.0624057901

UNISSULA

جامعة سلطان ابي إسحاق الإسماعيلية

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri


Wiwiek Fatmawati, ST., M.Eng.

NIK. 210600021

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *CAMPBELL DUDEK SMITH* (CDS) UNTUK MENGURANGI *MAKESPAN* PADA CV. SALAMI PUTRA” ini telah dipertahankan oleh dosen penguji Tugas Akhir pada:

Hari :

Tanggal :

TIM PENGUJI

Anggota



Akhmad Syakhroni, ST., M.Eng.

NIDN. 0616037601

Ketua Penguji



Dr. Nurwidiana, ST., MT.

NIDN. 0604027901

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adam Adi Sucipto
NIM : 31602000012
Judul Tugas Akhir : ANALISIS PENJADWALAN PRODUKSI
DENGAN MENGGUNAKAN METODE
CAMPBELL DUDEK SMITH (CDS) UNTUK
MENGURANGI *MAKESPAN* PADA CV.
SALAMI PUTRA

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

Semarang, Mei 2024

Yang Menyatakan



Adam Adi Sucipto

SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adam Adi Sucipto

NIM : 31602000012

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Teknologi industri

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas akhir dengan Judul **ANALISIS PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *CAMPBELL DUDEK SMITH* (CDS) UNTUK MENGURANGI *MAKESPAN* PADA CV. SALAMI PUTRA**

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, Mei 2024

Yang Menyatakan



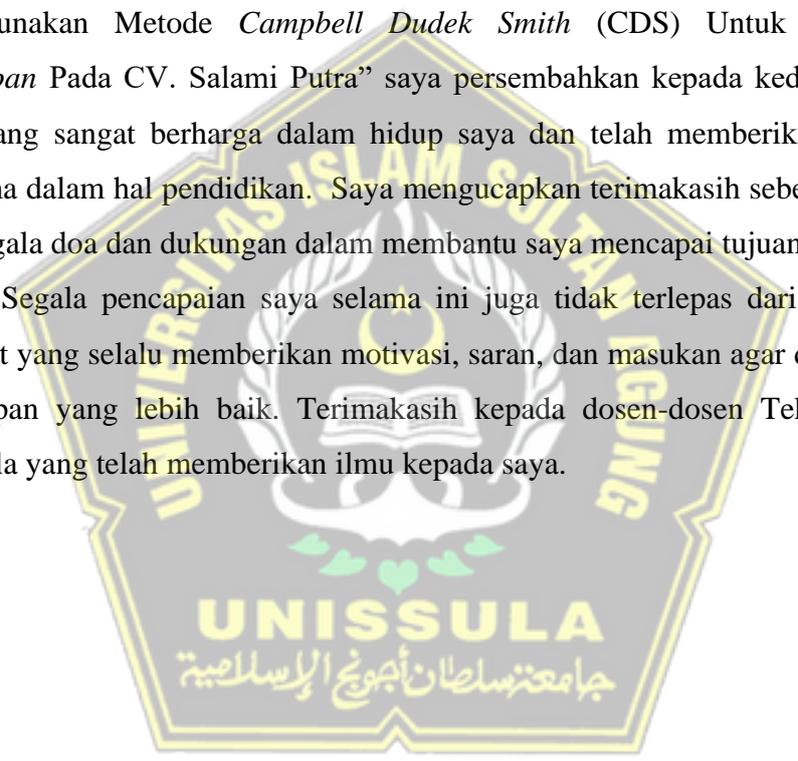
Adam Adi Sucipto

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat, hidayah, kesehatan, dan kemampuan berfikir sehingga saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Sholawat serta salam saya curahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang menjadi panutan dalam menjalani kehidupan dan sangat dinanti syafa'atnya pada hari akhir.

Tugas akhir saya yang berjudul “Analisis Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) Untuk Mengurangi *Makespan* Pada CV. Salami Putra” saya persembahkan kepada kedua orang tua saya yang sangat berharga dalam hidup saya dan telah memberikan segalanya terutama dalam hal pendidikan. Saya mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya atas segala doa dan dukungan dalam membantu saya mencapai tujuan hidup.

Segala pencapaian saya selama ini juga tidak terlepas dari orang-orang terdekat yang selalu memberikan motivasi, saran, dan masukan agar dapat menuju kehidupan yang lebih baik. Terimakasih kepada dosen-dosen Teknik Industri Unissula yang telah memberikan ilmu kepada saya.



HALAMAN MOTTO

“Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar” (Q.S Al-Baqarah:153)

“Setiap kebaikan adalah sedekah” (HR. Al-Bukhari dan Muslim)



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Analisis Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) Untuk Mengurangi *Makespan* Pada CV. Salami Putra”. Sholawat serta salam tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang menjadi panutan dalam menjalani kehidupan dan sangat dinanti syafa'atnya pada hari akhir.

Dalam proses penyusunan laporan tugas akhir yang menjadi syarat mahasiswa memperoleh gelar sarjana (S1) di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang, tentunya banyak pihak-pihak yang terlibat dan membantu penulis untuk dapat menyelesaikan laporan tugas akhir. Oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada:

1. Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis selama proses menuntut ilmu sehingga dapat selesai sesuai waktu yang diharapkan.
2. Kedua orang tua saya yang merupakan orang paling berjasa dalam hidup saya, Ibu Muslichah dan Bapak Sucipto yang menjadi motivasi dalam menuntut ilmu dan telah memberikan doa dan dukungan dalam berbagai aspek pada setiap proses hidup saya.
3. Ibu Dr. Ir. Novi Marlyana, ST., MT., IPU., ASEAN.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Ibu Wiwiek Fatmawati, ST., M.Eng., selaku Kepala Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
5. Dosen pembimbing, Ibu Dr. Ir. Novi Marlyana, ST., MT., IPU., ASEAN.Eng dan Ibu Nuzulia Khoiriyah, ST., MT. yang telah membimbing dalam proses penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.

6. Dosen Penguji, Ibu Dr. Nurwidiana, ST., MT. dan Bapak Akhmad Syakhroni, ST., M.Eng. yang telah memberikan pengarahan, kritik, maupun saran dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.
7. Bapak dan Ibu dosen program studi Teknik Industri Unissula yang telah memberikan ilmu selama penulis menuntut ilmu di bangku kuliah.
8. Adik saya Almira Aulia Ramadhani Sucipto yang juga menjadi motivasi saya dalam penyelesaian Tugas Akhir.
9. Pihak CV. Salami Putra yaitu Bapak Arief Salim selaku pemilik perusahaan dan juga segenap karyawan yang telah mengizinkan dan membantu saya dalam melakukan penelitian Tugas Akhir ini.
10. Seseorang yang tidak kalah penting kehadirannya, Rahayu Budiningtyas yang selalu mendengarkan keluh kesah saya, selalu meluangkan waktu, selalu menemani dalam kondisi apapun, dan selalu memberikan saran, masukan, serta semangat dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
11. Sahabat-sahabat saya di Tegal, terimakasih untuk kalian karena telah memberikan motivasi dan hiburan, semoga pertemanan ini sepanjang masa dan sama-sama mencapai kesuksesan pada bidang kalian masing-masing.
12. Teman-teman HMTI Periode 2023, kalian telah banyak memberikan pengalaman, ilmu, dan relasi yang sangat berguna bagi penulis dalam masa perkuliahan dan masa yang akan datang.
13. Teman-teman Teknik Industri angkatan 2020, yang telah menemani dan membantu penulis dalam setiap proses di bangku perkuliahan.
14. Seluruh Pihak yang telah memberikan bantuan dan motivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir yang tidak dapat disebut satu persatu.
15. Terakhir, terimakasih kepada diri saya sendiri Adam Adi Sucipto, karena telah berjuang dalam segala proses hidup, tidak pantang menyerah dalam segala cobaan, mampu menjadi pribadi yang mandiri selama masa merantau, selalu kuat terhadap prinsip yang dipegang, dan semoga selalu diberi kemudahan dalam setiap langkah kehidupan dimasa yang akan datang.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kekeliruan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir. Oleh karena itu penulis memohon maaf dan semoga laporan ini bisa memberikan manfaat bagi pihak yang membutuhkan serta dapat menambah wawasan keilmuan. Saran dan kritik akan selalu penulis terima sebagai evaluasi dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir untuk memperoleh hasil yang lebih baik di masa mendatang.

Semarang, 12 Mei 2024

Penulis

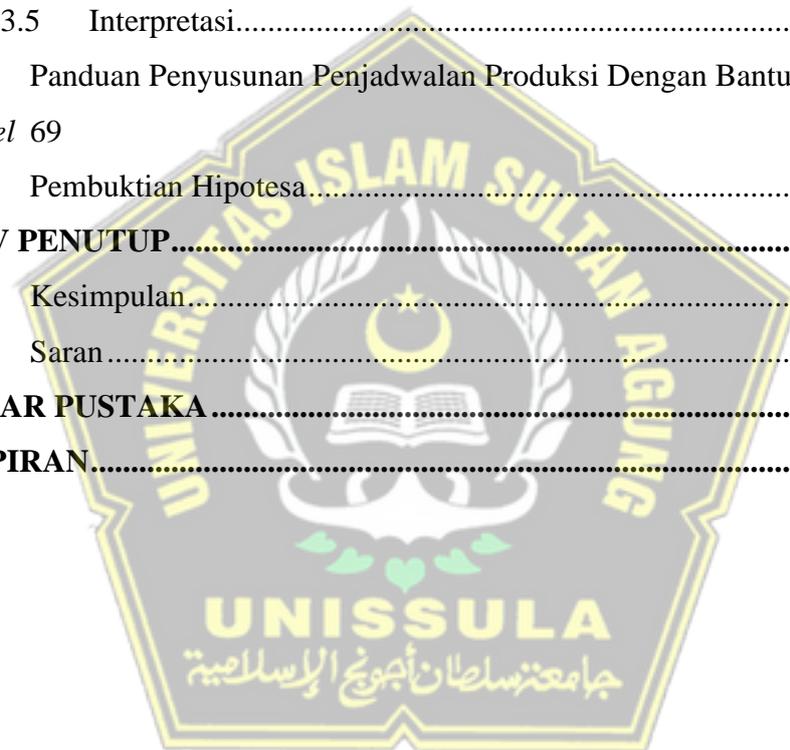


DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| LAPORAN TUGAS AKHIR | i |
| <i>FINAL PROJECT</i> | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING | iii |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI | iv |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | v |
| SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH | vi |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | vii |
| HALAMAN MOTTO | viii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI | xii |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR GAMBAR | xvii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xix |
| ABSTRAK | xx |
| <i>ABSTRACT</i> | xxi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah..... | 5 |
| 1.3 Pembatasan Masalah | 5 |
| 1.4 Tujuan..... | 6 |
| 1.5 Manfaat..... | 6 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 7 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI | 8 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 8 |
| 2.2 Landasan Teori | 21 |
| 2.2.1 Penjadwalan Produksi | 21 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.2.2 | Tujuan Penjadwalan Produksi..... | 22 |
| 2.2.3 | Jenis Penjadwalan | 22 |
| 2.2.4 | Masalah Penjadwalan..... | 22 |
| 2.2.5 | Tipe Penjadwalan Produksi..... | 25 |
| 2.2.6 | Aturan Prioritas | 26 |
| 2.2.7 | Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) | 27 |
| 2.2.8 | <i>Gantt Chart</i> | 29 |
| 2.2.9 | <i>Efficiency Index</i> dan <i>Relative Error</i> | 29 |
| 2.3 | Hipotesa dan Kerangka Teoritis | 29 |
| 2.3.1 | Hipotesa | 30 |
| 2.3.2 | Kerangka Teoritis..... | 30 |
| 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..... | | 37 |
| 4.1 | Pengumpulan Data..... | 37 |
| 4.1.1 | Profil Perusahaan | 37 |
| 4.1.2 | Alur Proses Produksi..... | 38 |
| 4.1.3 | Lantai Produksi CV. Salami Putra | 39 |
| 4.1.4 | Data Produksi | 43 |
| 4.1.5 | Data Stasiun Kerja..... | 43 |
| 4.1.6 | Data Pengamatan Waktu proses..... | 44 |
| 4.1.7 | Komponen Pendukung | 46 |
| 4.1.8 | Data Waktu Proses Produksi | 46 |
| 4.2 | Pengolahan Data..... | 46 |

| | | |
|----------------------------|---|-----------|
| 4.2.1 | Penjadwalan Perusahaan Saat Ini..... | 47 |
| 4.2.2 | Penjadwalan dengan Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS)..... | 51 |
| 4.3 | Analisis dan Interpretasi..... | 61 |
| 4.3.1 | Analisis Metode Perusahaan <i>Shortest Processing Time</i> (SPT)..... | 61 |
| 4.3.2 | Analisis Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS)..... | 62 |
| 4.3.3 | Analisis Waktu Penyelesaian Setiap <i>Job</i> Pada Hasil Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS)..... | 63 |
| 4.3.4 | Analisis <i>Due Date</i> | 65 |
| 4.3.5 | Interpretasi..... | 67 |
| 4.4 | Panduan Penyusunan Penjadwalan Produksi Dengan Bantuan <i>Microsoft Excel</i> 69 | |
| 4.5 | Pembuktian Hipotesa..... | 75 |
| BAB V PENUTUP..... | | 78 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 78 |
| 5.2 | Saran..... | 79 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | | 80 |
| LAMPIRAN..... | | 83 |



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1. 1 Data <i>Order</i> Barang CV. Salami Putra | 4 |
| Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka | 13 |
| Tabel 2. 2 Karakteristik Metode | 18 |
| Tabel 2. 3 Jurnal Perbandingan Metode | 19 |
| Tabel 2. 4 Contoh Tabel Proses <i>Flowshop</i> | 24 |
| Tabel 2. 5 Contoh Tabel Proses <i>Jobshop</i> | 25 |
| Tabel 4. 1 Data Produksi Bulan Januari 2024 CV. Salami Putra | 43 |
| Tabel 4. 2 Data Stasiun Kerja CV. Salami Putra..... | 43 |
| Tabel 4. 3 Data Kode Operasi Stasiun Kerja CV. Salami Putra | 44 |
| Tabel 4. 4 Data Waktu proses <i>Job</i> | 46 |
| Tabel 4. 5 Data Total Waktu Proses 12 <i>Job</i> | 47 |
| Tabel 4. 6 Perhitungan <i>Makespan</i> Perusahaan Saat Ini..... | 49 |
| Tabel 4. 7 Iterasi 1 CDS | 51 |
| Tabel 4. 8 Pengurutan <i>Job</i> | 52 |
| Tabel 4. 9 Iterasi 2 CDS | 53 |
| Tabel 4. 10 Iterasi 3 CDS | 54 |
| Tabel 4. 11 Iterasi 4 CDS | 54 |
| Tabel 4. 12 Iterasi 5 CDS | 55 |
| Tabel 4. 13 Iterasi 6 CDS | 55 |
| Tabel 4. 14 Iterasi 7 CDS | 56 |
| Tabel 4. 15 Iterasi 8 CDS | 56 |
| Tabel 4. 16 Urutan <i>Job</i> Perhitungan Metode CDS..... | 57 |
| Tabel 4. 17 Perhitungan <i>Makespan</i> Metode CDS | 58 |
| Tabel 4. 18 <i>Gantt Chart</i> Usulan Metode CDS | 60 |
| Tabel 4. 19 <i>Idle Time</i> Stasiun Kerja dengan Metode <i>Shortest Processing Time</i> (SPT) | 61 |
| Tabel 4. 20 Pilihan Urutan <i>Job</i> dengan Metode CDS | 62 |
| Tabel 4. 21 <i>Idle Time</i> Stasiun Kerja dengan Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) | 62 |

| | |
|---|----|
| Tabel 4. 22 Waktu Penyelesaian Setiap <i>Job</i> Metode CDS..... | 64 |
| Tabel 4. 23 Analisis <i>Due Date</i> metode SPT (Metode Perusahaan)..... | 65 |
| Tabel 4. 24 Analisis <i>Due Date</i> metode CDS (Metode Usulan)..... | 66 |
| Tabel 4. 25 Perbandingan Metode..... | 76 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Pola Aliran <i>Pure Flowshop</i> | 23 |
| Gambar 2. 2 Pola Aliran <i>General Flowshop</i> | 24 |
| Gambar 2. 3 Pola Aliran <i>Jobshop</i> | 25 |
| Gambar 2. 4 Aliran Proses Tipe <i>Jobshop</i> | 25 |
| Gambar 2. 5 Aliran Kerja <i>Flowshop</i> Murni | 26 |
| Gambar 2. 6 Aliran Kerja <i>Flowshop</i> Umum | 26 |
| Gambar 2. 7 Kerangka Teoritis | 31 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian..... | 36 |
| Gambar 4. 1 Produk CV. Salami Putra..... | 37 |
| Gambar 4. 2 Alur Proses Produksi CV. Salami Putra | 38 |
| Gambar 4. 3 Mesin <i>Planner</i> | 39 |
| Gambar 4. 4 Mesin <i>Jointer</i> | 39 |
| Gambar 4. 5 Mesin <i>Press</i> | 40 |
| Gambar 4. 6 Mesin <i>Sander</i> | 40 |
| Gambar 4. 7 Mesin <i>Table Saw</i> | 40 |
| Gambar 4. 8 Mesin <i>Circular Saw</i> | 41 |
| Gambar 4. 9 Mesin Bor Tangan | 41 |
| Gambar 4. 10 Proses Perakitan..... | 41 |
| Gambar 4. 11 Dempul | 42 |
| Gambar 4. 12 Pengamplasan | 42 |
| Gambar 4. 13 Pengecatan | 42 |
| Gambar 4. 14 <i>Icon Microsoft Excel</i> | 69 |
| Gambar 4. 15 Tabel Waktu Siklus..... | 69 |
| Gambar 4. 16 <i>Input</i> Data Waktu Siklus..... | 70 |
| Gambar 4. 17 Data Jumlah Pesanan Produk | 70 |
| Gambar 4. 18 Data Kapasitas Produksi Setiap Stasiun Kerja | 70 |
| Gambar 4. 19 Data Total Waktu Proses | 70 |
| Gambar 4. 20 Perhitungan <i>Makespan</i> Perusahaan | 71 |
| Gambar 4. 21 <i>Input</i> Perhitungan <i>Makespan</i> Perusahaan..... | 71 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4. 22 Perhitungan <i>Idle Time</i> Perusahaan..... | 71 |
| Gambar 4. 23 <i>Input</i> Perhitungan <i>Idle Time</i> Perusahaan | 72 |
| Gambar 4. 24 Iterasi | 72 |
| Gambar 4. 25 <i>Input</i> Iterasi..... | 72 |
| Gambar 4. 26 Format <i>Gantt Chart</i> Iterasi | 73 |
| Gambar 4. 27 <i>Input Gantt Chart</i> Iterasi | 73 |
| Gambar 4. 28 <i>Input Makespan</i> Hasil <i>Gantt Chart</i> Iterasi | 73 |
| Gambar 4. 29 Perhitungan <i>Makespan</i> Metode CDS..... | 74 |
| Gambar 4. 30 <i>Input</i> Perhitungan <i>Makespan</i> Metode CDS | 74 |
| Gambar 4. 31 Perhitungan <i>Idle Time</i> Metode CDS..... | 74 |
| Gambar 4. 32 <i>Input</i> Perhitungan <i>Idle Time</i> Metode CDS | 75 |
| Gambar 4. 33 <i>Gantt Chart</i> Usulan Metode Terbaik..... | 75 |
| Gambar 4. 34 <i>Input Gantt Chart</i> Usulan Metode Terbaik | 75 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| LAMPIRAN 1 DATA PEMESANAN SELAMA SATU TAHUN | 84 |
| LAMPIRAN 2 DATA PEMESANAN BULAN JANUARI 2024 | 97 |
| LAMPIRAN 3 <i>GANTT CHART</i> ITERASI METODE <i>CAMPBELL DUDEK SMITH</i> (CDS) | 98 |



ABSTRAK

CV. Salami Putra merupakan perusahaan yang memproduksi berbagai produk mebel. Sistem produksi yang diterapkan adalah *make-to-order* dan pola produksi yang digunakan adalah *flowshop*. Aturan SPT (*Shortest Processing Time*) digunakan untuk penjadwalan di perusahaan. Permasalahan dari sistem produksi pada perusahaan adalah tidak adanya perhitungan pasti mengenai proses penjadwalan, hanya mengandalkan perkiraan saja. Permasalahan tersebut menimbulkan keterlambatan pengiriman barang kepada *customer* yang tidak sesuai dengan waktu *due date* yang dijanjikan. Penyelesaian permasalahan penelitian ini menggunakan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) yang dapat memberikan solusi penjadwalan proses produksi yang paling optimal. Hasil perhitungan dengan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) menghasilkan urutan *Job B* (RAK MIGUNA 6 TINGKAT) - D (ONA MIRROR 160x60x58 cm) - I (2x2 DRAWER) - G (SALAMI MEJA KERJA 2 LACI NATURAL) - J (1x3 DRAWER) - K (1x2 DRAWER) - E (STANDING MIRROR 150x50 cm) - L (CUSTOM BAKO ARM CHAIR) - C (MEJA CONSOL 2 LACI) - F (ONA WARDROBE) - H (ALANA WARDROBE 3 PINTU) - A (ALANA TV TABLE) dengan *Makespan* sebesar 7243,05 menit atau 17,24 hari kerja atau 17 hari kerja. Hasil perbandingan antara metode perusahaan (SPT) dengan metode alternatif (CDS) menunjukkan bahwa metode CDS memiliki *Makespan* yang lebih kecil daripada metode SPT dengan selisih *Makespan* sebesar 1264,19 menit atau dengan presentase sebesar 17,45%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa metode CDS lebih baik dari metode SPT. Dalam penelitian ini juga menghasilkan sebuah panduan penyusunan penjadwalan produksi untuk perusahaan pada produksi yang akan dilakukan kedepannya dengan metode CDS (metode terpilih) menggunakan bantuan *Software Microsoft Excel*, sehingga perusahaan dapat melakukan penyelesaian produksi sesuai kesepakatan *Due Date* dengan *Customer*.

Kata Kunci: Penjadwalan Produksi, Produksi Mebel, Penjadwalan *Flowshop*, metode *Shortest Processing Time* (SPT), metode *Campbell Dudek Smith* (CDS)

ABSTRACT

CV. Salami Putra is a company that produces various furniture products. The production system applied is make-to-order and the production pattern used is flowshop. The SPT (Shortest Processing Time) rule is used for scheduling in the company. The problem of the production system in the company is that there is no exact calculation of the scheduling process, only relying on estimates. These problems cause delays in the delivery of goods to customers that are not in accordance with the promised due date. The resolution of this research problem uses the Campbell Dudek Smith (CDS) method which can provide the most optimal production process scheduling solution. The results of calculations using the Campbell Dudek Smith (CDS) method resulted in the order of Job B (RAK MIGUNA 6 TINGKAT) - D (ONA MIRROR 160x60x58 cm) - I (2x2 DRAWER) – G (SALAMI MEJA KERJA 2 LACI NATURAL) – J (1x3 DRAWER) – K (1x2 DRAWER) – E (STANDING MIRROR 150x50 cm) – L (CUSTOM BAKO ARM CHAIR) – C (MEJA CONSOL 2 LACI) – F (ONA WARDROBE) – H (ALANA WARDROBE 3 PINTU) – A (ALANA TV TABLE) with a Makespan of 7243.05 minutes or 17.24 working days or 17 working days. The comparison results between the company method (SPT) and the alternative method (CDS) show that the CDS method has a smaller Makespan than the SPT method with a Makespan difference of 1264.19 minutes or with a percentage of 17.45%. This study concluded that the CDS method is better than the SPT method. This research also produces a guide for preparing production scheduling for companies in production that will be carried out in the future with the CDS method (selected method) using the help of Microsoft Excel Software, so that companies can complete production according to the Due Date agreement with the Customer.

Keywords: Production Scheduling, Furniture Production, Flowshop Scheduling, Shortest Processing Time (SPT) method, Campbell Dudek Smith method (CDS).



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam sektor manufaktur, penjadwalan yang optimal memiliki peran yang sangat penting. Dengan penjadwalan yang baik, sistem produksi industri dapat beroperasi lebih efisien dan mengurangi biaya produksi. Namun, proses penjadwalan yang baik juga menantang, baik dalam teori maupun praktik, karena melibatkan banyak parameter yang harus dipertimbangkan.

Penjadwalan produksi dalam setiap proses produksi sering kali terjadi suatu keterlambatan penyelesaian produk, salah satu faktor keterlambatan terlambatan produksi tersebut bisa diakibatkan karena tidak adanya perhitungan *makespan* dan *idle time* yang optimal. *Makespan* merujuk pada total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan atau tugas (Annisya & Saifudin, 2020). *Idle time* merupakan waktu terbuang yang tidak dipergunakan untuk bekerja melakukan bongkar muat (Feri Setiawan, 2016) pada (Wahyu Baskoro, 2018).

Dalam konteks industri manufaktur, penyelesaian produksi yang sesuai dengan waktu penyerahan konsumen menjadi tantangan bagi perusahaan. Keterbatasan tenaga kerja, mesin, dan kapasitas produksi memperumit proses penjadwalan. Oleh karena itu, penjadwalan produksi memiliki peran krusial dalam mengatasi kendala dan mengurangi waktu penyelesaian produksi (Solikhah et al., 2017).

CV. Salami Putra merupakan perusahaan yang memproduksi berbagai produk mebel. Perusahaan ini terletak di Jl. Projosumarto 1, desa Jatilawang, Kecamatan Kramat, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah. CV. Salami Putra berdiri sejak 8 Juli 2011 yang dipimpin oleh bapak Arief Salim yang sekaligus bertugas mengawasi seluruh rangkaian produksi. CV. Salami Putra memiliki jam kerja pada hari senin sampai jumat pada pukul 08.00-16.00 WIB. Alur produksi pada perusahaan ini adalah dimulai dari menyiapkan bahan produksi, menyiapkan seluruh mesin produksi, dilanjutkan dengan proses pembuatan (produksi), lalu yang terakhir adalah proses packing agar produk siap untuk diantarkan kepada

konsumen. Perusahaan ini memproduksi berbagai macam produk seperti lemari, meja, kursi, dipan tidur, dan perabotan mebel lainnya. Mesin yang digunakan dalam proses produksi antara lain *circular saw*, alat pres, *planer machine*, *sanding master*, *circular table saw*, *hand sanding*, bor tangan, bor table, kompresor, *spraygun*, dan *jointer*. Karyawan pada CV. Salami Putra berjumlah 9 orang yang memiliki *job* berbeda sesuai dengan mesin yang digunakannya. Sistem produksi yang diterapkan pada CV. Salami Putra adalah *make-to-order* dimana produk akan mulai dibuat berdasarkan pesanan yang diterima perusahaan dan diinginkan konsumen. Pola produksi yang digunakan pada CV. Salami Putra adalah *flowshop* dimana seluruh produk yang dibuat melewati proses dan mesin yang sama, dari pola produksi yang digunakan perusahaan tersebut telah mempertimbangkan tata letak mesin yang sesuai. Aturan SPT (*Shortest Processing Time*) digunakan untuk penjadwalan di perusahaan, dimana pengurutan waktu penyelesaian proses produksi dengan mendahulukan proses yang paling cepat selesai.

Permasalahan dari sistem produksi pada perusahaan adalah tidak adanya mekanisme proses penjadwalan, hanya mengandalkan perkiraan saja, tidak ada total pasti waktu produksinya (*makespan*), serta tidak diketahui berapa lama waktu menganggur (*idle time*) di setiap prosesnya. Bahan baku pembuatan produk menggunakan kayu pinus yang selalu tersedia karena pengadaannya selalu terjadwal dan dalam kapasitas yang sangat mencukupi seluruh pesanan untuk beberapa bulan kedepan. Pengadaan komponen pendukung seperti kaca, busa, dll, perusahaan melakukan pesanan secara langsung pada hari *order* barang masuk setiap bulannya, untuk komponen kaca bisa tersedia langsung pada hari pemesanan, lalu untuk komponen busa dapat selesai maksimal tiga hari dari hari pemesanan. Pendistribusian produk dari CV. Salami Putra dalam satu tahun kebelakang tidak pernah terjadi permasalahan, selalu melakukan distribusi sesuai waktu yang dijanjikan dengan konsumen. Permasalahan tersebut menimbulkan keterlambatan pengiriman barang kepada *customer* yang tidak sesuai dengan waktu *due date* yang dijanjikan. Oleh karena itu, perusahaan melakukan pengiriman susulan sebagai solusi untuk menyelesaikan masalah keterlambatan pengiriman produk kepada

customer. Berikut merupakan data pengiriman barang selama satu tahun pada CV. Salami Putra.

Pada Tabel 1.1 nampak rekapitulasi data pengiriman barang di CV. Salami Putra pada tahun 2023, tabel dibawah terdiri dari kolom *order date* yang berisikan tanggal pemesanan dari *customer* setiap bulannya, kolom *due date* yang berisikan tanggal penyelesaian yang dijanjikan pada setiap bulan dalam suatu pesanan dari *customer*, kolom jumlah yang dipesan berisikan total *item* yang dipesan dalam setiap bulannya, kolom tanggal pengiriman berisikan tanggal pengiriman barang tepat waktu dan tanggal pengiriman barang aktual (susulan), kolom jumlah yang dikirim berisikan total *item* barang yang dikirim tepat waktu dan total *item* barang yang dikirim secara susulan, kolom keterangan berisikan keterangan mengenai mana produk yang pengirimannya tepat waktu maupun produk yang pengirimannya terlambat, dan kolom persentase keterlambatan berisikan persentase produk yang terlambat dikirim berdasarkan jumlah produk yang dipesan. Data lengkap pengiriman barang pada CV. Salami Putra tertera dalam lampiran 1.

Pada Tabel 1.1 terdapat beberapa data pengiriman disertakan data pengiriman susulan (pengiriman produk terlambat). Salah satunya adalah pada *point* 3 dimana produk dipesan tanggal 1 Desember 2022 dan seharusnya dikirim pada tanggal 25 Desember 2022, tetapi karena produk pesanan sepenuhnya selesai, maka perusahaan melakukan pengiriman susulan pada tanggal 28 Desember 2022 dengan persentase keterlambatan sebesar 47,37% dari total jumlah pesanan untuk memenuhi kekurangan dari total jumlah pesanan produk. Permasalahan tersebut tidak hanya terjadi sekali, ada beberapa data pengiriman yang disertakan dengan pengiriman susulan. Jika permasalahan ini terus terjadi, maka dapat menyebabkan kepercayaan konsumen pada pihak perusahaan berkurang. Hal itu tentunya sangat berpengaruh pada mundurnya jadwal produksi pada bulan selanjutnya. Berdasarkan masalah tersebut, perusahaan perlu adanya perhitungan mengenai penjadwalan produksi menggunakan aturan yang telah ditetapkan perusahaan serta diperlukan perhitungan menggunakan metode pembandingan agar bisa ditentukan alur proses produksi dan total waktu kerja (*makespan*) yang paling efektif.

Tabel 1. 1 Data Order Barang CV. Salami Putra

| No. | Tanggal Pemesanan (Order Date) | Tanggal Penyelesaian yang Dijanjikan (Due Date) | Jumlah yang Dipesan (Item) | Tanggal Pengiriman | Jumlah yang Dikirim (Item) | Keterangan | Presentase Keterlambatan |
|-----|-----------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-------------|-----------------------------|
| 1. | 1 Oktober 2022 | 25 Oktober 2022 | 13 | 25 Oktober 2022 | 13 | Tepat Waktu | 0% |
| 2. | 1 November 2022 | 26 November 2022 | 21 | 26 November 2022 | 21 | Tepat Waktu | 0% |
| 3. | 1 Desember 2022 | 25 Desember 2022 | 19 | 25 Desember 2022 | 10 | Tepat Waktu | 47,37% |
| | | | | 28 Desember 2022 | 9 | Terlambat | |
| 4. | 1 Januari 2023 | 25 Januari 2023 | 23 | 25 Januari 2023 | 10 | Tepat Waktu | 56,52% |
| | | | | 30 Januari 2023 | 13 | Terlambat | |
| 5. | 1 Februari 2023 | 27 Februari 2023 | 17 | 27 Februari 2023 | 17 | Tepat Waktu | 0% |
| 6. | 1 Maret 2023 | 25 Maret 2023 | 35 | 25 Maret 2023 | 12 | Tepat Waktu | 65,71% |
| | | | | 30 Maret 2023 | 23 | Terlambat | |
| 7. | 1 April 2023 | 27 April 2023 | 7 | 27 April 2023 | 7 | Tepat Waktu | 0% |
| 8. | 1 Juni 2023 | 25 Juni 2023 | 41 | 25 Juni 2023 | 21 | Tepat Waktu | 48,78% |
| | | | | 29 Juni 2023 | 20 | Terlambat | |
| 9. | 1 Juli 2023 | 26 Juli 2023 | 15 | 26 Juli 2023 | 15 | Tepat Waktu | 0% |
| 10. | 1 Agustus 2023 | 26 Agustus 2023 | 14 | 26 Agustus 2023 | 14 | Tepat Waktu | 0% |
| 11. | 1 Oktober 2023 | 25 Oktober 2023 | 22 | 25 Oktober 2023 | 10 | Tepat Waktu | 54,55% |
| | | | | 29 Oktober 2023 | 12 | Terlambat | |
| 12. | 1 November 2023 | 25 November 2023 | 12 | 25 November 2023 | 12 | Tepat Waktu | 0% |

Sumber : CV. Salami Putra, 2023

Pada penelitian ini, ditentukan untuk melakukan analisa penjadwalan produksi perusahaan pada bulan Januari 2024, dikarenakan pesanan tiap bulan selalu bervariasi sesuai permintaan *customer* maka penelitian akan dimulai pada bulan tersebut yaitu dengan data pesanan terbaru. Hasil dari analisa penjadwalan produksi perusahaan kemudian akan dibandingkan dengan metode penjadwalan yang dipilih agar menghasilkan usulan penjadwalan produksi yang optimal.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, masalah berikut dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menentukan penjadwalan produksi yang optimal agar permintaan konsumen dapat selesai tepat waktu?
2. Bagaimana perbandingan hasil perhitungan metode antara usulan perbaikan dengan perhitungan penjadwalan perusahaan pada urutan pekerjaan dan waktu total produksi (*makespan*) yang paling minimum?
3. Apakah metode usulan mampu menangani masalah keterlambatan penyelesaian proses produksi perusahaan pada bulan Januari 2024?
4. Bagaimana menghasilkan sebuah panduan penyusunan penjadwalan produksi bagi perusahaan di masa yang akan datang dengan menggunakan *Software Microsoft Excel*?

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan lingkup penelitian diperlukan agar penelitian lebih terarah, lebih mudah dipahami, dan pembahasan tidak meluas. Fokus penelitian ini memiliki batasan berikut:

1. Waktu penelitian dilakukan selama 3 bulan dimulai sejak 20 November-2023 – 20 Februari 2024.
2. Data yang digunakan berasal dari hasil penelitian lapangan, yang terdiri dari observasi, dokumentasi, dan wawancara dengan pihak terkait.

3. Data yang digunakan untuk perhitungan dalam penelitian ini merupakan data pada bulan Januari 2024.
4. Tidak menggunakan uji kecukupan data dan uji keseragaman data dikarenakan keterbatasan jumlah produksi pada perusahaan.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui cara menentukan penjadwalan produksi yang optimal agar permintaan konsumen dapat selesai tepat waktu.
2. Mengetahui perbandingan hasil perhitungan metode antara usulan perbaikan dengan perhitungan penjadwalan perusahaan pada urutan pekerjaan dan waktu total produksi (*makespan*).
3. Mengetahui apakah metode usulan mampu menangani masalah keterlambatan penyelesaian proses produksi perusahaan pada bulan Januari 2024.
4. Menghasilkan sebuah panduan penyusunan penjadwalan produksi bagi perusahaan di masa yang akan datang dengan menggunakan *Software Microsoft Excel*.

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan

Sebagai usulan kepada pihak perusahaan dalam melakukan perbaikan terhadap proses produksi agar meminimalkan keterlambatan dan memastikan kepuasan konsumen dengan mengirimkan pesanan sesuai waktu yang telah disepakati, serta dapat menghasilkan sebuah panduan penyusunan penjadwalan produksi bagi perusahaan di masa yang akan datang menggunakan metode *Campbell Dudek Smith (CDS)* dengan bantuan *Software Microsoft Excel*.

2. Bagi Peneliti

Sebagai kesempatan peneliti untuk dapat menerapkan ilmu yang telah diperoleh dan dipelajari agar dapat menghasilkan sebuah solusi yang tepat untuk permasalahan pada CV. Salami Putra.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan struktur penulisan laporan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dalam tugas akhir serta merumuskan hipotesis dan landasan teori untuk penelitian ini. Topik yang dibahas meliputi pengertian, tujuan, fungsi, jenis, dan tipe penjadwalan produksi, serta metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dan *Gantt Chart*.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan metode yang digunakan untuk mengumpulkan data, menguji hipotesis, menganalisis data, berdiskusi, menarik kesimpulan, dan menyusun diagram alur yang digunakan untuk memecahkan masalah penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini memberikan gambaran umum tentang perusahaan dan hasil penelitian, termasuk interpretasi, pembuktian hipotesa, hasil penjadwalan dengan metode *Shortest Processing Time* (SPT), dan hasil penjadwalan dengan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS)

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan rekomendasi yang akan diberikan kepada perusahaan sebagai dasar untuk perencanaan produksi selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka mencakup temuan penelitian sebelumnya dan memberikan informasi yang kemudian akan dihubungkan dengan masalah penelitian saat ini. Penelitian pertama dilakukan oleh Shita Dwi Annisya dan Joumil Aidil Saifudin pada tahun 2020 dengan judul Analisis Penjadwalan Produksi Batu Tahan Api Dengan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS), *Nawaz Ensore Ham* (NEH), dan *Palmer* untuk Mengurangi *Makespan* di PT. X. Permasalahannya adalah meskipun perusahaan memiliki kapasitas mesin produksi yang mencukupi, hasil produksi tidak selalu memenuhi permintaan pelanggan tepat waktu, menyebabkan keterlambatan. Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) berhasil menghasilkan *Makespan* minimum sebesar 1449805 detik dan *Mean Flow Time* sebesar 888889 detik. Dalam perbandingan, penjadwalan berdasarkan metode *Earliest Due Date* (EDD) menghasilkan *Makespan* sebesar 1590095 detik dan *Mean Flow Time* sebesar 1093952 detik. Dengan demikian, penggunaan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) menghemat *Makespan* sebesar 140290 detik atau 38 jam 58 menit 10 detik (8,82%) dari kondisi awal (Annisya & Saifudin, 2020).

Penelitian kedua yang dilakukan oleh Ni Kadek Desi Puja Antari, Luh Putu Ida Harini, dan Ni Ketut Tari Tastrawati pada tahun 2021 dengan judul Penjadwalan Produksi dengan menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* dan *Dannenbring* untuk meminimumkan waktu produksi beras secara keseluruhan. Perusahaan dalam penelitian ini sering mengalami penumpukan pekerjaan karena produksi mereka berbasis pemesanan atau *job order*. Berdasarkan hasil dan diskusi, ditemukan bahwa metode *Campbell Dudek Smith* menghasilkan waktu penyelesaian pekerjaan minimum yang lebih kecil atau setara dengan metode *Dannenbring*. Contohnya, pada tanggal 5, 24, dan 31 Januari 2021, waktu penyelesaian minimum adalah 28.389: 28.445, 31.259: 31.307, dan 20.46: 20.667, masing-masing. Secara keseluruhan, penjadwalan produksi beras menggunakan metode *Campbell Dudek Smith* terbukti lebih efisien daripada metode *Dannenbring* (Antari et al., 2021).

Penelitian ketiga dilakukan oleh Riko Ervil dan Dela Nurmayuni pada tahun 2018 dengan judul Penjadwalan Produksi Dengan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) Untuk Meminimumkan Total Waktu Produksi (*Makespan*). Permasalahan perusahaan dalam penelitian ini adalah menghadapi ketidakmampuan dalam menjadwalkan produksi, yang berdampak pada keterlambatan dan ketidakmampuan bersaing dengan perusahaan lain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode CDS menghasilkan *Makespan* sebesar 47 hari, lebih cepat daripada metode FCFS yang saat ini digunakan oleh perusahaan dengan *Makespan* sebesar 76 hari. Metode CDS juga menghasilkan enam iterasi, dengan pekerjaan tertunda hanya pada iterasi ketiga. Untuk menyelesaikan seluruh pesanan, pekerjaan 2 diikuti oleh pekerjaan 3, pekerjaan 4 diikuti oleh pekerjaan 5, dan pekerjaan 1 disusun secara berurutan, memerlukan waktu 47 hari (Ervil, Riko, 2018).

Penelitian keempat dilakukan oleh Syahrul Fadlil Syabani dan Widya Setiafindari pada tahun 2022 dengan judul Optimasi Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode *Nawaz Enscore Ham* Pada PT. XTZ. Permasalahan pada penelitian ini yaitu kurangnya produk yang diminta vendor karena tidak terpenuhinya target produksi. Hasil penelitian, yaitu perhitungan metode perusahaan menunjukkan bahwa pada setiap pekerjaan, ada kelebihan *Makespan* dan *Mean Flow Time Lateness*. Akibatnya, produksi tertunda. Dalam penelitian ini, model algoritma *Nawaz, Enscore, dan Ham* (NEH) terbukti lebih efisien daripada model penjadwalan *First Come First Service* (FCFS) di PT XYZ. Hasilnya menunjukkan penurunan *Mean Flow Time* dan *Lateness* sebesar 1,56%, serta *Makespan* sebesar 23,79 jam dengan menggunakan metode *Shortest Processing Time* (SPT) dan *Longest Processing Time* (LPT) (Syabani & Setiafindari, 2022).

Penelitian kelima dilakukan oleh Diki Arifandi, Trifandi Lasalewo, dan Hasanuddin pada tahun 2022 dengan judul Analisis Metode NEH Untuk Meminimumkan *Makespan* Pada Penjadwalan Produksi di Rumah Industri Wahyu. Permasalahan pada penelitian ini yaitu Rumah Industri Wahyu saat ini menggunakan jadwal *First Come First Serve* (FCFS) untuk menghindari keterlambatan dalam penyelesaian produk yang dipesan oleh pelanggan. Hasilnya

menunjukkan bahwa menggunakan metode NEH, *Makespan* (waktu penyelesaian) hanya sebesar 3,44 jam dengan urutan pekerjaan J2-J1-J3. Sementara pada penjadwalan *eksisting* dengan FCFS, *Makespan* mencapai 9,39 jam dengan urutan J1-J2-J3. Oleh karena itu, metode NEH lebih baik dan efisien untuk diterapkan di Rumah Industri Wahyu (Arifandi et al., 2022).

Penelitian keenam dilakukan oleh Novia Dwi Sentosa dan Endang Pudji Widjajati pada tahun 2023 dengan judul Analisis Perencanaan Produksi Paving Dengan Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* dan *Palmer* Di CV. Daya Patra Sentosa. Permasalahan penelitian ini yaitu produk akan dikirim lebih lambat karena belum menggunakan sistem penjadwalan produksi. Selain itu, mesin yang sama digunakan untuk menyelesaikan berbagai jenis paving secara bergantian selama proses produksi. Penjadwalan produksi di perusahaan menghadapi tantangan ketika kapasitas produksi terbatas, tetapi pesanan yang besar harus dipenuhi. Dalam kasus ini, metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) muncul sebagai alternatif yang efisien. Dengan menggunakan CDS, urutan pekerjaan J2-J3-J1 menghasilkan *Makespan* sebesar 11953,9 menit, lebih baik daripada metode *First Come First Serve* (FCFS) dengan *Makespan* 12342,9 menit. Penggunaan CDS menghemat waktu sebesar 389 menit (3,15%) dan dapat diusulkan sebagai solusi penjadwalan (Dwi Susanti & Pudji Widjajati, 2023).

Penelitian ketujuh dilakukan oleh Abdul Mail, Muhammad Nusran, Nurul Chairani, Taufik Nur, dan Resky Faturrahman dengan judul Analisis Penjadwalan Produksi Dengan Metode *Campbell Dudek Smith* dan *Palmer* Pada PT. Bobi Agung Indonesia pada tahun 2018. Permasalahan dengan penelitian ini adalah bahwa pekerjaan yang terjadi seringkali membentuk antrian yang tidak dapat diselesaikan secara optimal. Hal ini disebabkan oleh penjadwalan produksi yang tidak efisien, yang berpotensi mengurangi kepuasan pelanggan. Kesimpulannya, metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) terbukti lebih efisien daripada metode *Palmer* dalam penjadwalan produksi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa menggunakan metode CDS, *Makespan* (waktu penyelesaian) lebih singkat untuk urutan pekerjaan J1-J3-J2. Metode *Palmer* memerlukan waktu lebih singkat sebesar 852,844 menit untuk menyelesaikan pekerjaan. Dengan demikian, total *Makespan* menggunakan

metode CDS adalah 5918,71 menit, sedangkan metode *Palmer* adalah 6771,554 menit, dengan selisih waktu sebesar 852,844 menit (Mail et al., 2018).

Penelitian kedelapan dilakukan oleh Michael Limanto pada tahun 2022 dengan judul Upaya Peningkatan *Output* Produksi Menggunakan Metode *Palmer* dan CDS Pada PT.X. Permasalahan dengan penelitian ini adalah keterlambatan dalam proses pemenuhan pesanan pelanggan. Departemen Produksi terus menghasilkan hasil yang buruk. Kesimpulan dari masalah di PT. X adalah penggunaan sistem produksi *make to order*. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan waktu baku untuk setiap proses agar dapat menghitung *Output* produksi dan menjadwalkan proses produksi. Data waktu baku diperoleh dengan mengumpulkan informasi dari semua proses yang sedang berlangsung. Setelah data terkumpul, dilakukan uji kelayakan. Selanjutnya, untuk mengolah data yang telah lulus tiga uji, penilaian kinerja dan kompensasi akan ditambahkan untuk setiap proses. Masalah yang terjadi di PT. X adalah ketiadaan sistem penjadwalan atau prioritas pengolahan kayu untuk menentukan urutan pengerjaan kondisi kayu yang ada. Hal ini berdampak pada hasil *Output* produksi (Limanto, 2022).

Penelitian kesembilan dilakukan oleh Handoko Wibisono, Dwi Kurniawan, dan Sri Suci Yuniar pada tahun 2022 dengan judul Usulan Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS), *Dannenbring*, dan *Palmer* Untuk Meminimasi Waktu Produksi di PT. Sakura Pratama Indonesia. Permasalahan pada penelitian ini sistem penjadwalan yang digunakan masih bergantung pada instuisi, yang berarti waktu yang digunakan untuk menyelesaikan tugas tidak optimal. Produksi akan lebih mahal karena waktu pengerjaan yang tidak tepat. Dalam penelitian ini, metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) terbukti lebih efisien daripada metode *First Come First Serve* (FCFS) dalam penjadwalan produksi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa menggunakan metode CDS, *Makespan* (waktu penyelesaian) lebih singkat untuk urutan pekerjaan J1-J3-J2. Metode *Dannenbring* menghasilkan urutan pekerjaan J1-J4-J3-J5-J2. Dengan menggunakan metode CDS atau *Dannenbring*, *Makespan* adalah 13518 menit, sedangkan metode perusahaan (FCFS) menghasilkan *Makespan* sebesar 13593 menit. Dengan demikian, ada penghematan waktu selama 75 menit. Karena seluruh

pekerjaan dapat diselesaikan sesuai dengan *Deadline* yang telah disepakati, usulan metode penjadwalan CDS dan *Dannenbring* tidak melibatkan biaya keterlambatan (Wibisono et al., 2022).

Penelitian kesepuluh dilakukan oleh Puji Asih, Iva Mindhayani, dan Tatak Prakoso pada tahun 2022 dengan judul Analisis Penjadwalan Proses *Packing* Arumanis Dengan Menggunakan Metode CDS (*Campbell Dudek Smith*) dan NEH (*Nawaz, Enscore, and Ham*) (Studi Kasus di UMKM Arumanis Haji Ardi di Sleman). Permasalahan pada penelitian ini yaitu perusahaan sering menghadapi masalah untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan cepat. Pengaturan penjadwalan proses pengepakan yang sering tertunda menyebabkan masalah keterlambatan dalam pengiriman produk. Selain itu, menurut Ashar (2019) pada (Asih et al., 2022) penentuan tanggal hanya dilakukan dengan perkiraan. Perusahaan tidak memiliki informasi tentang berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu pesanan dan kapan pesanan tersebut akan selesai diproduksi dan dapat dikirim ke pelanggan. Jika tanggal pengiriman yang dijanjikan kepada pelanggan tidak sesuai dengan kemampuan produksi perusahaan, pengiriman akan mengalami keterlambatan. Keterlambatan pengiriman sering kali meningkatkan risiko kehilangan pelanggan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam mengatasi masalah ini, penjadwalan yang digunakan oleh perusahaan memiliki urutan 1-2-3-4 dengan total waktu produksi 44.395.142,92 detik. Metode penjadwalan *Campbell Dudek Smith* memiliki urutan 4-3-2-1 dengan total waktu produksi 44.335.921,92 detik, sementara metode *Nawas, Enscore, dan Ham* memiliki urutan 2-1-3-4 dengan total waktu produksi 44.515.921,12 detik. Metode *Campbell Dudek Smith* dianggap sebagai yang paling efektif (Asih et al., 2022).

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka

| No | Nama Peneliti/Tahun | Judul | Sumber Referensi | Permasalahan | Metode | Hasil |
|----|---|---|---|---|--|---|
| 1 | Shita Dwi Annisya dan Joumil Aidil Saifudin (2020) | Analisis Penjadwalan Produksi Batu Tahan Api Dengan Menggunakan Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS), <i>Nawaz Enscore Ham</i> (NEH), dan <i>Palmer</i> Untuk Mengurangi <i>Makespan</i> di PT. X | Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi Vol. 1, No. 3, Tahun 2020, Hal. 165-176 | Meskipun perusahaan memiliki kapasitas mesin produksi yang mencukupi, hasil produksi tidak selalu memenuhi permintaan pelanggan tepat waktu, menyebabkan keterlambatan. | <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS), <i>Nawaz Enscore Ham</i> (NEH), dan <i>Palmer</i> | Penggunaan metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) menghemat <i>Makespan</i> sebesar 140290 detik atau 38 jam 58 menit 10 detik (8,82%) dari kondisi awal. |
| 2 | Ni Kadek Desi Puja Antari, Luh Putu Ida Harini, dan Ni Ketut Tari Tastrawati (2021) | Analisis Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> dan <i>Dannenbring</i> Dalam Meminimumkan Total Waktu Produksi Beras | E-Jurnal Matematika Vol. 10(4), November 2021, pp. 215-221 | Perusahaan sering mengalami penumpukan pekerjaan karena produksi mereka berbasis pemesanan atau <i>job order</i> . | Metode <i>Campbell, Dudek, Smith</i> (CDS) dan <i>Dannenbring</i> | Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> menghasilkan waktu penyelesaian pekerjaan minimum yang lebih kecil atau setara dengan metode <i>Dannenbring</i> . |
| 3 | Riko Ervil dan Della Nurmayumi (2018) | Penjadwalan Produksi Dengan Metode | Jurnal Sains dan Teknologi Vol. 18 | Ketidakmampuan dalam menjadwalkan produksi, | <i>Campbell Dudek and Smith</i> (CDS) | Metode CDS menghasilkan <i>Makespan</i> sebesar 47 hari, lebih cepat daripada |

| | | | | | | |
|----|---|--|--|--|--|---|
| | | <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) Untuk Meminimumkan Total Waktu Produksi (<i>Makespan</i>) | No.2, Desember 2018 | yang berdampak pada keterlambatan dan ketidakmampuan bersaing dengan perusahaan lain | | metode FCFS yang saat ini digunakan oleh perusahaan dengan <i>Makespan</i> sebesar 76 hari. |
| 4 | Syahrul Fadlil Syabani dan Widya Setiafindari (2022) | Optimasi Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode <i>Nawaz Enscore Ham</i> Pada PT. XTZ | <i>JUMANTARA, VOL 1 NO 1, JULI 2022</i> | Kurangnya produk yang diminta vendor karena tidak terpenuhinya target produksi. | <i>Nawaz Enscore Ham</i> | Model algoritma <i>Nawaz, Enscore, dan Ham</i> (NEH) terbukti lebih efisien daripada model penjadwalan <i>First Come First Service</i> (FCFS) di PT XYZ. |
| 5 | Diki Arifandi, Trifandi Lasalewo, dan Hasanuddin (2022) | Analisis Metode NEH Untuk Meminimumkan <i>Makespan</i> Pada Penjadwalan Produksi di Rumah Industri Wahyu | <i>Jambura Industrial Review</i> Volume 2, No.2, November 2022 | Rumah Industri Wahyu saat ini menggunakan jadwal <i>First Come First Serve</i> (FCFS) untuk menghindari keterlambatan dalam penyelesaian produk yang dipesan oleh pelanggan. | <i>Nawaz Enscore Ham</i> (NEH) | Menggunakan metode NEH, <i>Makespan</i> (waktu penyelesaian) hanya sebesar 3,44 jam dengan urutan pekerjaan J2-J1-J3. Sementara pada penjadwalan <i>eksisting</i> dengan FCFS, <i>Makespan</i> mencapai 9,39 jam dengan urutan J1-J2-J3. Oleh karena itu, metode NEH lebih baik dan efisien untuk diterapkan di Rumah Industri Wahyu. |
| 6. | Novia Dwi Sentosa dan Endang Pudji Widjajati (2023) | Analisis Perencanaan Produksi Paving Dengan Menggunakan | Jurnal Teknik Mesin, Industri, | Produk akan dikirim lebih lambat karena belum menggunakan sistem | <i>Campbell Dudek Smith dan Palmer</i> | Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) muncul sebagai alternatif yang efisien. Dengan menggunakan CDS, urutan |

| | | | | | | |
|----|---|---|--|---|--|---|
| | | Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> dan <i>Palmer</i> Di CV. Daya Patra Sentosa | Elektro Dan Informatika (JTMEI) Vol.2, No.2 Juni 2023 | penjadwalan produksi. Selain itu, mesin yang sama digunakan untuk menyelesaikan berbagai jenis paving secara bergantian selama proses produksi. | | pekerjaan J2-J3-J1 menghasilkan <i>Makespan</i> sebesar 11953,9 menit, lebih baik daripada metode <i>First Come First Serve</i> (FCFS) dengan <i>Makespan</i> 12342,9 menit. Penggunaan CDS menghemat waktu sebesar 389 menit (3,15%) dan dapat diusulkan sebagai solusi penjadwalan. |
| 7. | Abdul Mail, Muhammad Nusran, Nurul Chairani, Taufik Nur, dan Resky Faturrahman (2018) | Analisis Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> dan <i>Palmer</i> Pada PT. Bobi Agung Indonesia | <i>Journal Of Industrial Engineering Management</i> (JIEM) Volume 3. No 2 (2018) | Pekerjaan yang terjadi seringkali membentuk antrian yang tidak dapat diselesaikan secara optimal. Hal ini disebabkan oleh penjadwalan produksi yang tidak efisien, yang berpotensi mengurangi kepuasan pelanggan. | <i>Campbell Dudeck Smith</i> dan <i>Palmer</i> | Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) terbukti lebih efisien daripada metode <i>Palmer</i> dalam penjadwalan produksi. Dengan demikian, total <i>Makespan</i> menggunakan metode CDS adalah 5918,71 menit, sedangkan metode <i>Palmer</i> adalah 6771,554 menit, dengan selisih waktu sebesar 852,844 menit. |
| 8. | Michael Limanto (2022) | Upaya Peningkatan <i>Output</i> Produksi Menggunakan Metode <i>Palmer</i> dan CDS Pada PT.X | Jurnal Titra, Vol. 10, No. 2, Juli 2022, pp. 441-448 | Keterlambatan dalam proses pemenuhan pesanan pelanggan. Departemen Produksi terus menghasilkan hasil yang buruk. | <i>Palmer</i> dan CDS | Diperlukan perhitungan waktu baku untuk setiap proses agar dapat menghitung <i>Output</i> produksi dan menjadwalkan proses produksi. |

| | | | | | | |
|----|---|---|--|--|--|--|
| 9. | Handoko Wibisono, Dwi Kurniawan, dan Sri Suci Yuniar (2022) | Usulan Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS), <i>Dannenbring</i> , dan <i>Palmer</i> Untuk Meminimasi Waktu Produksi di PT. Sakura Pratama Indonesia | Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional, Jl PHH Mustofa No 23, Bandung, 40124, Indonesia, 2022 | Sistem penjadwalan yang digunakan masih bergantung pada instuisi, yang berarti waktu yang digunakan untuk menyelesaikan tugas tidak optimal. Produksi akan lebih mahal karena waktu pengerjaan yang tidak tepat. | <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS), <i>Dannenbring</i> , dan <i>Palmer</i> | Dalam penelitian ini, metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) terbukti lebih efisien daripada metode <i>First Come First Serve</i> (FCFS) dalam penjadwalan produksi. Karena seluruh pekerjaan dapat diselesaikan sesuai dengan <i>Deadline</i> yang telah disepakati, usulan metode penjadwalan CDS dan <i>Dannenbring</i> tidak melibatkan biaya keterlambatan. |
| 10 | Puji Asih, Iva Mindhayani, dan Tatak Prakoso (2022) | Analisis Penjadwalan Proses <i>Packing</i> Arumanis Dengan Menggunakan Metode CDS (<i>Campbell Dudek Smith</i>) dan NEH (<i>Nawaz, Enscore, and Ham</i>) (Studi Kasus di UMKM Arumanis Haji Ardi di Sleman) | Jurnal Rekayasa Industri (JRI), Vol. 4 No. 1 April 2022 | perusahaan sering menghadapi masalah untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan cepat. Pengaturan penjadwalan proses pengepakan yang sering tertunda menyebabkan masalah keterlambatan dalam pengiriman produk. | CDS (<i>Campbell Dudek Smith</i>) dan NEH (<i>Nawaz, Enscore, and Ham</i>) | Metode penjadwalan <i>Campbell Dudek Smith</i> memiliki urutan 4-3-2-1 dengan total waktu produksi 44.335.921,92 detik, sementara metode <i>Nawaz, Enscore</i> , dan <i>Ham</i> memiliki urutan 2-1-3-4 dengan total waktu produksi 44.515.921,12 detik. Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> dianggap sebagai yang paling efektif. |

Setelah mempelajari beberapa metode yang ada pada tinjauan pustaka diatas dengan mempertimbangkan permasalahan aktual dari perusahaan, ada empat metode yang dapat digunakan dalam perhitungan penjadwalan produksi yaitu metode *Campbell Dudek Smith (CDS)*, metode *Nawaz Ensore Ham (NEH)*, metode *Palmer*, dan metode *Dannenbring*. Sebelum menentukan metode mana yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan di CV. Salami putra, perlu dilakukan perbandingan karakteristik keempat metode tersebut agar dapat menentukan metode mana yang lebih tepat untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Berikut merupakan penjelasan karakteristik tiap metode.



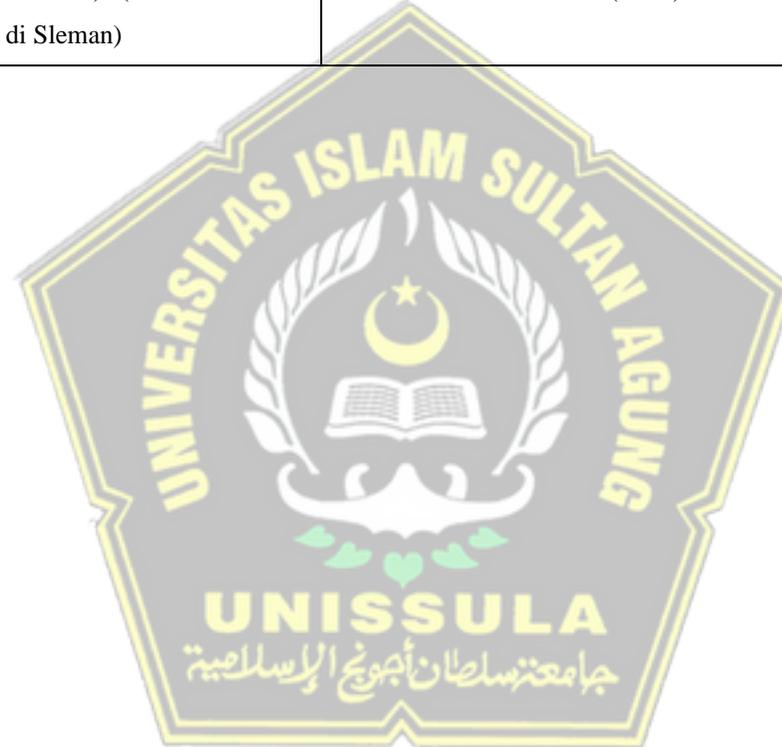
Tabel 2. 2 Karakteristik Metode

| Metode | Karakteristik |
|--|---|
| <i>Campbell Dudek Smith (CDS)</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengembangan aturan <i>Jhonson</i>. 2. Dapat memecahkan masalah penjadwalan <i>flowshop</i> di mana setiap tugas harus melalui setiap mesin untuk diselesaikan. 3. Karena banyaknya tahapan iterasi, yang merupakan metode alternatif untuk urutan pekerjaan, ini sangat cocok untuk berbagai jumlah pekerjaan dan mesin. 4. Pengurutan pekerjaan didasarkan pada waktu proses kerja yang paling singkat selama proses produksi (Andi Muh.Fadel Fachryansyah, Jhon, Dr. Vladimir, 2021). 5. Dapat menawarkan banyak pilihan alternatif penjadwalan(Dwi Susanti & Pudji Widjajati, 2023). |
| <i>Dannenbring</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengembangan aturan <i>Jhonson</i>. 2. Pemecahan masalah dengan lebih dari dua mesin. 3. Untuk menemukan nilai <i>Makespan</i> terkecil, letak <i>job</i> disesuaikan dengan waktu proses terkecil hingga terbesar (Andi Muh.Fadel Fachryansyah, Jhon, Dr. Vladimir, 2021) |
| <i>Nawaz Ensore Ham (NEH)</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Job dengan waktu proses total yang lebih lama harus diprioritaskan daripada yang lebih singkat. 2. Dapat digunakan untuk penjadwalan produksi untuk berbagai produk. 3. Memulai urutan pekerjaan secara menurun berdasarkan total waktu proses pekerjaan (Andi Muh.Fadel Fachryansyah, Jhon, Dr. Vladimir, 2021) |
| <i>Palmer</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Tentukan urutan pekerjaan berdasarkan indeks prioritas, dengan pekerjaan yang memiliki nilai tertinggi dijadwalkan terlebih dahulu 2. Hanya memiliki satu opsi penjadwalan yang dihasilkan (Dwi Susanti & Pudji Widjajati, 2023). |

Tabel 2. 3 Jurnal Perbandingan Metode

| No | Judul | Metode yang Dipakai | Metode yang Terpilih |
|----|--|--|--|
| 1. | Analisis Penjadwalan Produksi Batu Tahan Api Dengan Menggunakan Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS), <i>Nawaz Ensore Ham</i> (NEH), dan <i>Palmer</i> Untuk Mengurangi <i>Makespan</i> di PT. X | 1. <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) 2. <i>Nawaz Ensore Ham</i> (NEH) 3. <i>Palmer</i> | <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) |
| 2. | Analisis Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> dan <i>Dannenbring</i> Dalam Meminimumkan Total Waktu Produksi Beras | 1. <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) 2. <i>Dannenbring</i> | <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) dan <i>Dannenbring</i> |
| 3. | Analisis Perencanaan Produksi Paving Dengan Menggunakan Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> dan <i>Palmer</i> Di CV. Daya Patra Sentosa | 1. <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) 2. <i>Palmer</i> | <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) |
| 4. | Analisis Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Metode <i>Campbell Dudeck Smith</i> dan <i>Palmer</i> Pada PT. Bobi Agung Indonesia | 1. <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) 2. <i>Palmer</i> | <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) |
| 5. | Upaya Peningkatan <i>Output</i> Produksi Menggunakan Metode <i>Palmer</i> dan CDS Pada PT.X | 1. <i>Palmer</i> 2. <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) | <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) |
| 6. | Usulan Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS), <i>Dannenbring</i> , dan <i>Palmer</i> Untuk Meminimasi Waktu Produksi di PT. Sakura Pratama Indonesia | 1. <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) 2. <i>Dannenbring</i> 3. <i>Palmer</i> | <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) dan <i>Dannenbring</i> |

| | | | |
|----|---|---|-----------------------------------|
| 7. | Analisis Penjadwalan Proses <i>Packing</i> Arumanis Dengan Menggunakan Metode CDS (<i>Campbell Dudek Smith</i>) dan NEH (<i>Nawaz, Enscore, and Ham</i>) (Studi Kasus di UMKM Arumanis Haji Ardi di Sleman) | 1. <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) 2. <i>Nawaz Enscore Ham</i> (NEH) | <i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS) |
|----|---|---|-----------------------------------|



Dari penjelasan karakteristik tiap metode pada Tabel 3. diatas, maka dapat memilih untuk menggunakan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) sebagai metode yang digunakan dalam penyelesaian permasalahan pada CV. Salami Putra. Hal tersebut didasarkan dengan beberapa pertimbangan, pertimbangan yang pertama adalah metode CDS dapat menyelesaikan permasalahan perusahaan dengan aliran produksi *flowshop* yang sesuai dengan aliran produksi pada CV. Salami Putra, pertimbangan yang kedua adalah metode ini tepat untuk perusahaan dengan jumlah pekerjaan atau mesin yang bervariasi sehingga tepat diterapkan pada CV. Salami Putra, Pertimbangan yang ketiga adalah metode ini dapat menawarkan beberapa banyak pilihan alternatif penjadwalan.

Tabel 4. juga memperkuat pilihan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS), dimana seluruh perbandingan pada setiap jurnal yang dijadikan sebagai acuan dalam melakukan penelitian selalu memilih metode CDS, ada beberapa jurnal yang memiliki dua hasil metode yaitu metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dengan metode *Dannenbring*, Metode CDS ini mempunyai kemiripan dengan metode *Dannenbring* dikarenakan memiliki proses perhitungan yang sama yaitu sama-sama menggunakan algoritma *Jhonson*, alasan lainnya adalah dari beberapa perbandingan antara metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dengan metode *Dannenbring* selalu memiliki hasil *Makespan* yang sama, hal tersebut dapat dilihat pada tinjauan pustaka yang dicantumkan. Oleh karena itu lebih tepat memilih metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) untuk lebih mengefisienkan proses perhitungan untuk mencapai solusi penjadwalan yang paling optimal bagi perusahaan.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Penjadwalan Produksi

Penjadwalan adalah menyediakan jumlah sumber daya terbatas untuk menyelesaikan tugas tertentu. Operasi yang harus dilakukan pada mesin merupakan komponen utama dari proses penjadwalan. Namun, pekerjaan adalah suatu rangkaian yang terdiri dari beberapa operasi (Noegroho, 2019).

Dalam banyak industri manufaktur, penjadwalan adalah proses pengambilan keputusan yang penting (Utomo, 2019) pada (Annisya & Saifudin, 2020). Penjadwalan dalam konteks industri sangat penting untuk mengalokasikan tenaga operator, mesin, dan peralatan produksi. Dalam perencanaan agregat, penjadwalan berperan sebagai alat yang efektif. Pada tahap ini, pesanan aktual pertama kali diberikan kepada sumber daya tertentu, yang kemudian dijalankan secara berurutan di setiap pusat pemrosesan untuk memaksimalkan kapasitas yang tersedia. Semua pekerjaan di setiap departemen dijadwalkan menggunakan teori penjadwalan (Ariyani, 2010) pada (Annisya & Saifudin, 2020).

Dalam berbagai sektor manufaktur, penjadwalan merupakan proses pengambilan keputusan yang krusial. Penjadwalan digunakan dalam komunikasi, informasi, transportasi, distribusi, dan pengadaan bahan serta produksi. Tujuan utama penjadwalan adalah meminimalkan waktu total aliran, keterlambatan total, waktu penyelesaian maksimum, keterlambatan maksimum, keterlambatan, dan jumlah pekerjaan yang selesai tepat waktu (Sutanto, 2008).

2.2.2 Tujuan Penjadwalan Produksi

Penjadwalan memiliki tujuan untuk mengurangi keterlambatan dalam memenuhi batas waktu yang telah ditetapkan, terutama dalam memenuhi janji kepada konsumen. Dengan meningkatkan produktivitas mesin, waktu idle dapat berkurang, sehingga perusahaan dapat mengurangi biaya produksi. Penjadwalan yang lebih efisien juga dapat meningkatkan nilai layanan perusahaan. Jika tujuan penjadwalan ini tercapai, perusahaan dapat memuaskan pelanggan dengan lebih baik (Nugroho & Ekoanindiyo, 2017).

2.2.3 Jenis Penjadwalan

Penjadwalan produksi tergantung pada beberapa faktor, termasuk jumlah produk atau pekerjaan yang akan dijadwalkan, ketersediaan mesin, keberhasilan pelaksanaan penjadwalan, pola aliran proses, dan jenis aliran proses produksi (Nasution, 1999) dalam (Nugroho & Ekoanindiyo, 2017)

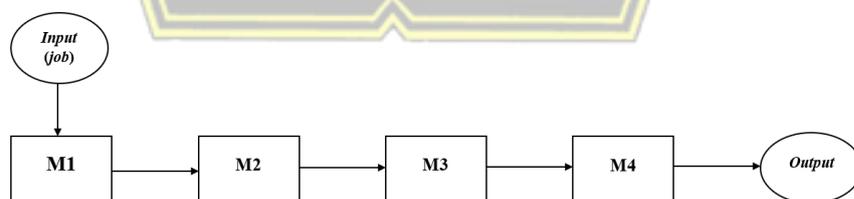
2.2.4 Masalah Penjadwalan

Masalah penjadwalan dapat dikelompokkan berdasarkan beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut (Conway, 2001) pada (Putra, 2019).

1. Jumlah mesin dibagi menjadi dua bagian berdasarkan jumlah mesin yang bekerja:
 - a. Penjadwalan untuk mesin Tunggal.
 - b. Penjadwalan untuk mesin ganda.
2. Pola kedatangan *Job* terbagi atas dua bagian berdasarkan pola kedatangan *Job*:
 - a. Statik, semua *Job* datang secara bersamaan dan siap dikerjakan pada mesin yang tidak bekerja.
 - b. Dinamik, *Job* datang secara acak selama penjadwalan.
3. Sistem informasi terdiri dari dua bagian yaitu informasi deterministik dan stokastik.

Informasi ini mencakup karakteristik pekerjaan, seperti saat kedatangan, batas waktu penyelesaian, perbedaan kepentingan antara pekerjaan yang dijadwalkan, banyaknya operasi, dan waktu proses masing-masing operasi. Ini juga mencakup informasi tentang karakteristik mesin, seperti jumlah mesin, kapasitas, fleksibilitas, dan efisiensi penggunaan.

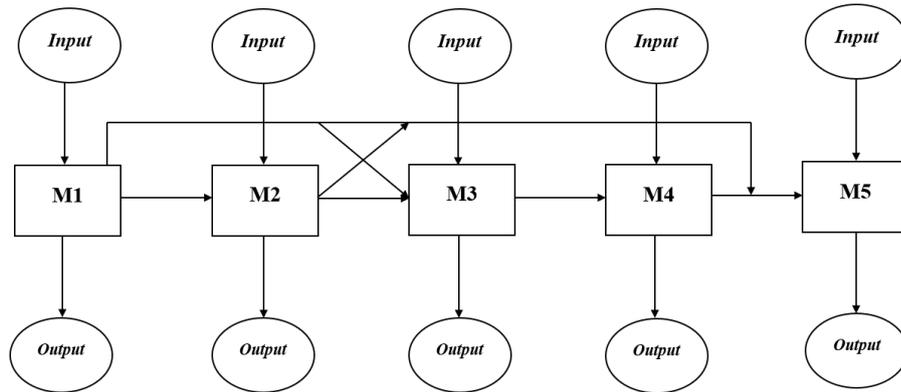
4. Aliran proses terbagi atas tiga bagian: *Pure Flowshop*, *General Flowshop*, dan *Jobshop*.
 - a. *Pure flowshop*, Setiap tugas mengikuti alur proses yang identik melalui seluruh mesin, mulai dari proses awal hingga proses akhir dalam urutan tertentu.



Gambar 2. 1 Pola Aliran *Pure Flowshop*

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

- b. *General flowshop*, Pola aliran proses tidak sama. Tidak selalu pekerjaan memanfaatkan seluruh mesin.



Gambar 2. 2 Pola Aliran *General Flowshop*

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

Tabel berikut menunjukkan contoh proses *flowshop*.

Tabel 2. 4 Contoh Tabel Proses *Flowshop*

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

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

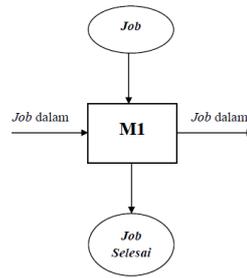
Keterangan:

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. *Jobshop*, Setiap pekerjaan dalam pola aliran proses *Jobshop* memiliki urutan operasi yang berbeda. Pekerjaan berpindah dari satu mesin atau stasiun kerja ke mesin lain dengan pola yang tidak teratur. Pola aliran yang digunakan dalam proses ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 3 Pola Aliran *Jobshop*

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

Tabel berikut menunjukkan contoh proses *Jobshop*.

Tabel 2. 5 Contoh Tabel Proses *Jobshop*

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

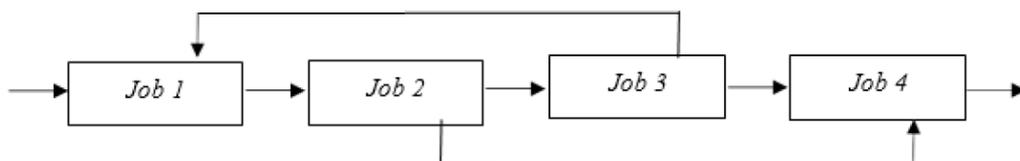
Sumber : (Conway, 2001) pada (Putra, 2019)

2.2.5 Tipe Penjadwalan Produksi

Menurut Conway (2001) pada Ulya (2022) pada (Dwi Susanti & Pudji Widjajati, 2023) Ada dua penjadwalan produksi berdasarkan urutannya yaitu *Jobshop* dan *Flowshop*.

1. Penjadwalan *Jobshop*.

Penjadwalan *Jobshop* melibatkan pengiriman n tugas ke m mesin dengan urutan yang dapat diubah. Keuntungan menggunakan penjadwalan *Jobshop* adalah bahwa banyak mesin dengan kapasitas pemrosesan yang sama dapat diberikan tugas pada satu pekerjaan. Berikut ini adalah gambaran umum alur kerja yang diterapkan dalam *Jobshop*:



Gambar 2. 4 Aliran Proses Tipe *Jobshop*

Sumber : (Conway, 2001) pada (Ulya, 2022) pada (Dwi Susanti & Pudji Widjajati, 2023)

2. Penjadwalan *Flowshop*

Dimungkinkan untuk mengatur beberapa tugas dalam alur yang sama. Alur kerja searah menentukan penjadwalan *flowshop*. Ada dua istilah yang digunakan saat berbicara tentang pola *flowshop* yaitu:

a. *Flowshop* Murni

Sebuah pekerjaan didefinisikan sebagai rangkaian mesin yang memproses satu pekerjaan secara berurutan. Pekerjaan yang mengalami proses yang sama pada setiap tahap pemrosesan disebut sebagai “pekerjaan satu proses”.

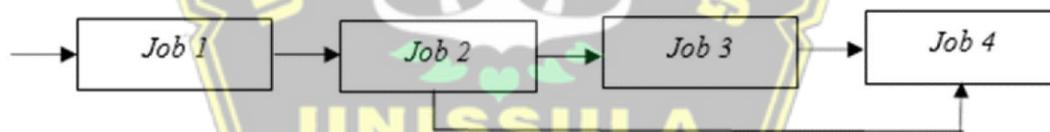


Gambar 2. 5 Aliran Kerja *Flowshop* Murni

Sumber : (Conway, 2001) pada (Ulya, 2022) pada (Dwi Susanti & Pudji Widjajati, 2023)

b. *Flowshop* Umum

Situasi di mana semua mesin dalam proses produksi dapat beroperasi bersama. Selain itu, pekerjaan dapat mengarah ke arah yang sama dengan peralatan lain atau melewati peralatan yang masih berada di sekitarnya.



Gambar 2. 6 Aliran Kerja *Flowshop* Umum

Sumber : (Conway, 2001) pada (Ulya, 2022) pada (Dwi Susanti & Pudji Widjajati, 2023)

2.2.6 Aturan Prioritas

Menurut Tanuwijaya dan Bambang (2012:87) pada (Hans Pratama, 2021) Aturan prioritas dalam proses produksi menentukan urutan pekerjaan yang harus dilakukan dengan satu mesin. Tujuannya adalah mengurangi jumlah pekerjaan dalam sistem, mempercepat waktu penyelesaian, dan menghindari keterlambatan. Metode-metode yang umum digunakan termasuk *First Come First Serve* (FCFS), *Earliest Due Date* (EDD), *Shortest Processing Time* (SPT), dan *Longest Processing Time* (LPT). Berikut merupakan penjelasan mengenai aturan prioritas:

1. *First Come First Serve* (FCFS)

Menurut Haizer dan Render (2014) pada (Hans Pratama, 2021), Aturan *First Come First Served* (FCFS) adalah sistem antrian penjadwalan yang mengutamakan proses yang pertama kali diinput akan dilayani terlebih dahulu sampai selesai. Proses tersebut diberi jarak waktu yang diurutkan berdasarkan waktu kedatangan.

2. *Earliest Due Date* (EDD)

Menurut Haizer dan Render (2014) pada (Hans Pratama, 2021), Aturan *Earliest Due Date* (EDD) mengurutkan pekerjaan berdasarkan tanggal batas waktu tercepat. Pekerjaan dengan tenggat waktu paling awal harus diberikan prioritas daripada yang memiliki tenggat waktu lebih lama.

3. *Shortest Processing Time* (SPT)

Menurut Haizer dan Render (2014) pada (Hans Pratama, 2021), Aturan *Shortest Processing Time* (SPT) adalah strategi penjadwalan produksi yang berfokus pada penggunaan mesin atau peralatan dengan waktu pemrosesan paling pendek. Metode ini memprioritaskan pekerjaan yang dapat diselesaikan dengan cepat, sehingga mesin di bagian berikutnya dapat menerima pekerjaan lebih awal. Hal ini menghasilkan aliran pekerjaan yang efisien dan tingkat pemanfaatan yang tinggi.

4. *Longest Processing Time* (LPT)

Menurut Haizer dan Render (2014) pada (Hans Pratama, 2021), Aturan *Longest Processing Time* (LPT) bertentangan dengan SPT karena mengutamakan atau memprioritaskan proses produksi berdasarkan waktu pemrosesan yang paling lama.

2.2.7 Metode Campbell Dudek Smith (CDS)

Metode CDS merupakan pengembangan dari aturan Jhonson. Metode ini memprioritaskan urutan pekerjaan berdasarkan waktu pemrosesan terpendek untuk mencapai produksi yang efisien (Nova, et.al., 2017) pada (Annisya & Saifudin, 2020). Dalam metode CDS, persoalan penjadwalan n pekerjaan pada m mesin Flowshop dipecah dengan membagi m mesin menjadi dua grup. Kemudian, algoritma Johnson digunakan untuk mengurutkan pekerjaan pada kedua grup

tersebut (Yohanes, 2014) pada (Annisya & Saifudin, 2020). Metode CDS mampu memberikan hasil k iterasi (urutan pekerjaan alternatif) $k = m-1$ (Ertil dan Nurmayuni, 2018) pada (Annisya & Saifudin, 2020) iterasi yang memiliki *Makespan* terkecil akan dipilih (Saputro dan Mundari, 2018) pada (Annisya & Saifudin, 2020). Menurut Ginting (dikutip dalam Darmawan dan Pramesti, 2018) pada (Annisya & Saifudin, 2020), Algoritma Johnson digunakan untuk menjadwalkan n tugas terhadap m mesin:

1. Mengambil penjadwalan awal ($k=1$). Memukan nilai $t_{i,1}^*$ dan $t_{i,2}^*$ yang paling minimum untuk semua pekerjaan yang ada. Nilai ini merupakan waktu proses pada mesin pertama dan kedua, dengan $t_{i,1} = t_{i,1}$ dan $t_{i,2} = t_{i,2}$.
2. Jika waktu minimum ditemukan pada mesin pertama, seperti pada $t_{i,1}$, tugas harus ditempatkan di awal deret penjadwalan. Jika waktu minimum ditemukan pada mesin kedua, seperti pada $t_{i,2}$, tugas harus ditempatkan di posisi akhir deret penjadwalan.
3. Setelah memindahkan tugas-tugas dari daftar, susun dalam deret penjadwalan. Jika masih ada pekerjaan yang tersisa, ulangi langkah pertama. Jika tidak ada pekerjaan yang tersisa, penjadwalan dianggap selesai. Oleh karena itu, waktu proses pada mesin pertama ($t_{(i,1)}^*$) dan kedua ($t_{(i,2)}^*$) pada penjadwalan ke- k adalah sebagai berikut

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

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

Keterangan :

$t_{i,1}^*$: Waktu proses suatu *Job* ke- i dan mesin ke-1

$t_{i,2}^*$: Waktu proses suatu *Job* ke- i dan mesin ke-2

k : Konstulasi dengan nilai 1 s/d ($m-1$)

m : Jumlah mesin yang dipakai

$t_{i,k}$: Waktu proses suatu *Job* ke- i dengan konstulasi awal dengan nilai $k=1$

$t_{1,m-k+1}$: Waktu proses suatu *Job* ke- i dengan konstulasi awal dengan nilai $k=k+1$

Dalam metode CDS, untuk data waktu proses produksi yang telah dikumpulkan kemudian akan dihitung kembali untuk menentukan waktu proses setiap *Job* untuk setiap stasiun kerja sesuai jumlah pesanan *Job* tersebut. Perhitungan total waktu proses pesanan dipengaruhi oleh waktu proses, jumlah pesanan, dan kapasitas setiap proses dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Total Waktu Proses} = \frac{\text{waktu proses} \times \text{jumlah pesanan}}{\text{kapasitas per proses}}$$

2.2.8 Gantt Chart

Gantt Chart adalah representasi visual yang digunakan untuk mengatur waktu dan sumber daya dalam perencanaan proyek. Diagram ini banyak digunakan oleh para manajer karena mudah dibaca dan memastikan bahwa semua kegiatan telah direncanakan dengan baik. *Gantt Chart* menampilkan balok horizontal di sepanjang garis waktu proyek, dan dapat digunakan untuk penjadwalan sederhana atau proyek kecil yang tidak terlalu rumit. Sementara itu, metode jaringan (*Network*) lebih cocok untuk penjadwalan proyek yang kompleks (Hidayat, 2011) pada (Widyastuti et al., 2019).

2.2.9 Eficiency Index dan Relative Error

Salah satu cara untuk mengevaluasi efisiensi penjadwalan produksi adalah dengan menggunakan *Eficiency Index* (EI). Jika nilai $EI < 1$, metode perusahaan lebih efektif daripada metode lainnya. Jika nilai $EI > 1$, metode alternatif lebih efektif daripada metode perusahaan. Jika nilai $EI = 1$, maka kedua metode memiliki efektivitas yang setara. Perhitungan EI digunakan untuk menentukan strategi terbaik. Berikut rumusnya: (Mardiani, 2021).

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

Relative Error (RE) digunakan untuk mengukur sejauh mana perbedaan *Makespan* antara metode baru dan metode sebelumnya. Rumus RE adalah sebagai berikut: (Mardiani, 2021).

$$RE = \frac{\text{Makespan perusahaan} - \text{Makespan alternatif}}{\text{Makespan alternatif}} \times 100\%$$

2.3 Hipotesa dan Kerangka Teoritis

Berikut adalah hipotesa dan kerangka teoritis penelitian.

2.3.1 Hipotesa

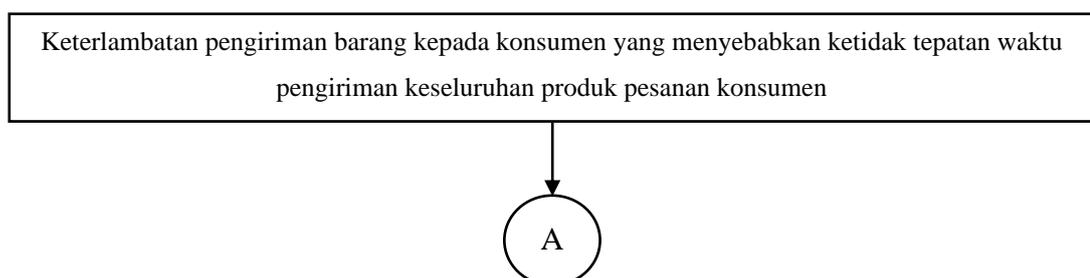
Penggunaan aturan SPT (*Shortest Processing Time*) sebagai penjadwalan perusahaan dan pendekatan produksi *make to order*, CV. Salami putra telah menghasilkan berbagai produk mebel untuk bisa dikirimkan pada konsumen. Pada kenyataannya, proses penyelesaian produk dalam sistem pada perusahaan masih kurang optimal dimana masih sering terjadi keterlambatan penyelesaian proses produksi produk. Hal tersebut bisa menyebabkan hilangnya konsumen jika terus terjadi. Masalah tersebut diakibatkan tidak ada perhitungan yang pasti dalam setiap proses produksi produk, selama ini hanya menggunakan perkiraan saja atau insting untuk menentukan waktu penyelesaian produksi. Dari permasalahan diatas tentu harus ada perhitungan proses produksi yang optimal agar tidak terjadi keterlambatan produksi di kemudian hari.

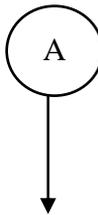
Ada beberapa metode yang dapat dilakukan untuk menentukan proses produksi dengan optimal, diantaranya adalah metode *Campbell Dudek Smith* (CDS), *Nawaz Ensore Ham* (NEH), *Palmer, Dannenbring*. Keempat metode ini dapat menghitung waktu penyelesaian proses produksi (*makespan*), dapat menentukan urutan *job* yang optimal, dan dapat menentukan nilai *makespan* terkecil sebagai hasil untuk acuan perusahaan dalam penjadwalan produksinya. Diantara keempat metode tersebut hanya menggunakan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) yang dapat menghasilkan solusi penjadwalan proses produksi paling efektif.

Berdasarkan literatur riview terdahulu, beberapa kasus serupa dapat diselesaikan dengan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) sehingga pada penelitian ini diduga metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dapat digunakan sebagai penyelesaian permasalahan yang ada.

2.3.2 Kerangka Teoritis

Skema berikut menunjukkan kerangka teoritis penelitian:





Penjadwalan *Campbell Dudek Smith (CDS)* :

1. Mengambil penjadwalan awal ($k=1$). Memukan nilai $t^*_{i,1}$ dan $t^*_{i,2}$ yang paling minimum untuk semua pekerjaan yang ada. Nilai ini merupakan waktu proses pada mesin pertama dan kedua, dengan $t_{i,1} = t_{i,1}$ dan $t_{i,2} = t_{i,2}$.
2. Jika waktu minimum ditemukan pada mesin pertama, seperti pada $t_{i,1}$, tugas harus ditempatkan di awal deret penjadwalan. Jika waktu minimum ditemukan pada mesin kedua, seperti pada $t_{i,2}$, tugas harus ditempatkan di posisi akhir deret penjadwalan.
3. Setelah memindahkan tugas-tugas dari daftar, susun dalam deret penjadwalan. Jika masih ada pekerjaan yang tersisa, ulangi langkah pertama. Jika tidak ada pekerjaan yang tersisa, penjadwalan dianggap selesai.

Penjadwalan *Shortest Processing Time (SPT)* :

1. Penjadwalan produksi menggunakan aturan SPT yaitu dengan memprioritaskan (mengurutkan) penyelesaian proses produksi berdasarkan waktu proses terpendek.
2. Setelah diprioritaskan (diurutkan) sesuai waktu penyelesaian terpendek, lalu dilakukan perhitungan *makespan* dan urutan mesinnya.

Menentukan dan memberikan usulan penjadwalan produksi dengan efektif bagi perusahaan agar tidak mengalami keterlambatan proses produksi di kemudian hari.

Gambar 2. 7 Kerangka Teoritis

جامعنا سلطان أبجوج الإسلامية

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Pada tahap ini, data yang diperlukan untuk penelitian dikumpulkan dan diolah menggunakan metode yang sesuai untuk mencapai tujuan penelitian. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. **Data Primer**

Data primer adalah data yang pengumpulannya dilakukan secara langsung tanpa menggunakan media perantara. Ini dapat berupa pendapat individu atau kelompok orang, observasi benda fisik, kegiatan, atau kejadian yang dihasilkan dari pengujian. Data untuk penelitian ini didapat dari pengamatan langsung ke dalam perusahaan terhadap penjadwalan proses produksinya dan melakukan wawancara dengan pihak perusahaan terkait dengan penjadwalan proses produksi.

b. **Data Sekunder**

Data sekunder merupakan sumber data yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara. Data sekunder pada umumnya berupa bukti, catatan, atau laporan historis yang telah tersusun dalam arsip, baik yang dipublikasikan dan yang tidak dipublikasikan.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Tahapan ini bertujuan untuk mengumpulkan data selama penelitian. Beberapa langkah yang dapat diambil dalam proses pengumpulan data adalah sebagai berikut.

a. **Observasi lapangan**

Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengetahui kondisi perusahaan saat ini.

b. **Wawancara**

Wawancara dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data yang lebih lengkap dari narasumber perusahaan tersebut, dalam hal ini yang dimaksud narasumber adalah pemilik CV. Salami Putra.

c. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah suatu metode penelitian yang dilaksanakan dengan cara mengumpulkan, mempelajari, dan menganalisis referensi atau sumber-sumber yang diperoleh dengan tertulis atau berbentuk tulisan seperti buku, jurnal, artikel, dokumen, dan sumber informasi lainnya yang signifikan dengan topik/judul yang akan diteliti.

3.3 Pengujian Hipotesa

Hipotesa merupakan sebuah pernyataan sebagai tanggapan awal mengenai hasil berdasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Dalam hipotesa pada penelitian ini, akan didapatkan waktu penyelesaian produksi dan urutan mesin yang optimal agar dapat meminimalisir keterlambatan proses produksi pada CV. Salami Putra.

3.4 Metode Analisis

Setelah dilakukannya proses pengumpulan data, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan analitis. Pada permasalahan ini metode yang digunakan adalah metode *Campbell Dudek Smith* (CDS). Setelah melakukan pengolahan dengan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS), langkah selanjutnya adalah membandingkan hasil metode CDS dengan pendekatan yang diterapkan perusahaan, maka akan bisa ditentukan *makespan* dan urutan mesin terbaiknya.

3.5 Pembahasan

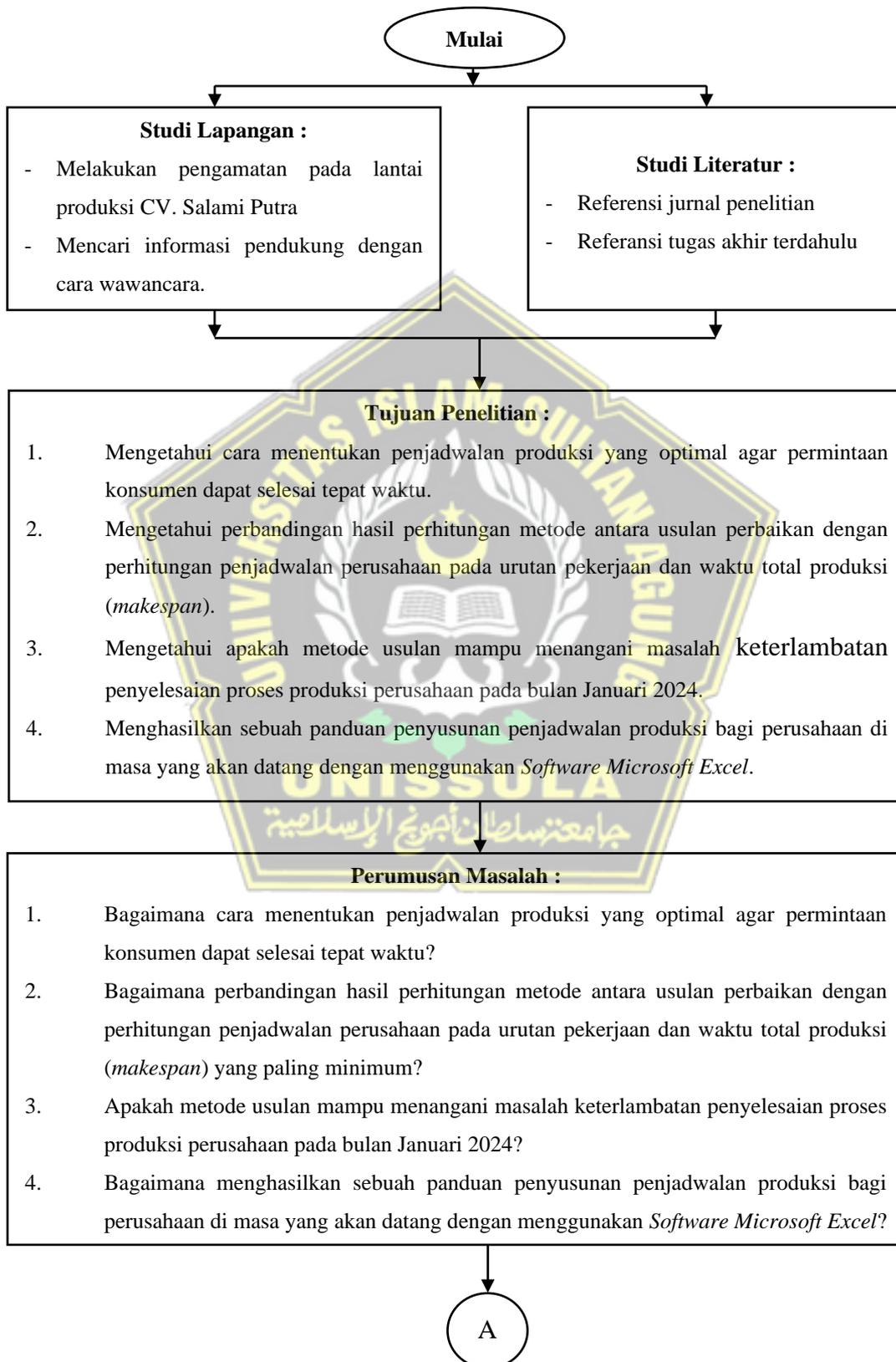
Pembahasan yang ada dalam penelitian ini meliputi kerangka teori, sistematika penulisan, dan topik penelitian. Pada penelitian ini dapat mengetahui permasalahan dan solusi terbaik sebagai usulan bagi perusahaan yang dapat diterapkan.

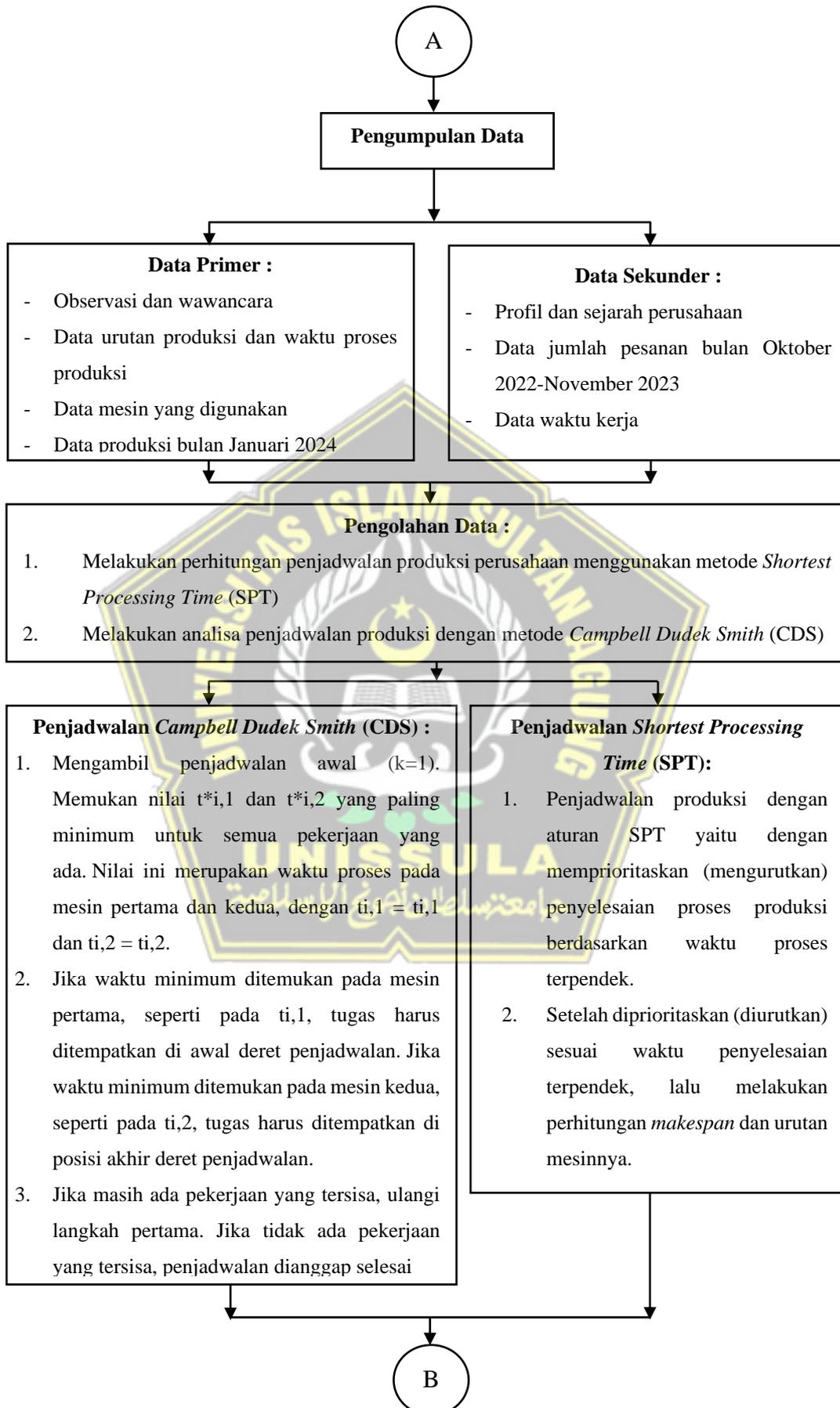
3.6 Penarikan Kesimpulan

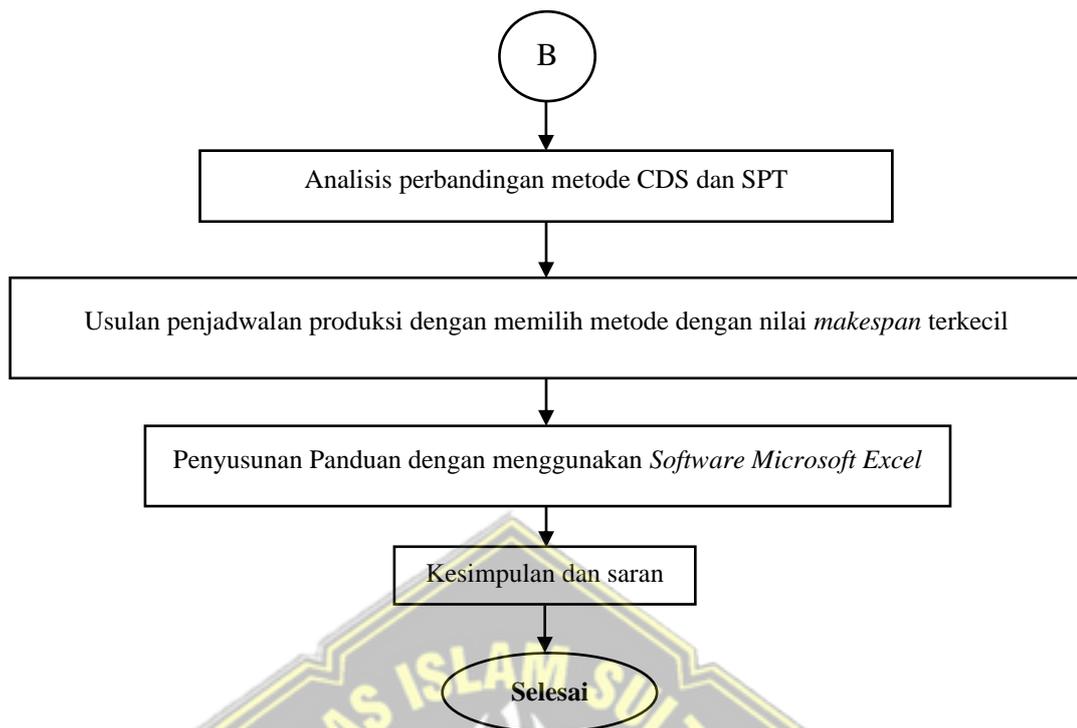
Kesimpulan menjadi tahap akhir dari sebuah penelitian, tanpa kesimpulan sebuah penelitian tidak akan mendapatkan hasil pemecahan masalah yang diharapkan. Dengan adanya penelitian ini proses penjadwalan produksi pada CV. Salami Putra akan lebih terukur dan pasti.

3.7 Diagram Alir

Berikut merupakan Diagram alir penelitian tugas akhir ini .







Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dan digunakan untuk penelitian ini diperoleh melalui pengamatan langsung dan wawancara dengan perusahaan. Berikut adalah informasi yang digunakan dalam penelitian mengenai penjadwalan produksi di CV Salami Putra.

4.1.1 Profil Perusahaan

CV. Salami Putra adalah perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan berbagai produk mebel. CV. Salami Putra berdiri sejak 8 Juli 2011 yang saat itu masih bertempat di Jl. Abadi, Desa Pepedan, Kecamatan Dukuhhuri, Kab. Tegal, kemudian pada tahun 2022 berpindah tempat di Jl. Projosumarto 1, desa Jatilawang, Kecamatan Kramat, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah. Perusahaan ini beroperasi pada hari Senin-Jumat pukul 08.00 WIB – 16.00 WIB atau 7 jam dalam satu hari kerja, waktu istirahat selama 1 jam pada pukul 12.00 WIB – 13.00 WIB. Perusahaan ini memproduksi berbagai macam produk seperti lemari, meja, kursi, dipan tidur, dan perabotan mebel lainnya.

CV. Salami Putra membuat berbagai produk mebel yang sesuai dengan pesanan pelanggan. Beberapa contoh produk hasil buatan CV. Salami Putra seperti lemari, kursi, meja, dan lain-lain.



Gambar 4. 1 Produk CV. Salami Putra

4.1.2 Alur Proses Produksi

Proses produksi CV. Salami Putra mulai dilakukan dari proses penyamaan ketebalan kayu sampai proses cat (*finishing*). Berikut merupakan alur produksi di CV. Salami Putra:



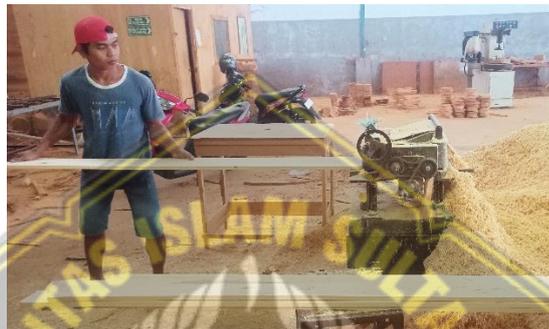
Gambar 4. 2 Alur Proses Produksi CV. Salami Putra

4.1.3 Lantai Produksi CV. Salami Putra

Pelaksanaan proses produksi CV. Salami Putra memiliki 9 *work cente*, yaitu sebagai berikut:

1. Proses Penyamaan Ketebalan Kayu

Proses penyamaan ketebalan kayu merupakan proses penyamaan ketebalan sisi atas dan sisi bawah papan kayu dengan ketebalan ± 2 cm. Proses penyamaan ketebalan kayu dilakukan dengan mesin *Planner*.



Gambar 4. 3 Mesin *Planner*

2. Proses Pelurusan Sisi Kayu

Proses pelurusan sisi kayu merupakan proses penyamaan permukaan sisi kanan dan sisi kiri papan kayu agar mudah untuk dilakukan proses selanjutnya yaitu proses *Press*. Proses penyamaan sisi kayu dilakukan dengan mesin *Jointer*.



Gambar 4. 4 Mesin *Jointer*

3. Proses *Press* Kayu

Proses *Press* kayu merupakan proses penyatuan beberapa papan kayu (sesuai kebutuhan tiap produk). Proses ini menggunakan lem kayu sebagai bahan perekat kemudian menggunakan mesin *Press* selama beberapa menit agar kayu dapat menyatu.



Gambar 4. 5 Mesin *Press*

4. Proses *Hand sanding*

Proses *Hand sanding* merupakan proses penghalusan setiap sisi papan kayu. Proses ini menggunakan mesin *Sander* dengan alas dilapisi amplas ukuran P80.



Gambar 4. 6 Mesin *Sander*

5. Proses Pemotongan Kayu

Proses pemotongan kayu merupakan proses pembuatan kerangka utama dari setiap produk, pelubangan komponen produk, dan pembuatan komponen produk lainnya. Pada proses ini menggunakan beberapa alat yaitu mesin *Table Saw*, mesin *Circular Saw*, dan mesin Bor tangan.



Gambar 4. 7 Mesin *Table Saw*



Gambar 4. 8 Mesin *Circular Saw*



Gambar 4. 9 Mesin Bor Tangan

6. Proses Perakitan

Proses perakitan merupakan proses penyatuan seluruh komponen produk yang berupa rangka kayu dan tambahan aksesoris (jika dibutuhkan) menjadi sebuah produk jadi.



Gambar 4. 10 Proses Perakitan

7. Proses Pendempulan

Proses pendempulan merupakan proses perataan permukaan setiap bagian sisi produk dan untuk menutup lubang-lubang atau keretakan kayu karena proses pemotongan sebelumnya.



Gambar 4. 11 Dempul

8. Proses Pengamplasan

Proses pengamplasan merupakan proses perataan dan penghalusan sisi produk setelah dilakukan pendempulan. Pada tahap ini menggunakan amplas manual dengan ukuran P120.



Gambar 4. 12 Pengamplasan

9. Proses *Finishing*

Proses *Finishing* merupakan proses akhir produksi. Pada proses ini yang dilakukan adalah pengecatan produk dengan menggunakan mesin *Spray Gun*.



Gambar 4. 13 Pengecatan

4.1.4 Data Produksi

Berikut adalah data produksi CV. Salami Putra pada Januari 2024, yang terdiri dari dua belas item yang akan digunakan untuk menghitung penjadwalan produksi penelitian ini.

Tabel 4. 1 Data Produksi Bulan Januari 2024 CV. Salami Putra

| No. | Item | Kode Item | Jumlah Order (Unit) | Due Date |
|--------------|-------------------------------------|-----------|------------------------|-----------------|
| 1. | ALANA TV TABLE | A | 1 | 25 Januari 2024 |
| 2. | RAK MIGUNA 6 TINGKAT | B | 2 | |
| 3. | MEJA CONSOL 2 LACI | C | 14 | |
| 4. | ONA MIRROR 160x60x58 cm | D | 7 | |
| 5. | STANDING MIRROR 150x50 cm | E | 12 | |
| 6. | ONA WARDROBE | F | 6 | |
| 7. | SALAMI MEJA KERJA 2 LACI NATURAL | G | 9 | |
| 8. | ALANA WARDROBE 3 PINTU | H | 5 | |
| 9. | 2x2 DRAWER | I | 8 | |
| 10. | 1x3 DRAWER | J | 9 | |
| 11. | 1x2 DRAWER | K | 12 | |
| 12. | CUSTOM BAKO ARM CHAIR | L | 21 | |
| Total | | | 106 | |

4.1.5 Data Stasiun Kerja

Ada sembilan tahapan proses produksi pada rantai produksi CV. Salami Putra yang dilakukan secara manual maupun menggunakan mesin oleh pekerja. Dibawah ini merupakan data jumlah pekerja atau mesin yang beroperasi selama proses produksi.

Tabel 4. 2 Data Stasiun Kerja CV. Salami Putra

| No. | Stasiun Kerja | Jumlah Mesin/Pekerja |
|-----|-----------------------------------|----------------------|
| 1. | Proses Penyesuaian Ketebalan Kayu | 1 |
| 2. | Proses Pelurusan Sisi Kayu | 1 |
| 3. | Proses <i>Press</i> Kayu | 1 |
| 4. | Proses <i>Hand sanding</i> | 1 |
| 5. | Proses Pemotongan Kayu | 1 |

| | | |
|----|-------------------------|---|
| 6. | Proses Perakitan | 1 |
| 7. | Proses Pendempulan | 1 |
| 8. | Proses Pengamplasan | 1 |
| 9. | Proses <i>Finishing</i> | 1 |

Dari data stasiun kerja diatas, untuk mempermudah dalam proses pengolahan data maka setiap stasiun kerja akan diberikan sebuah kode operasi. Berikut merupakan kode operasi yang diurutkan berdasarkan proses pengerjaannya.

Tabel 4.3 Data Kode Operasi Stasiun Kerja CV. Salami Putra

| Kode | Nama Stasiun Kerja |
|------|---------------------------------|
| SK 1 | Proses Penyamaan Ketebalan Kayu |
| SK 2 | Proses Pelurusan Sisi Kayu |
| SK 3 | Proses <i>Press</i> Kayu |
| SK 4 | Proses <i>Hand sanding</i> |
| SK 5 | Proses Pemotongan Kayu |
| SK 6 | Proses Perakitan |
| SK 7 | Proses Pendempulan |
| SK 8 | Proses Pengamplasan |
| SK 9 | Proses <i>Finishing</i> |

4.1.6 Data Pengamatan Waktu proses

Untuk mendapatkan data waktu proses, setiap stasiun kerja melakukan pengamatan waktu pengerjaan dengan menggunakan *Stopwatch* untuk mengukur waktu proses. Berikut akan dijelaskan proses pengambilan data dan waktu proses untuk setiap stasiun kerja di CV. Salami Putra.

1. Proses Penyamaan Ketebalan Kayu

Proses penyamaan ketebalan kayu (SK 1), pengukuran waktu proses diambil dari penyamaan ketebalan sisi atas dan sisi bawah papan kayu dengan ketebalan ± 2 cm.

2. Proses Pelurusan Sisi Kayu

Proses pelurusan sisi kayu (SK 2), pengukuran waktu proses diambil dari penyamaan permukaan sisi kanan dan sisi kiri papan kayu agar mudah untuk dilakukan proses selanjutnya yaitu proses *Press*.

3. Proses *Press* Kayu

Proses *Press* kayu (SK 3), pengukuran waktu proses diambil dari penyatuan beberapa papan kayu (sesuai kebutuhan tiap produk). Proses ini menggunakan lem kayu sebagai bahan perekat kemudian menggunakan mesin *Press* selama beberapa menit agar kayu dapat menyatu.

4. Proses *Hand sanding*

Proses *Hand sanding* (SK 4), pengukuran waktu proses diambil dari penghalusan setiap sisi papan kayu. Proses ini menggunakan mesin *Sander* dengan alas dilapisi amplas ukuran P80.

5. Proses Pemotongan Kayu

Proses pemotongan kayu (SK 5), pengukuran waktu proses diambil dari pembuatan kerangka utama dari setiap produk, pelubangan komponen produk, dan pembuatan komponen produk lainnya. Pada proses ini menggunakan beberapa alat yaitu mesin *Table Saw*, mesin *Circular Saw*, dan mesin Bor tangan.

6. Proses Perakitan

Proses perakitan (SK 6), pengukuran waktu proses diambil dari penyatuan seluruh komponen produk yang berupa rangka kayu dan tambahan aksesoris (jika dibutuhkan) menjadi sebuah produk jadi.

7. Proses Pendempulan

Proses pendempulan (SK 7), pengukuran waktu proses diambil dari perataan permukaan setiap bagian sisi produk dan untuk menutup lubang-lubang atau keretakan kayu karena proses pemotongan sebelumnya.

8. Proses Pengamplasan

Proses pengamplasan (SK 8), pengukuran waktu proses diambil dari perataan dan penghalusan sisi produk setelah dilakukan pendempulan. Pada tahap ini menggunakan amplas manual dengan ukuran P120.

9. Proses *Finishing*

Proses *Finishing* (SK 9), pengukuran waktu proses diambil dari pengecatan produk dengan menggunakan mesin *Spray Gun*.

4.1.7 Komponen Pendukung

Pengadaan komponen pendukung produk CV. Salami Putra mulai dipesan pada saat hari pesanan masuk setiap bulannya. Komponen-komponen tersebut dapat tersedia sebelum waktu proses perakitan setiap produk dimulai. Contohnya pada produk *Alana Wardrobe* 3 Pintu yang membutuhkan cermin kaca pada proses perakitan tepatnya pada hari keenam belas, dan aksesoris tersebut dapat selesai pada hari pertama proses produksi.

4.1.8 Data Waktu Proses Produksi

Proses pengambilan data waktu proses produksi dimulai dari 18 Januari 2024 sampai 16 Februari 2024. Pengambilan data dilakukan pada setiap *Job* sesuai pesanan pada bulan Januari 2024 dengan menghitung waktu proses pada setiap stasiun kerja menggunakan alat bantu *Stopwatch*. Untuk penamaan *Job* sesuai dengan ketentuan pada tabel 4.1. Dibawah ini merupakan data waktu proses untuk setiap *Job*.

Tabel 4. 4 Data Waktu proses *Job*

| Pengukuran | Stasiun Kerja (Menit) | | | | | | | | |
|--------------|-----------------------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| <i>Job A</i> | 54,31 | 30,53 | 58,12 | 87,34 | 59,26 | 66,19 | 74,43 | 117,06 | 43,57 |
| <i>Job B</i> | 21,46 | 9,57 | 18,39 | 46,09 | 34,08 | 93,15 | 81,06 | 56,27 | 52,31 |
| <i>Job C</i> | 14,28 | 15,36 | 26,17 | 43,13 | 21,39 | 48,33 | 37,14 | 35,39 | 31,28 |
| <i>Job D</i> | 9,34 | 10,22 | 23,26 | 34,26 | 31,32 | 43,24 | 44,54 | 28,21 | 39,36 |
| <i>Job E</i> | 11,16 | 12,38 | 27,44 | 36,12 | 29,28 | 45,02 | 46,33 | 26,04 | 34,4 |
| <i>Job F</i> | 62,53 | 58,41 | 35,36 | 88,29 | 66,57 | 92,17 | 124,16 | 99,23 | 74,02 |
| <i>Job G</i> | 11,36 | 18,13 | 20,22 | 34,07 | 19,14 | 44,31 | 60,09 | 22,01 | 43,34 |
| <i>Job H</i> | 68,32 | 41,26 | 67,53 | 103,47 | 78,06 | 117,19 | 116,28 | 94,08 | 55,12 |
| <i>Job I</i> | 8,19 | 8,33 | 20,06 | 36,31 | 37,43 | 49,23 | 41,36 | 45,39 | 34,27 |
| <i>Job J</i> | 9,23 | 10,36 | 23,33 | 38,49 | 41,29 | 42,14 | 45,41 | 46,18 | 40,36 |
| <i>Job K</i> | 8,08 | 7,54 | 22,57 | 30,48 | 32,36 | 44,52 | 39,3 | 41,44 | 36,17 |
| <i>Job L</i> | 6,14 | 7,22 | 18,34 | 22,33 | 20,12 | 22,13 | 23,18 | 22,06 | 19,34 |

4.2 Pengolahan Data

Pada bagian ini, data penelitian mengenai waktu proses akan diolah menggunakan metode SPT (metode perusahaan) dan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) yang nantinya dari hasil kedua metode tersebut akan dilakukan analisa untuk menentukan pendekatan mana yang lebih baik.

Sebelum dilakukan perhitungan menggunakan metode CDS perlu dihitung terlebih dahulu total waktu proses setiap *Job* pada setiap stasiun kerja menggunakan

data waktu proses pada tabel 4.4, data jumlah pesanan pada tabel 4.1, dan data kapasitas mesin pada tabel 4.2. Perhitungan total waktu proses pesanan dipengaruhi oleh waktu proses, jumlah pesanan, dan kapasitas setiap proses. Contoh perhitungan total waktu proses *Job A* pada stasiun kerja satu (SK 1) sebagai berikut.

$$\text{Total Waktu Proses} = \frac{\text{waktu siklus} \times \text{jumlah pesanan}}{\text{kapasitas per proses}}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Waktu proses} &= \frac{54,31 \text{ menit} \times 1}{1} \\ &= 54,31 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4. 5 Data Total Waktu Proses 12 *Job*

| Pengukuran | Stasiun Kerja (Menit) | | | | | | | | |
|--------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| <i>Job A</i> | 54,31 | 30,53 | 58,12 | 87,34 | 59,26 | 66,19 | 74,43 | 117,06 | 43,57 |
| <i>Job B</i> | 42,92 | 19,14 | 36,78 | 92,18 | 68,16 | 186,3 | 162,12 | 112,54 | 104,62 |
| <i>Job C</i> | 199,92 | 215,04 | 366,38 | 603,82 | 299,46 | 676,62 | 519,96 | 495,46 | 437,92 |
| <i>Job D</i> | 65,38 | 71,54 | 162,82 | 239,82 | 219,24 | 302,68 | 311,78 | 197,47 | 275,52 |
| <i>Job E</i> | 133,92 | 148,56 | 329,28 | 433,44 | 351,36 | 540,24 | 555,96 | 312,48 | 412,8 |
| <i>Job F</i> | 375,18 | 350,46 | 212,16 | 529,74 | 399,42 | 553,02 | 744,96 | 595,38 | 444,12 |
| <i>Job G</i> | 102,24 | 163,17 | 181,98 | 306,63 | 172,26 | 398,79 | 540,81 | 198,09 | 390,06 |
| <i>Job H</i> | 341,6 | 206,3 | 337,65 | 517,35 | 390,3 | 585,95 | 581,4 | 470,4 | 275,6 |
| <i>Job I</i> | 65,52 | 66,64 | 160,48 | 290,48 | 299,44 | 393,84 | 330,88 | 363,12 | 274,16 |
| <i>Job J</i> | 83,07 | 93,24 | 209,97 | 346,41 | 371,61 | 379,26 | 408,69 | 415,62 | 363,24 |
| <i>Job K</i> | 96,96 | 90,48 | 270,84 | 365,76 | 388,32 | 534,24 | 471,6 | 497,28 | 434,04 |
| <i>Job L</i> | 128,94 | 151,62 | 385,14 | 468,93 | 422,52 | 464,73 | 486,78 | 463,26 | 406,14 |

4.2.1 Penjadwalan Perusahaan Saat Ini

CV. Salami Putra dalam menjadwalkan produk yang telah dipesan telah menggunakan metode *Shortest Processing Time*. Urutan pekerjaan yang pertama kali dibuat adalah *Job A*, *Job C*, *Job K*, *Job I*, *Job J*, *Job D*, *Job E*, *Job G*, *Job B*, *Job F*, *Job H*, dan *Job L*, pengurutan tersebut berdasarkan data yang diperoleh pada bulan Januari 2024. Tabel 4.6 terdiri dari tiga bagian terpisah yang saling berkaitan, dan masing-masing bagian berhubungan satu sama lain dengan cara baca dari kolom selesai pada tabel awal ke kolom awal pada tabel selanjutnya. Contoh pembacaan tabel 4.6 pada *Job A* adalah untuk *Job A* pada SK1 waktu mulai dari 0 menit ditambah waktu proses sebesar 54,31 menit sehingga dapat diselesaikan pada menit ke-54,31, begitu seterusnya. Lalu untuk *Job C* pada SK1, waktu pengerjaan dapat dilakukan setelah proses pada *Job A* pada SK1 (proses sebelumnya) selesai, yaitu pada menit ke-54,31, lalu ditambahkan dengan waktu proses sebesar 199,92 menit, dapat diselesaikan pada menit ke-254,23. Untuk *Job C* pada SK2 dapat

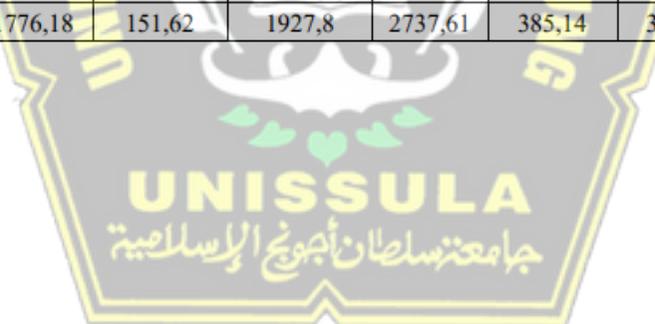
dimulai Ketika *Job C* pada SK1 telah selesai yaitu pada menit ke-254,23, waktu tersebut ditentukan dengan catatan waktu proses *Job A* pada SK2 (proses sebelumnya) harus selesai terlebih dahulu, jika *Job A* pada SK2 (proses sebelumnya) belum selesai, maka waktu mulai *Job C* pada SK2 mengikuti waktu selesai *Job A* pada SK2 (proses sebelumnya), begitu seterusnya. Setelah ditentukan waktu mulai pada *Job C* pada SK2, kemudian ditambahkan dengan waktu proses sebesar 215,04 menit sehingga dapat diselesaikan pada menit ke-469,27.

Dari kolom SK2, pada waktu penyelesaian *Job A* dengan waktu mulai *Job C* terdapat *Idle Time* (waktu menganggur) sebesar 169,39 menit, hal tersebut dikarenakan waktu mulai pada *Job C* SK2 mengikuti waktu selesai *Job C* pada SK1, sedangkan waktu selesai *Job A* pada SK2 (proses sebelumnya) sudah selesai terlebih dahulu.

Untuk mengetahui total hari yang dibutuhkan untuk menyelesaikan keseluruhan produk pada pesanan bulan Januari 2024 perlu dilakukan konversi waktu dari hasil perhitungan tabel 4.6 (satuan waktu menit) menjadi satuan hari, untuk mengkonversi menjadi satuan hari, langkah pertama yang dilakukan adalah dengan mengkonversi hasil perhitungan tabel (satuan waktu menit) menjadi satuan waktu jam, Langkah selanjutnya adalah dengan membagi hasil konversi satuan waktu jam tersebut dengan tujuh jam, hal tersebut dikarenakan waktu proses produksi pada CV. Salami putra beroperasi selama tujuh jam dalam sehari.

Tabel 4. 6 Perhitungan *Makespan* Perusahaan Saat Ini

| Job | SK 1 (menit) | | | SK 2 (menit) | | | SK 3 (menit) | | | SK 4 (menit) | | |
|-----|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|
| | MULAI | PROSES | SELESAI |
| A | 0 | 54,31 | 54,31 | 54,31 | 30,53 | 84,84 | 84,84 | 58,12 | 142,96 | 142,96 | 87,34 | 230,3 |
| C | 54,31 | 199,92 | 254,23 | 254,23 | 215,04 | 469,27 | 469,27 | 366,38 | 835,65 | 835,65 | 603,82 | 1439,47 |
| K | 254,23 | 96,96 | 351,19 | 469,27 | 90,48 | 559,75 | 835,65 | 270,84 | 1106,49 | 1439,47 | 365,76 | 1805,23 |
| I | 351,19 | 65,52 | 416,71 | 559,75 | 66,64 | 626,39 | 1106,49 | 160,48 | 1266,97 | 1805,23 | 290,48 | 2095,71 |
| J | 416,71 | 83,07 | 499,78 | 626,39 | 93,24 | 719,63 | 1266,97 | 209,97 | 1476,94 | 2095,71 | 346,41 | 2442,12 |
| D | 499,78 | 65,38 | 565,16 | 719,63 | 71,54 | 791,17 | 1476,94 | 162,82 | 1639,76 | 2442,12 | 239,82 | 2681,94 |
| E | 565,16 | 133,92 | 699,08 | 791,17 | 148,56 | 939,73 | 1639,76 | 329,28 | 1969,04 | 2681,94 | 433,44 | 3115,38 |
| G | 699,08 | 102,24 | 801,32 | 939,73 | 163,17 | 1102,9 | 1969,04 | 181,98 | 2151,02 | 3115,38 | 306,63 | 3422,01 |
| B | 801,32 | 42,92 | 844,24 | 1102,9 | 19,14 | 1122,04 | 2151,02 | 36,78 | 2187,8 | 3422,01 | 92,18 | 3514,19 |
| F | 844,24 | 375,18 | 1219,42 | 1219,42 | 350,46 | 1569,88 | 2187,8 | 212,16 | 2399,96 | 3514,19 | 529,74 | 4043,93 |
| H | 1219,42 | 341,6 | 1561,02 | 1569,88 | 206,3 | 1776,18 | 2399,96 | 337,65 | 2737,61 | 4043,93 | 517,35 | 4561,28 |
| L | 1561,02 | 128,94 | 1689,96 | 1776,18 | 151,62 | 1927,8 | 2737,61 | 385,14 | 3122,75 | 4561,28 | 468,93 | 5030,21 |



| SK 5 (menit) | | | SK 6 (menit) | | | SK 7 (menit) | | | SK 8 (menit) | | | SK 9 (menit) | | |
|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|
| MULAI | PROSES | SELESAI |
| 230,3 | 59,26 | 289,56 | 289,56 | 66,19 | 355,75 | 355,75 | 74,43 | 430,18 | 430,18 | 117,06 | 547,24 | 547,24 | 43,57 | 590,81 |
| 1439,47 | 299,46 | 1738,93 | 1738,93 | 676,62 | 2415,55 | 2415,55 | 519,96 | 2935,51 | 2935,51 | 495,46 | 3430,97 | 3430,97 | 437,92 | 3868,89 |
| 1805,23 | 388,32 | 2193,55 | 2415,55 | 534,24 | 2949,79 | 2949,79 | 471,6 | 3421,39 | 3430,97 | 497,28 | 3928,25 | 3928,25 | 434,04 | 4362,29 |
| 2193,55 | 299,44 | 2492,99 | 2949,79 | 393,84 | 3343,63 | 3421,39 | 330,88 | 3752,27 | 3928,25 | 363,12 | 4291,37 | 4362,29 | 274,16 | 4636,45 |
| 2492,99 | 371,61 | 2864,6 | 3343,63 | 379,26 | 3722,89 | 3752,27 | 408,69 | 4160,96 | 4291,37 | 415,62 | 4706,99 | 4706,99 | 363,24 | 5070,23 |
| 2864,6 | 219,24 | 3083,84 | 3722,89 | 302,68 | 4025,57 | 4160,96 | 311,78 | 4472,74 | 4706,99 | 197,47 | 4904,46 | 5070,23 | 275,52 | 5345,75 |
| 3115,38 | 351,36 | 3466,74 | 4025,57 | 540,24 | 4565,81 | 4565,81 | 555,96 | 5121,77 | 5121,77 | 312,48 | 5434,25 | 5434,25 | 412,8 | 5847,05 |
| 3466,74 | 172,26 | 3639 | 4565,81 | 398,79 | 4964,6 | 5121,77 | 540,81 | 5662,58 | 5662,58 | 198,09 | 5860,67 | 5860,67 | 390,06 | 6250,73 |
| 3639 | 68,16 | 3707,16 | 4964,6 | 186,3 | 5150,9 | 5662,58 | 162,12 | 5824,7 | 5860,67 | 112,54 | 5973,21 | 6250,73 | 104,62 | 6355,35 |
| 4043,93 | 399,42 | 4443,35 | 5150,9 | 553,02 | 5703,92 | 5824,7 | 744,96 | 6569,66 | 6569,66 | 595,38 | 7165,04 | 7165,04 | 444,12 | 7609,16 |
| 4561,28 | 390,3 | 4951,58 | 5703,92 | 585,95 | 6289,87 | 6569,66 | 581,4 | 7151,06 | 7165,04 | 470,4 | 7635,44 | 7635,44 | 275,6 | 7911,04 |
| 5030,21 | 422,52 | 5452,73 | 6289,87 | 464,73 | 6754,6 | 7151,06 | 486,78 | 7637,84 | 7637,84 | 463,26 | 8101,1 | 8101,1 | 406,14 | 8507,24 |

CV. Salami Putra pada Januari 2024, urutan pekerjaan yang diterapkan oleh pihak perusahaan adalah A-C-K-I-J-D-E-G-B-F-H-L. Perusahaan memiliki *Makespan* sebesar 8507,24 menit, atau 20,25 hari kerja, atau 21 hari kerja



4.2.2 Penjadwalan dengan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS)

Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) pada penelitian ini digunakan untuk memberi aturan dua belas pekerjaan pada sembilan stasiun kerja. Untuk menentukan jumlah iterasi pada metode CDS menggunakan rumus $k = m-1$, dimana m merupakan total stasiun kerja. CV. Salami Putra memiliki sembilan stasiun kerja, maka:

$$k = m-1$$

$$k = 9-1$$

$$k = 8$$

Dari hasil perhitungan menggunakan rumus diatas, dapat ditentukan jumlah iterasi yang akan dilakukan adalah delapan iterasi, data total waktu proses produksi 12 *Job* tertera pada tabel 4.5. Berikut ini merupakan penentuan urutan pengerjaan *Job* menggunakan delapan iterasi.

1. Iterasi 1

Iterasi pertama (k_1) diawali dengan menentukan $t_{i,1}^1$ dan $t_{i,2}^1$. Untuk $t_{i,1}^1$ diambil dari waktu proses t_1 dan $t_{i,2}^1$ diambil dari waktu proses t_9 .

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

$$t_{i,1}^1 = t_{i,1}(\text{SK1})$$

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

$$t_{i,2}^1 = t_{i,9}(\text{SK2})$$

Tabel 4. 7 Iterasi 1 CDS

| <i>Job</i> | Waktu Proses (menit) | |
|------------|----------------------|-----------|
| | t1 | t9 |
| A | 54,31 | 43,57 |
| B | 42,92 | 104,62 |
| C | 199,92 | 437,92 |
| D | 65,38 | 275,52 |
| E | 133,92 | 412,8 |
| F | 375,18 | 444,12 |
| G | 102,24 | 390,06 |
| H | 341,6 | 275,6 |
| I | 65,52 | 274,16 |
| J | 83,07 | 363,24 |
| K | 96,96 | 434,04 |

| | | |
|----------|--------|--------|
| L | 128,94 | 406,14 |
|----------|--------|--------|

Job diurutkan berdasarkan nilai $t_{i,1}^1$ dan $t_{i,2}^1$. Jika waktu minimum diperoleh pada mesin pertama, tugas ditempatkan di awal deret penjadwalan, dan jika waktu minimum diperoleh pada mesin kedua, tugas ditempatkan di posisi akhir deret penjadwalan. Pengurutan *job* dimulai dengan nilai waktu proses terkecil hingga terbesar.

Tabel 4. 8 Pengurutan *Job*

| Urutan | Waktu Proses (menit) | Keterangan |
|--------|----------------------|---|
| 1 | 42,92 | Urutan pertama (terletak pada $t_{i,1}$) yaitu <i>Job</i> B |
| 2 | 43,57 | Urutan keduabelas (terletak pada $t_{i,9}$) yaitu <i>Job</i> A |
| 3 | 54,31 | <i>Job</i> sudah dipilih |
| 4 | 65,38 | Urutan kedua (terletak pada $t_{i,1}$) yaitu <i>Job</i> D |
| 5 | 65,52 | Urutan ketiga (terletak pada $t_{i,1}$) yaitu <i>Job</i> I |
| 6 | 83,07 | Urutan keempat (terletak pada $t_{i,1}$) yaitu <i>Job</i> J |
| 7 | 96,96 | Urutan kelima (terletak pada $t_{i,1}$) yaitu <i>Job</i> K |
| 8 | 102,24 | Urutan keenam (terletak pada $t_{i,1}$) yaitu <i>Job</i> G |
| 9 | 104,62 | <i>Job</i> sudah dipilih |
| 10 | 128,94 | Urutan ketujuh (terletak pada $t_{i,1}$) yaitu <i>Job</i> L |
| 11 | 133,92 | Urutan kedelapan (terletak pada $t_{i,1}$) yaitu <i>Job</i> E |
| 12 | 199,92 | Urutan kesembilan (terletak pada $t_{i,1}$) yaitu <i>Job</i> C |
| 13 | 274,16 | <i>Job</i> sudah dipilih |
| 14 | 275,52 | <i>Job</i> sudah dipilih |
| 15 | 275,6 | Urutan kesebelas (terletak pada $t_{i,9}$) yaitu <i>Job</i> H |
| 16 | 341,6 | <i>Job</i> sudah dipilih |
| 17 | 363,24 | <i>Job</i> sudah dipilih |
| 18 | 375,18 | Urutan kesepuluh (terletak pada $t_{i,1}$) yaitu <i>Job</i> F |
| 19 | 390,06 | <i>Job</i> sudah dipilih |
| 20 | 406,14 | <i>Job</i> sudah dipilih |
| 21 | 412,8 | <i>Job</i> sudah dipilih |
| 22 | 434,04 | <i>Job</i> sudah dipilih |
| 23 | 437,92 | <i>Job</i> sudah dipilih |

| | | |
|----|--------|-------------------|
| 24 | 444,12 | Job sudah dipilih |
|----|--------|-------------------|

Dari keterangan tabel diatas, maka diperoleh urutan *Job* B-D-I-J-K-G-L-E-C-F-H-A.

2. Iterasi 2

Pada iterasi kedua (k2) dimulai dari menentukan $t_{i,1}^2$ dan $t_{i,2}^2$. Penentuan $t_{i,1}^2$ adalah dari waktu proses $t_1 + t_2$ dan $t_{i,2}^2$ adalah dari waktu proses $t_9 + t_8$.

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

$$t_{i,1}^2 = t_{i,1}(\text{SK1}) + t_{i,2}(\text{SK2})$$

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

$$t_{i,2}^2 = t_{i,9}(\text{SK9}) + t_{i,8}(\text{SK8})$$

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

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

$$t_{i,1}^2 = 54,31 + 30,53$$

$$t_{i,1}^2 = 84,84$$

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

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

$$t_{i,2}^2 = 43,57 + 117,06$$

$$t_{i,2}^2 = 160,63$$

Tabel 4. 9 Iterasi 2 CDS

| <i>Job</i> | Waktu Proses (menit) | |
|------------|----------------------|--------|
| | t1+t2 | t9+t8 |
| A | 84,84 | 160,63 |
| B | 62,06 | 217,16 |
| C | 414,96 | 933,38 |
| D | 136,92 | 472,99 |
| E | 282,48 | 725,28 |
| F | 725,64 | 1039,5 |
| G | 265,41 | 588,15 |
| H | 547,9 | 746 |
| I | 132,16 | 637,28 |
| J | 176,31 | 778,86 |
| K | 187,44 | 931,32 |
| L | 280,56 | 869,4 |

Pada iterasi kedua diperoleh urutan *Job* B-A-I-D-J-K-G-L-E-C-H-F

3. Iterasi 3

Pada iterasi ketiga (k3) dimulai dari menentukan $t_{i,1}^3$ dan $t_{i,2}^3$. Penentuan $t_{i,1}^3$ adalah dari waktu proses $t_1+t_2+t_3$ dan $t_{i,2}^3$ adalah dari waktu proses $t_9+t_8+t_7$.

Tabel 4. 10 Iterasi 3 CDS

| <i>Job</i> | Waktu Proses (menit) | |
|------------|----------------------|---------------|
| | $t_1+t_2+t_3$ | $t_9+t_8+t_7$ |
| A | 142,96 | 235,06 |
| B | 98,84 | 379,28 |
| C | 781,34 | 1453,34 |
| D | 299,74 | 784,77 |
| E | 611,76 | 1281,24 |
| F | 937,8 | 1784,46 |
| G | 447,39 | 1128,96 |
| H | 885,55 | 1327,4 |
| I | 292,64 | 968,16 |
| J | 386,28 | 1187,55 |
| K | 458,28 | 1402,92 |
| L | 665,7 | 1356,18 |

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

4. Iterasi 4

Pada iterasi keempat (k4) dimulai dari menentukan $t_{i,1}^4$ dan $t_{i,2}^4$. Penentuan $t_{i,1}^4$ adalah dari waktu proses $t_1+t_2+t_3+t_4$ dan $t_{i,2}^4$ adalah dari waktu proses $t_9+t_8+t_7+t_6$.

Tabel 4. 11 Iterasi 4 CDS

| <i>Job</i> | Waktu Proses (menit) | |
|------------|----------------------|-------------------|
| | $t_1+t_2+t_3+t_4$ | $t_9+t_8+t_7+t_6$ |
| A | 230,3 | 301,25 |
| B | 191,02 | 565,58 |
| C | 1385,16 | 2129,96 |
| D | 539,56 | 1087,45 |
| E | 1045,2 | 1821,48 |
| F | 1467,54 | 2337,48 |
| G | 754,02 | 1527,75 |
| H | 1402,9 | 1913,35 |
| I | 583,12 | 1362 |
| J | 732,69 | 1566,81 |
| K | 824,04 | 1937,16 |

| | | |
|----------|---------|---------|
| L | 1134,63 | 1820,91 |
|----------|---------|---------|

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

5. Iterasi 5

Pada iterasi kelima (k5) dimulai dari menentukan $t_{i,1}^5$ dan $t_{i,2}^5$. Penentuan $t_{i,1}^5$ adalah dari waktu proses $t_1+t_2+t_3+t_4+t_5$ dan $t_{i,2}^5$ adalah dari waktu proses $t_9+t_8+t_7+t_6+t_5$.

Tabel 4. 12 Iterasi 5 CDS

| <i>Job</i> | Waktu Proses (menit) | |
|------------|-----------------------|-----------------------|
| | $t_1+t_2+t_3+t_4+t_5$ | $t_9+t_8+t_7+t_6+t_5$ |
| A | 289,56 | 360,51 |
| B | 259,18 | 633,74 |
| C | 1684,62 | 2429,42 |
| D | 758,8 | 1306,69 |
| E | 1396,56 | 2172,84 |
| F | 1866,96 | 2736,9 |
| G | 926,28 | 1700,01 |
| H | 1793,2 | 2303,65 |
| I | 882,56 | 1661,44 |
| J | 1104,3 | 1938,42 |
| K | 1212,36 | 2325,48 |
| L | 1557,15 | 2243,43 |

Pada iterasi kelima diperoleh urutan *Job* B-A-D-I-G-J-K-E-L-C-H-F

6. Iterasi 6

Pada iterasi keenam (k6) dimulai dari menentukan $t_{i,1}^6$ dan $t_{i,2}^6$. Penentuan $t_{i,1}^6$ adalah dari waktu proses $t_1+t_2+t_3+t_4+t_5+t_6$ dan $t_{i,2}^6$ adalah dari waktu proses $t_9+t_8+t_7+t_6+t_5+t_4$.

Tabel 4. 13 Iterasi 6 CDS

| <i>Job</i> | Waktu Proses (menit) | |
|------------|---------------------------|---------------------------|
| | $t_1+t_2+t_3+t_4+t_5+t_6$ | $t_9+t_8+t_7+t_6+t_5+t_4$ |
| A | 355,75 | 447,85 |
| B | 445,48 | 725,92 |
| C | 2361,24 | 3033,24 |
| D | 1061,48 | 1546,51 |
| E | 1936,8 | 2606,28 |
| F | 2419,98 | 3266,64 |
| G | 1325,07 | 2006,64 |
| H | 2379,15 | 2821 |
| I | 1276,4 | 1951,92 |

| | | |
|----------|---------|---------|
| J | 1483,56 | 2284,83 |
| K | 1746,6 | 2691,24 |
| L | 2021,88 | 2712,36 |

Pada iterasi keenam didapatkan urutan *Job* A-B-D-I-G-J-K-E-L-C-H-F

7. Iterasi 7

Pada iterasi ketujuh (k7) dimulai dari ditentukannya $t_{i,1}^7$ dan $t_{i,2}^7$. Penentuan $t_{i,1}^7$ adalah dari waktu proses $t_1+t_2+t_3+t_4+t_5+t_6+t_7$ dan $t_{i,2}^7$ adalah dari waktu proses $t_9+t_8+t_7+t_6+t_5+t_4+t_3$.

Tabel 4. 14 Iterasi 7 CDS

| <i>Job</i> | Waktu Proses (menit) | |
|------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | $t_1+t_2+t_3+t_4+t_5+t_6+t_7$ | $t_9+t_8+t_7+t_6+t_5+t_4+t_3$ |
| A | 430,18 | 505,97 |
| B | 607,6 | 762,7 |
| C | 2881,2 | 3399,62 |
| D | 1373,26 | 1709,33 |
| E | 2492,76 | 2935,56 |
| F | 3164,94 | 3478,8 |
| G | 1865,88 | 2188,62 |
| H | 2960,55 | 3158,65 |
| I | 1607,28 | 2112,4 |
| J | 1892,25 | 2494,8 |
| K | 2218,2 | 2962,08 |
| L | 2508,66 | 3097,5 |

Pada iterasi ketujuh didapatkan urutan *Job* A-B-D-I-G-J-K-E-L-C-H-F

8. Iterasi 8

Pada iterasi kedelapan (k8) dimulai dari menentukan $t_{i,1}^8$ dan $t_{i,2}^8$. Penentuan $t_{i,1}^8$ adalah dari waktu proses $t_1+t_2+t_3+t_4+t_5+t_6+t_7+t_8$ dan $t_{i,2}^8$ adalah dari waktu proses $t_9+t_8+t_7+t_6+t_5+t_4+t_3+t_2$.

Tabel 4. 15 Iterasi 8 CDS

| <i>Job</i> | Waktu Proses (menit) | |
|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | $t_1+t_2+t_3+t_4+t_5+t_6+t_7+t_8$ | $t_9+t_8+t_7+t_6+t_5+t_4+t_3+t_2$ |
| A | 547,24 | 536,5 |
| B | 720,14 | 781,84 |
| C | 3376,66 | 3614,66 |
| D | 1570,73 | 1780,87 |
| E | 2805,24 | 3084,12 |

| | | |
|----------|---------|---------|
| F | 3760,32 | 3829,26 |
| G | 2063,97 | 2351,79 |
| H | 3430,95 | 3364,95 |
| I | 1970,4 | 2179,04 |
| J | 2307,87 | 2588,04 |
| K | 2715,48 | 3052,56 |
| L | 2971,92 | 3249,12 |

Pada iterasi kedelapan diperoleh urutan *Job* B-D-I-G-J-K-E-L-C-F-H-A

Dari hasil pengolahan delapan iterasi diatas, urutan *Job* dapat ditentukan seperti pada tabel dibawah ini..

Tabel 4. 16 Urutan *Job* Perhitungan Metode CDS

| Iterasi | Urutan <i>Job</i> | <i>Makespan</i> (menit) |
|----------------|--------------------------|--------------------------------|
| 1 | B-D-I-J-K-G-L-E-C-F-H-A | 7340,77 |
| 2 | B-A-I-D-J-K-G-L-E-C-H-F | 7626,77 |
| 3 | B-A-I-D-J-G-K-E-L-C-H-F | 7626,77 |
| 4 | B-A-D-I-J-G-K-E-L-C-H-F | 7641,77 |
| 5 | B-A-D-I-G-J-K-E-L-C-H-F | 7581,77 |
| 6 | A-B-D-I-G-J-K-E-L-C-H-F | 7581,77 |
| 7 | A-B-D-I-G-J-K-E-L-C-H-F | 7581,77 |
| 8 | B-D-I-G-J-K-E-L-C-F-H-A | 7291,63 |

Berdasarkan urutan *Job* hasil perhitungan metode CDS diketahui iterasi dengan nilai *Makespan* terkecil adalah iterasi kedelapan dengan urutan *Job* B-D-I-G-J-K-E-L-C-F-H-A dan memiliki *Makespan* sebesar 7291,63 menit. Berikut merupakan tabel perhitungan *Makespan* metode CDS.

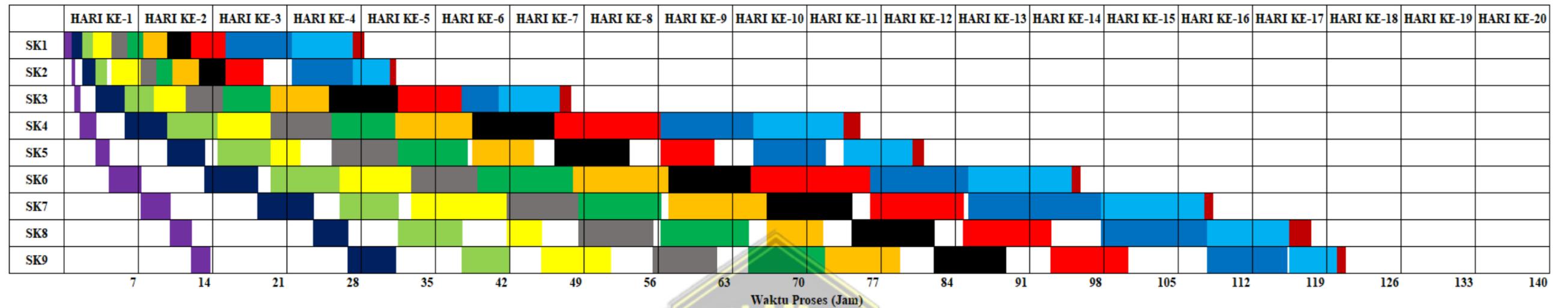
Tabel 4. 17 Perhitungan *Makespan* Metode CDS

| <i>Job</i> | SK 1 (menit) | | | SK 2 (menit) | | | SK 3 (menit) | | | SK 4 (menit) | | |
|------------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|
| | MULAI | PROSES | SELESAI |
| B | 0 | 42,92 | 42,92 | 42,92 | 19,14 | 62,06 | 62,06 | 36,78 | 98,84 | 98,84 | 92,18 | 191,02 |
| D | 42,92 | 65,38 | 108,3 | 108,3 | 71,54 | 179,84 | 179,84 | 162,82 | 342,66 | 342,66 | 239,82 | 582,48 |
| I | 108,3 | 65,52 | 173,82 | 179,84 | 66,64 | 246,48 | 342,66 | 160,48 | 503,14 | 582,48 | 290,48 | 872,96 |
| G | 173,82 | 102,24 | 276,06 | 276,06 | 163,17 | 439,23 | 503,14 | 181,98 | 685,12 | 872,96 | 306,63 | 1179,59 |
| J | 276,06 | 83,07 | 359,13 | 439,23 | 93,24 | 532,47 | 685,12 | 209,97 | 895,09 | 1179,59 | 346,41 | 1526 |
| K | 359,13 | 96,96 | 456,09 | 532,47 | 90,48 | 622,95 | 895,09 | 270,84 | 1165,93 | 1526 | 365,76 | 1891,76 |
| E | 456,09 | 133,92 | 590,01 | 622,95 | 148,56 | 771,51 | 1165,93 | 329,28 | 1495,21 | 1891,76 | 433,44 | 2325,2 |
| L | 590,01 | 128,94 | 718,95 | 771,51 | 151,62 | 923,13 | 1495,21 | 385,14 | 1880,35 | 2325,2 | 468,93 | 2794,13 |
| C | 718,95 | 199,92 | 918,87 | 923,13 | 215,04 | 1138,17 | 1880,35 | 366,38 | 2246,73 | 2794,13 | 603,82 | 3397,95 |
| F | 918,87 | 375,18 | 1294,05 | 1294,05 | 350,46 | 1644,51 | 2246,73 | 212,16 | 2458,89 | 3397,95 | 529,74 | 3927,69 |
| H | 1294,05 | 341,6 | 1635,65 | 1644,51 | 206,3 | 1850,81 | 2458,89 | 337,65 | 2796,54 | 3927,69 | 517,35 | 4445,04 |
| A | 1635,65 | 54,31 | 1689,96 | 1850,81 | 30,53 | 1881,34 | 2796,54 | 58,12 | 2854,66 | 4445,04 | 87,34 | 4532,38 |

| SK 5 (menit) | | | SK 6 (menit) | | | SK 7 (menit) | | | SK 8 (menit) | | | SK 9 (menit) | | |
|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|
| MULAI | PROSES | SELESAI |
| 191,02 | 68,16 | 259,18 | 259,18 | 186,3 | 445,48 | 445,48 | 162,12 | 607,6 | 607,6 | 112,54 | 720,14 | 720,14 | 104,62 | 824,76 |
| 582,48 | 219,24 | 801,72 | 801,72 | 302,68 | 1104,4 | 1104,4 | 311,78 | 1416,18 | 1416,18 | 197,47 | 1613,65 | 1613,65 | 275,52 | 1889,17 |
| 872,96 | 299,44 | 1172,4 | 1172,4 | 393,84 | 1566,24 | 1566,24 | 330,88 | 1897,12 | 1897,12 | 363,12 | 2260,24 | 2260,24 | 274,16 | 2534,4 |
| 1179,59 | 172,26 | 1351,85 | 1566,24 | 398,79 | 1965,03 | 1965,03 | 540,81 | 2505,84 | 2505,84 | 198,09 | 2703,93 | 2703,93 | 390,06 | 3093,99 |
| 1526 | 371,61 | 1897,61 | 1965,03 | 379,26 | 2344,29 | 2505,84 | 408,69 | 2914,53 | 2914,53 | 415,62 | 3330,15 | 3330,15 | 363,24 | 3693,39 |
| 1897,61 | 388,32 | 2285,93 | 2344,29 | 534,24 | 2878,53 | 2914,53 | 471,6 | 3386,13 | 3386,13 | 497,28 | 3883,41 | 3883,41 | 434,04 | 4317,45 |
| 2325,2 | 351,36 | 2676,56 | 2878,53 | 540,24 | 3418,77 | 3418,77 | 555,96 | 3974,73 | 3974,73 | 312,48 | 4287,21 | 4317,45 | 412,8 | 4730,25 |
| 2794,13 | 422,52 | 3216,65 | 3418,77 | 464,73 | 3883,5 | 3974,73 | 486,78 | 4461,51 | 4461,51 | 463,26 | 4924,77 | 4924,77 | 406,14 | 5330,91 |
| 3397,95 | 299,46 | 3697,41 | 3883,5 | 676,62 | 4560,12 | 4560,12 | 519,96 | 5080,08 | 5080,08 | 495,46 | 5575,54 | 5575,54 | 437,92 | 6013,46 |
| 3927,69 | 399,42 | 4327,11 | 4560,12 | 553,02 | 5113,14 | 5113,14 | 744,96 | 5858,1 | 5858,1 | 595,38 | 6453,48 | 6453,48 | 444,12 | 6897,6 |
| 4445,04 | 390,3 | 4835,34 | 5113,14 | 585,95 | 5699,09 | 5858,1 | 581,4 | 6439,5 | 6453,48 | 470,4 | 6923,88 | 6923,88 | 275,6 | 7199,48 |
| 4835,34 | 59,26 | 4894,6 | 5699,09 | 66,19 | 5765,28 | 6439,5 | 74,43 | 6513,93 | 6923,88 | 117,06 | 7040,94 | 7199,48 | 43,57 | 7243,05 |

Menurut hasil perhitungan penjadwalan produksi menggunakan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS), urutan terbaik adalah *Job B-D-I-G-J-K-E-L-C-F-H-A*. Hasil perhitungan ini menghasilkan *Makespan* sebesar 7243,05 menit, setara dengan 17,24 hari kerja atau 18 hari kerja. Selanjutnya, *Gantt Chart* akan dibuat untuk menunjukkan hasil penjadwalan terbaik dan memudahkan pemahaman oleh pihak perusahaan serta digunakan sebagai acuan untuk proses produksi berikutnya

Tabel 4.18 Gantt Chart Usulan Metode CDS



Keterangan:

- A =
- B =
- C =
- D =
- E =
- F =
- G =
- H =
- I =
- J =
- K =
- L =

Dari hasil Gantt Chart Usulan Metode CDS diatas, sudah sesuai dengan waktu pengadaan aksesoris tambahan. Contohnya pada Job Standing Mirror 150x50 cm yang memerlukan aksesoris cermin kaca pada proses perakitan tepatnya pada hari ketujuh proses produksi, aksesoris tersebut sudah tersedia pada hari pertama proses produksi. Job Alana Wardrobe 3 Pintu yang memerlukan aksesoris cermin kaca pada proses perakitan tepatnya pada hari ketiga belas proses produksi, aksesoris tersebut sudah tersedia pada hari pertama proses produksi. Job Custom Bako Arm Chair yang memerlukan aksesoris alas bantal pada proses perakitan tepatnya pada hari ketujuh belas proses produksi, aksesoris tersebut sudah tersedia pada hari ketiga proses produksi.

4.3 Analisis dan Interpretasi

Berikut ini adalah analisis penjadwalan produksi perusahaan dan penjadwalan produksi metode *Campbell Dudek Smith* (CDS).

4.3.1 Analisis Metode Perusahaan *Shortest Processing Time* (SPT)

Penjadwalan produksi pada CV. Salami Putra menggunakan metode *Shortest Processing Time* (SPT), yang memprioritaskan penyelesaian proses produksi berdasarkan waktu proses terpendek. Pada kenyataannya penerapan tersebut tidak sepenuhnya berjalan dengan optimal dikarenakan tidak adanya perhitungan waktu produksi yang pasti, hanya menggunakan perkiraan saja dari pihak perusahaan. Berdasarkan kondisi aktual perusahaan pada bulan Januari 2024, perusahaan menjadwalkan urutan *Job A- C-K- I- J- D- E-G-B-F-H-L*. Pada pesanan Januari 2024, perusahaan dan *Reseller* setuju untuk menetapkan waktu produksi selama 18 hari kerja. Setelah perhitungan proses produksi dilakukan menggunakan metode *Shortest Processing Time* (SPT) menghasilkan *Makespan* sebesar 8507,24 menit, atau 20,25 hari kerja, atau 21 hari kerja. Hal tersebut membuat terjadinya keterlambatan pengiriman sesuai dengan waktu yang telah disepakati. Perhitungan waktu proses produksi perusahaan juga memberikan informasi mengenai *idle time* stasiun kerja perusahaan.

Tabel 4. 19 *Idle Time* Stasiun Kerja dengan Metode *Shortest Processing Time* (SPT)

| No | Stasiun Kerja | <i>Idle Time</i> (menit) |
|--------|---------------|--------------------------|
| 1 | SK1 | 0 |
| 2 | SK2 | 266,77 |
| 3 | SK3 | 326,31 |
| 4 | SK4 | 605,35 |
| 5 | SK5 | 1781,08 |
| 6 | SK6 | 1383,18 |
| 7 | SK7 | 2092,72 |
| 8 | SK8 | 3432,76 |
| 9 | SK9 | 4098,21 |
| Jumlah | | 13986,38 |

Nilai *Idle Time* dengan metode *Shortest Processing Time* (SPT) diperoleh dari tabel *Makespan* perusahaan (tabel 4.6) dengan mengurangi waktu mulai *Job* dengan waktu selesai pada *Job* sebelumnya. Pada stasiun kerja 1 tidak ada *Idle*

Time, stasiun kerja 2 mempunyai jumlah *Idle Time* sebesar 266,77 menit, stasiun kerja 3 mempunyai jumlah *Idle Time* sebesar 326,31 menit, stasiun kerja 4 mempunyai jumlah *Idle Time* sebesar 605,35 menit, stasiun kerja 5 mempunyai jumlah *Idle Time* sebesar 1781,08 menit, stasiun kerja 6 mempunyai jumlah *Idle Time* sebesar 1383,18 menit, stasiun kerja 7 mempunyai jumlah *Idle Time* sebesar 2092,72 menit, stasiun kerja 8 mempunyai jumlah *Idle Time* sebesar 3432,76 menit, stasiun kerja 9 mempunyai jumlah *Idle Time* sebesar 4098,21 menit. Total *Idle Time* perusahaan dengan menggunakan metode *Shortest Processing Time* (SPT) adalah 13986,38 menit.

4.3.2 Analisis Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS)

Untuk mengatasi masalah keterlambatan waktu proses produksi, metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) membagi keseluruhan mesin ke dalam dua kelompok. Pilihan urutan *Job* dengan metode ini adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 20 Pilihan Urutan *Job* dengan Metode CDS

| Iterasi | Urutan <i>Job</i> | <i>Makespan</i> (menit) |
|-----------|-------------------------|-------------------------|
| Iterasi 1 | B-D-I-J-K-G-L-E-C-F-H-A | 7340,77 |
| Iterasi 2 | B-A-I-D-J-K-G-L-E-C-H-F | 7626,77 |
| Iterasi 3 | B-A-I-D-J-G-K-E-L-C-H-F | 7626,77 |
| Iterasi 4 | B-A-D-I-J-G-K-E-L-C-H-F | 7641,77 |
| Iterasi 5 | B-A-D-I-G-J-K-E-L-C-H-F | 7581,77 |
| Iterasi 6 | A-B-D-I-G-J-K-E-L-C-H-F | 7581,77 |
| Iterasi 7 | A-B-D-I-G-J-K-E-L-C-H-F | 7581,77 |
| Iterasi 8 | B-D-I-G-J-K-E-L-C-F-H-A | 7243,05 |

Berdasarkan tabel diatas, dari keseluruhan iterasi yang menghasilkan urutan *Job* dan *Makespan* maka dipilih urutan *Job* dengan *Makespan* terkecil yaitu iterasi 8 dengan urutan *Job* B-D-I-G-J-K-E-L-C-F-H-A yang mempunyai nilai *Makespan* sebesar 7243,05 menit atau 17,24 hari kerja atau 18 hari kerja. Nilai *Idle Time* metode CDS dapat dihitung dari tabel perhitungan *Makespan* metode CDS (tabel 4.18) hasilnya sebagai berikut.

Tabel 4. 21 *Idle Time* Stasiun Kerja dengan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS)

| No | Stasiun Kerja | <i>Idle Time</i> (menit) |
|----|---------------|--------------------------|
| 1 | SK1 | 0 |
| 2 | SK2 | 231,7 |

| | | |
|--------|-----|---------|
| 3 | SK3 | 81 |
| 4 | SK4 | 151,64 |
| 5 | SK5 | 1262,23 |
| 6 | SK6 | 424,24 |
| 7 | SK7 | 879,08 |
| 8 | SK8 | 2195,18 |
| 9 | SK9 | 2661,12 |
| Jumlah | | 7886,19 |

Nilai *Idle Time* metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) didapatkan pada tabel perhitungan *Makespan* metode CDS (tabel 4.18) dengan mengurangi waktu mulai *Job* dengan waktu selesai *Job* sebelumnya. Pada stasiun kerja 1 tidak ada *Idle Time*, stasiun kerja 2 mempunyai jumlah *Idle Time* sebesar 231,7 menit, stasiun kerja 3 mempunyai jumlah *Idle Time* sebesar 81 menit, stasiun kerja 4 mempunyai jumlah *Idle Time* sebesar 151,64 menit, stasiun kerja 5 mempunyai jumlah *Idle Time* sebesar 1262,23 menit, stasiun kerja 6 mempunyai jumlah *Idle Time* sebesar 424,24 menit, stasiun kerja 7 mempunyai jumlah *Idle Time* sebesar 879,08 menit, stasiun kerja 8 mempunyai jumlah *Idle Time* sebesar 2195,18 menit, stasiun kerja 9 mempunyai jumlah *Idle Time* sebesar 2661,12 menit. Total *Idle Time* dengan menggunakan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) adalah 7886,19 menit.

4.3.3 Analisis Waktu Penyelesaian Setiap *Job* Pada Hasil Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS)

Perhitungan *Makespan* menggunakan metode CDS telah menghasilkan urutan *Job* B-D-I-G-J-K-E-L-C-F-H-A yang mempunyai nilai *Makespan* sebesar 7243,05 menit atau 17,24 hari kerja atau 18 hari kerja. Hasil tersebut belum dapat mengetahui waktu penyelesaian setiap *Job* dengan lebih terperinci. Untuk menghitung waktu penyelesaian setiap *Job* dapat dilihat dari waktu paling akhir setiap *Job* (kolom paling kanan setiap *Job*) pada tabel 4.17, lalu dikonversikan menjadi satuan waktu jam, selanjutnya dibagi dengan tujuh jam sesuai dengan jam kerja perusahaan dalam sehari. Berikut merupakan tabel rekapitulasi waktu penyelesaian setiap *Job* sesuai hasil perhitungan metode CDS.

Tabel 4. 22 Waktu Penyelesaian Setiap *Job* Metode CDS

| No. | Nama Item | Kode Item | Waktu Penyelesaian (Jam ke-) | Waktu Penyelesaian (Hari ke-) | Tanggal Penyelesaian |
|-----|----------------------------------|-----------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| 1. | ALANA TV TABLE | A | 120,72 | 18 | 25 Januari 2024 |
| 2. | RAK MIGUNA 6 TINGKAT | B | 13,75 | 2 | 3 Januari 2024 |
| 3. | MEJA CONSOL 2 LACI | C | 100,22 | 15 | 22 Januari 2024 |
| 4. | ONA MIRROR 160x60x58 cm | D | 31,49 | 5 | 8 Januari 2024 |
| 5. | STANDING MIRROR 150x50 cm | E | 78,84 | 12 | 17 Januari 2024 |
| 6. | ONA WARDROBE | F | 114,96 | 17 | 24 Januari 2024 |
| 7. | SALAMI MEJA KERJA 2 LACI NATURAL | G | 51,57 | 8 | 11 Januari 2024 |
| 8. | ALANA WARDROBE 3 PINTU | H | 119,99 | 18 | 25 Januari 2024 |
| 9. | 2x2 DRAWER | I | 42,24 | 7 | 10 Januari 2024 |
| 10. | 1x3 DRAWER | J | 61,56 | 9 | 12 Januari 2024 |
| 11. | 1x2 DRAWER | K | 71,96 | 11 | 16 Januari 2024 |
| 12. | CUSTOM BAKO ARM CHAIR | L | 88,85 | 13 | 18 Januari 2024 |

4.3.4 Analisis *Due Date*

Berikut merupakan tabel Analisis *Due Date* metode SPT (metode perusahaan) dan metode CDS (metode usulan).

Tabel 4. 23 Analisis *Due Date* metode SPT (Metode Perusahaan)

| No. | Nama Item | Kode Item | <i>Due Date</i> | Waktu Selesai | Keterlambatan (Hari) |
|-----|----------------------------------|-----------|-----------------|-----------------|----------------------|
| 1. | ALANA TV TABLE | A | 25 Januari 2024 | 3 Januari 2024 | 0 |
| 2. | RAK MIGUNA 6 TINGKAT | B | 25 Januari 2024 | 23 Januari 2024 | 0 |
| 3. | MEJA CONSOL 2 LACI | C | 25 Januari 2024 | 15 Januari 2024 | 0 |
| 4. | ONA MIRROR 160x60x58 cm | D | 25 Januari 2024 | 18 Januari 2024 | 0 |
| 5. | STANDING MIRROR 150x50 cm | E | 25 Januari 2024 | 19 Januari 2024 | 0 |
| 6. | ONA WARDROBE | F | 25 Januari 2024 | 26 Januari 2024 | 1 |
| 7. | SALAMI MEJA KERJA 2 LACI NATURAL | G | 25 Januari 2024 | 22 Januari 2024 | 0 |
| 8. | ALANA WARDROBE 3 PINTU | H | 25 Januari 2024 | 26 Januari 2024 | 1 |
| 9. | 2x2 DRAWER | I | 25 Januari 2024 | 17 Januari 2024 | 0 |
| 10. | 1x3 DRAWER | J | 25 Januari 2024 | 18 Januari 2024 | 0 |
| 11. | 1x2 DRAWER | K | 25 Januari 2024 | 16 Januari 2024 | 0 |
| 12. | CUSTOM BAKO ARM CHAIR | L | 25 Januari 2024 | 28 Januari 2024 | 3 |

Tabel 4. 24 Analisis *Due Date* metode CDS (Metode Usulan)

| No. | Nama Item | Kode Item | <i>Due Date</i> | Waktu Selesai | Keterlambatan (Hari) |
|------------|----------------------------------|------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------|
| 1. | ALANA TV TABLE | A | 25 Januari 2024 | 25 Januari 2024 | 0 |
| 2. | RAK MIGUNA 6 TINGKAT | B | 25 Januari 2024 | 3 Januari 2024 | 0 |
| 3. | MEJA CONSOL 2 LACI | C | 25 Januari 2024 | 22 Januari 2024 | 0 |
| 4. | ONA MIRROR 160x60x58 cm | D | 25 Januari 2024 | 8 Januari 2024 | 0 |
| 5. | STANDING MIRROR 150x50 cm | E | 25 Januari 2024 | 17 Januari 2024 | 0 |
| 6. | ONA WARDROBE | F | 25 Januari 2024 | 24 Januari 2024 | 0 |
| 7. | SALAMI MEJA KERJA 2 LACI NATURAL | G | 25 Januari 2024 | 11 Januari 2024 | 0 |
| 8. | ALANA WARDROBE 3 PINTU | H | 25 Januari 2024 | 25 Januari 2024 | 0 |
| 9. | 2x2 DRAWER | I | 25 Januari 2024 | 10 Januari 2024 | 0 |
| 10. | 1x3 DRAWER | J | 25 Januari 2024 | 12 Januari 2024 | 0 |
| 11. | 1x2 DRAWER | K | 25 Januari 2024 | 16 Januari 2024 | 0 |
| 12. | CUSTOM BAKO ARM CHAIR | L | 25 Januari 2024 | 18 Januari 2024 | 0 |

Kesepakatan penyelesaian waktu proses produksi (*Due Date*) antara CV. Salami Putra dengan pihak *customer* pada pesanan bulan Januari 2024 jatuh pada tanggal 25 Januari 2024 atau tepatnya selama 18 hari kerja. Hasil perhitungan dengan metode *Shortest Processing Time* (SPT) dan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) mempunyai hasil perhitungan waktu penyelesaian proses produksi yang berbeda. Metode *Shortest Processing Time* (SPT) mempunyai *Makespan* proses produksi selama 8507,24 menit atau 20,25 hari kerja atau 21 hari kerja, dari hasil tersebut tentunya melebihi waktu yang telah disepakati yaitu dengan keterlambatan waktu penyelesaian proses produksi selama 3 hari kerja. Aktualnya, dari hasil pengamatan dan perhitungan metode SPT (metode perusahaan) terdapat tiga *Job* yang mengalami keterlambatan penyelesaian proses produksi, yaitu *Job F* (ONA WARDROBE) yang mengalami keterlambatan selama satu hari kerja, *Job H* (ALANA WARDROBE 3 PINTU) yang mengalami keterlambatan selama satu hari kerja, dan *Job L* (CUSTOM BAKO ARM CHAIR) yang mengalami keterlambatan selama tiga hari kerja. Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) mempunyai *Makespan* sebesar 7243,05 menit atau 17,24 hari kerja atau 18 hari kerja, hasil tersebut sudah tepat sesuai dengan kesepakatan waktu penyelesaian proses produksi dengan *customer*. Setelah dilakukan perhitungan metode CDS (metode usulan), dapat diketahui dari tabel bahwa tidak ada *Job* yang melebihi *Due Date*. Hasil perhitungan metode SPT (metode perusahaan) dan metode CDS (metode usulan) dapat disimpulkan bahwa pada keadaan aktual perusahaan dan hasil perhitungan metode SPT (metode perusahaan) dapat mempengaruhi *Due Date* dikarenakan masih terdapat tiga *Job* yang mengalami keterlambatan penyelesaian proses produksi, sedangkan hasil perhitungan metode CDS (metode usulan) dapat disimpulkan bahwa waktu penyelesaian proses produksi dengan *Due Date* tidak berpengaruh dikarenakan selesai tepat pada waktu yang telah disepakati.

4.3.5 Interpretasi

Interpretasi adalah proses menginterpretasikan penelitian untuk mengetahui hasil penjadwalan. Pendekatan *Shortest Processing Time* (SPT), aturan yang mengutamakan proses produksi dengan waktu yang paling pendek, digunakan untuk menjadwalkan jadwal produksi perusahaan. Pada kenyataannya penerapan

tersebut tidak sepenuhnya berjalan dengan optimal dikarenakan tidak adanya perhitungan waktu produksi yang pasti, hanya menggunakan perkiraan saja dari pihak perusahaan. Berdasarkan kondisi aktual perusahaan pada bulan Januari 2024, perusahaan menjadwalkan urutan *Job* A- C-K- I- J- D- E-G-B-F-H-L. Pada pesanan Januari 2024, perusahaan dan *Reseller* setuju untuk menetapkan waktu produksi 18 hari kerja. Setelah perhitungan proses produksi dilakukan dengan metode *Shortest Processing Time* (SPT), hasilnya adalah *Makespan* sebesar 8507,24 menit, atau 20,25 hari kerja, atau 21 hari kerja. Hal tersebut membuat terjadinya keterlambatan pengiriman sesuai dengan waktu yang telah disepakati. Berdasarkan masalah tersebut, perusahaan perlu adanya perhitungan mengenai penjadwalan produksi menggunakan aturan yang telah ditetapkan perusahaan serta diperlukan perhitungan menggunakan metode pembandingan agar bisa ditentukan alur proses produksi dan total waktu kerja (*Makespan*) yang paling efektif.

Setelah dilakukan perhitungan waktu proses produksi menggunakan aturan perusahaan, Langkah selanjutnya adalah menghitung waktu proses produksi dengan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) untuk membandingkan dan memberikan solusi terbaik perusahaan. Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) adalah suatu metode pemecahan permasalahan keterlambatan waktu proses produksi (*Makespan*) yang diterapkan pada aliran mesin *Flowshop*, metode ini membagi keseluruhan mesin kedalam dua kelompok mesin. Setelah memperoleh banyak pilihan urutan *Job* sesuai banyaknya iterasi ($k=m-1$), maka pilihlah urutan *Job* dengan *Makespan* terkecil. Berdasarkan tabel diatas, dari keseluruhan iterasi yang menghasilkan urutan *Job* dan *Makespan* maka dipilih dengan urutan *Job* yang mempunyai *Makespan* terkecil yaitu iterasi 8 dengan urutan *Job* B-D-I-G-J-K-E-L-C-F-H-A dan mempunyai nilai *Makespan* sebesar 7243,05 menit atau 17,24 hari kerja atau 18 hari kerja.

Setelah dilakukan perhitungan waktu proses produksi menggunakan metode SPT dan CDS, dapat diketahui waktu proses produksi yang paling optimal beserta urutan *Job* yang dapat dipakai perusahaan dalam menentukan *Due Date* pesanan setiap bulannya. Dari hasil perhitungan waktu proses produksi perusahaan pada bulan Januari 2024, dapat diketahui bahwa metode CDS mempunyai waktu proses

produksi (*Makespan*) dan nilai *Idle Time* yang lebih efektif daripada metode perusahaan (metode SPT).

4.4 Panduan Penyusunan Penjadwalan Produksi Dengan Bantuan *Microsoft Excel*

Proses pengolahan data metode terpilih akan dapat digunakan perusahaan untuk menyusun penjadwalan proses produksi dimasa yang akan datang sehingga perusahaan dapat melakukan penyelesaian proses produksi sesuai *Due Date* yang telah disepakati bersama *customer*. Berikut adalah langkah-langkah proses penyusunan penjadwalan produksi bagi perusahaan dengan metode CDS (metode terpilih) menggunakan *Software Microsoft Excel*.

1. Langkah pertama adalah membuka *Software Microsoft Excel*.



Gambar 4. 14 Icon Microsoft Excel

2. Langkah kedua, membuat tabel waktu siklus dengan keterangan stasiun kerja pada bagian baris atas dan keterangan *Job* pada kolom sebelah kiri.

| Waktu Siklus | | | | | | | | | |
|--------------|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Stasiun Kerja (Mein) | | | | | | | | |
| Pengukuran | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Job A | | | | | | | | | |
| Job B | | | | | | | | | |
| Job C | | | | | | | | | |
| Job D | | | | | | | | | |
| Job E | | | | | | | | | |
| Job F | | | | | | | | | |
| Job G | | | | | | | | | |
| Job H | | | | | | | | | |
| Job I | | | | | | | | | |
| Job J | | | | | | | | | |
| Job K | | | | | | | | | |
| Job L | | | | | | | | | |

Gambar 4. 15 Tabel Waktu Siklus

3. Langkah ketiga, mengisi waktu siklus setiap stasiun kerja sesuai *Job* yang dikerjakan, contohnya pada stasiun kerja satu dengan *Job A* diisikan dengan angka 54,31 (waktu siklus hasil pengamatan) sesuai pengumpulan data pada saat dilakukannya pengamatan.

| Waktu Siklus | | | | | | | | | |
|--------------|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pengukuran | Stasiun Kerja (Menit) | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Job A | 54,31 | | | | | | | | |
| Job B | | | | | | | | | |
| Job C | | | | | | | | | |
| Job D | | | | | | | | | |
| Job E | | | | | | | | | |
| Job F | | | | | | | | | |
| Job G | | | | | | | | | |
| Job H | | | | | | | | | |
| Job I | | | | | | | | | |
| Job J | | | | | | | | | |
| Job K | | | | | | | | | |
| Job L | | | | | | | | | |

Gambar 4. 16 Input Data Waktu Siklus

4. Langkah keempat, membuat tabel data jumlah pesanan produk.

| | | |
|-------|------------------------------------|------|
| Job A | = ALANA TV TABLE | = 1 |
| Job B | = RAK MIGUNA 6 TINGKAT | = 2 |
| Job C | = MEJA CONSOL 2 LACI | = 14 |
| Job D | = ONA MIRROR 160x60x58 cm | = 7 |
| Job E | = STANDING MIRROR 150x50 cm | = 12 |
| Job F | = ONA WARDROBE | = 6 |
| Job G | = SALAMI MEJA KERJA 2 LACI NATURAL | = 9 |
| Job H | = ALANA WARDROBE 3 PINTU | = 5 |
| Job I | = 2x2 DRAWER | = 8 |
| Job J | = 1x3 DRAWER | = 9 |
| Job K | = 1x2 DRAWER | = 12 |
| Job L | = CUSTOM BAKO ARM CHAIR | = 21 |

Gambar 4. 17 Data Jumlah Pesanan Produk

5. Langkah kelima, membuat tabel data kapasitas produksi setiap stasiun kerja.

| No | Stasiun Kerja | Jumlah Mesin/Pekerja |
|----|--|----------------------|
| 1 | Proses Penyamaan Ketebalan Kayu | 1 |
| 2 | Proses Pelurusan Sisi Kayu (Mesin Jointer) | 1 |
| 3 | Proses Laminasi Kayu (Mesin Press) | 1 |
| 4 | Proses Penhalusan Papan Kayu | 1 |
| 5 | Proses Pemotongan Sesuai Ukuran | 1 |
| 6 | Proses Perakitan Barang Jadi | 1 |
| 7 | Proses Pendempulan | 1 |
| 8 | Proses Pengamplasan (Amplas Tangan) | 1 |
| 9 | Proses Finishing (Cat Semprot) | 1 |

Gambar 4. 18 Data Kapasitas Produksi Setiap Stasiun Kerja

6. Langkah Keenam, membuat tabel data total waktu proses dengan format yang sama seperti tabel data waktu siklus lalu diisi dengan hasil perhitungan total waktu proses produksi setiap *Job* untuk setiap stasiun kerja, contohnya pada stasiun kerja satu dengan *Job A* diisikan dengan angka 54,31 (waktu siklus hasil pengamatan) sesuai hasil perhitungan total waktu proses produksinya.

| Waktu Siklus | | | | | | | | | |
|--------------|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pengukuran | Stasiun Kerja (Menit) | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Job A | 54,31 | | | | | | | | |
| Job B | | | | | | | | | |
| Job C | | | | | | | | | |
| Job D | | | | | | | | | |
| Job E | | | | | | | | | |
| Job F | | | | | | | | | |
| Job G | | | | | | | | | |
| Job H | | | | | | | | | |
| Job I | | | | | | | | | |
| Job J | | | | | | | | | |
| Job K | | | | | | | | | |
| Job L | | | | | | | | | |

Gambar 4. 19 Data Total Waktu Proses

7. Langkah ketujuh, membuat tabel perhitungan *Makespan* perusahaan dengan memberikan keterangan stasiun kerja disertakan waktu mulai, waktu proses,

dan waktu selesai produksi pada bagian baris paling atas. Berikan keterangan *Job* pada bagian kolom sebelah kiri.

| <i>Job</i> | SK 1 (menit) | | | SK 2 (menit) | | | SK 3 (menit) | | |
|------------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|
| | MULAI | PROSES | SELESAI | MULAI | PROSES | SELESAI | MULAI | PROSES | SELESAI |
| A | | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | | |
| K | | | | | | | | | |
| I | | | | | | | | | |
| J | | | | | | | | | |
| D | | | | | | | | | |
| E | | | | | | | | | |
| G | | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | | |
| F | | | | | | | | | |
| H | | | | | | | | | |
| L | | | | | | | | | |

Gambar 4. 20 Perhitungan *Makespan* Perusahaan

8. Langkah kedelapan, Setelah tabel selesai dibuat, isikan tabel dengan waktu awal, waktu proses, dan waktu selesai sesuai dengan data hasil perhitungan total waktu proses produksi sebelumnya. Contohnya pada stasiun kerja satu dengan *Job A* pada bagian waktu awal diisikan angka 0 dikarenakan proses baru dimulai, pada bagian waktu proses diisikan angka 54,31 (waktu siklus hasil pengamatan) sesuai hasil perhitungan total waktu proses produksi sebelumnya, dan waktu selesai diisikan dengan angka 54,31 sesuai hasil penjumlahan waktu awal ditambahkan waktu proses.

| <i>Job</i> | SK 1 (menit) | | | SK 2 (menit) | | | SK 3 (menit) | | |
|------------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|
| | MULAI | PROSES | SELESAI | MULAI | PROSES | SELESAI | MULAI | PROSES | SELESAI |
| A | 0 | 54,31 | 54,31 | | | | | | |
| C | | | | | | | | | |
| K | | | | | | | | | |
| I | | | | | | | | | |
| J | | | | | | | | | |
| D | | | | | | | | | |
| E | | | | | | | | | |
| G | | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | | |
| F | | | | | | | | | |
| H | | | | | | | | | |
| L | | | | | | | | | |

Gambar 4. 21 Input Perhitungan *Makespan* Perusahaan

9. Langkah kesembilan, membuat tabel perhitungan *Idle Time* perusahaan.

| Stasiun Kerja | <i>Idle Time</i> |
|---------------|------------------|
| SK1 | |
| SK2 | |
| SK3 | |
| SK4 | |
| SK5 | |
| SK6 | |
| SK7 | |
| SK8 | |
| SK9 | |
| Total | |

Gambar 4. 22 Perhitungan *Idle Time* Perusahaan

10. Langkah kesepuluh, mengisi tabel perhitungan *Idle Time* perusahaan dengan hasil perhitungan waktu selesai *Job* awal dikurangi waktu awal pada *Job* selanjutnya, perhitungan tersebut berlanjut hingga *Job* paling akhir pada

setiap stasiun kerja, lalu semua perhitungan tersebut dijumlahkan dan dimasukkan pada tabel *Idle Time* perusahaan.

| Stasiun Kerja | Idle Time |
|---------------|-----------|
| SK1 | 0 |
| SK2 | |
| SK3 | |
| SK4 | |
| SK5 | |
| SK6 | |
| SK7 | |
| SK8 | |
| SK9 | |
| Total | |

Gambar 4. 23 Input Perhitungan *Idle Time* Perusahaan

11. Langkah kesebelas, membuat tabel iterasi.

| Iterasi 1 | | |
|-----------|----------------------|----|
| Job | Waktu Proses (menit) | |
| | t1 | t9 |
| A | | |
| B | | |
| C | | |
| D | | |
| E | | |
| F | | |
| G | | |
| H | | |
| I | | |
| J | | |
| K | | |
| L | | |

Urutan Proses :
Total Makespan :

Gambar 4. 24 Iterasi

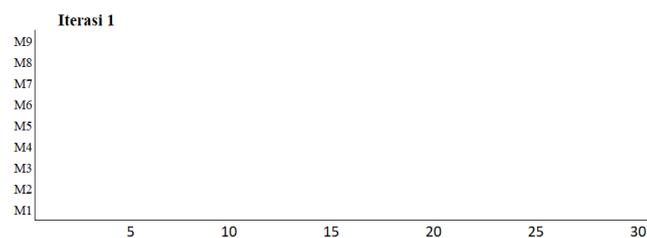
12. Langkah kedua belas, isikan tabel iterasi sesuai data total waktu proses produksi yang dibutuhkan, contohnya pada iterasi satu pada bagian kolom t1 diisi dengan seluruh angka pada stasiun kerja satu pada data total waktu proses produksi dan pada bagian kolom t9 diisi dengan seluruh angka pada stasiun kerja sembilan pada data total waktu proses produksi. Lalu tentukan urutan proses *Job* sesuai ketentuan pada tabel 4.8 diatas.

| Iterasi 1 | | |
|-----------|----------------------|--------|
| Job | Waktu Proses (menit) | |
| | t1 | t9 |
| A | 54,31 | 43,57 |
| B | 42,92 | 104,62 |
| C | 199,92 | 437,92 |
| D | 65,38 | 275,52 |
| E | 133,92 | 412,8 |
| F | 375,18 | 444,12 |
| G | 102,24 | 390,06 |
| H | 341,6 | 275,6 |
| I | 65,52 | 274,16 |
| J | 83,07 | 363,24 |
| K | 96,96 | 434,04 |
| L | 128,94 | 406,14 |

Urutan Proses : B-D-I-J-K-G-L-E-C-F-H-A
Total Makespan :

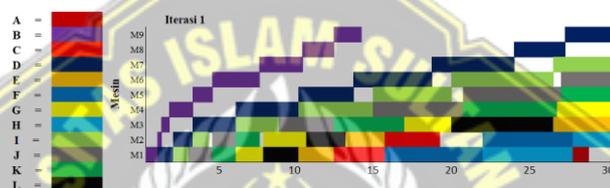
Gambar 4. 25 Input Iterasi

13. Langkah ketiga belas, membuat format *Gantt Chart* iterasi dengan keterangan mesin atau stasiun kerja pada sebelah kiri kolom dan keterangan waktu (satuan waktu jam) pada bagian bawah baris.



Gambar 4. 26 Format *Gantt Chart* Iterasi

14. Langkah keempat belas, isikan format *Gantt Chart* dengan *block* berwarna sesuai ketentuan warna yang telah ditentukan (warna dapat ditentukan sesuai keinginan perusahaan) pada setiap *Job*. Jumlah kolom yang diberi warna didasarkan pada data waktu proses produksi. Dalam penelitian ini diumpamakan setiap kolom adalah kelipatan lima belas menit.



Gambar 4. 27 *Input Gantt Chart* Iterasi

15. Langkah kelima belas, menghitung nilai *Makespan* berdasarkan *Gantt Chart* iterasi yang telah dibuat.

| Iterasi 1 | | |
|---|----------------------|--------|
| Job | Waktu Proses (menit) | |
| | t1 | t9 |
| A | 54,31 | 43,57 |
| B | 42,92 | 104,62 |
| C | 199,92 | 437,92 |
| D | 65,38 | 275,52 |
| E | 133,92 | 412,8 |
| F | 375,18 | 444,12 |
| G | 102,24 | 390,06 |
| H | 341,6 | 275,6 |
| I | 65,52 | 274,16 |
| J | 83,07 | 363,24 |
| K | 96,96 | 434,04 |
| L | 128,94 | 406,14 |
| Urutan Proses : B-D-I-J-K-G-L-E-C-F-H-A | | |
| Total Makespan | : 7340,77 | |

Gambar 4. 28 *Input Makespan* Hasil *Gantt Chart* Iterasi

16. Langkah keenam belas, setelah ditentukan iterasi terbaik yang berisikan urutan proses produksi *Job* dan nilai *Makespan* paling minimal, selanjutnya membuat tabel perhitungan *Makespan* metode CDS dengan format yang sama sesuai tabel perhitungan *Makespan* perusahaan untuk melakukan perhitungan ulang nilai *Makespan* metode CDS dikarenakan kurang aktualnya hasil perhitungan menggunakan *Gantt Chart* yang menggunakan perumpamaan kelipatan lima belas pada setiap kolomnya.

| Job | SK 1 (menit) | | | SK 2 (menit) | | | SK 3 (menit) | | |
|-----|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|
| | MULAI | PROSES | SELESAI | MULAI | PROSES | SELESAI | MULAI | PROSES | SELESAI |
| B | | | | | | | | | |
| D | | | | | | | | | |
| I | | | | | | | | | |
| G | | | | | | | | | |
| J | | | | | | | | | |
| K | | | | | | | | | |
| E | | | | | | | | | |
| L | | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | | |
| F | | | | | | | | | |
| H | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | |

Gambar 4. 29 Perhitungan *Makespan* Metode CDS

17. Langkah ketujuh belas, Setelah tabel selesai dibuat, isikan tabel dengan waktu awal, waktu proses, dan waktu selesai sesuai dengan data hasil perhitungan total waktu proses produksi sebelumnya. Contohnya pada stasiun kerja satu dengan *Job A* pada bagian waktu awal diisikan angka 0 dikarenakan proses baru dimulai, pada bagian waktu proses diisikan angka 42,92 sesuai hasil perhitungan total waktu proses produksi sebelumnya, dan waktu selesai diisikan dengan angka 42,92 sesuai hasil penjumlahan waktu awal ditambahkan waktu proses.

| Job | SK 1 (menit) | | | SK 2 (menit) | | | SK 3 (menit) | | |
|-----|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|
| | MULAI | PROSES | SELESAI | MULAI | PROSES | SELESAI | MULAI | PROSES | SELESAI |
| B | 0 | 42,92 | 42,92 | | | | | | |
| D | | | | | | | | | |
| I | | | | | | | | | |
| G | | | | | | | | | |
| J | | | | | | | | | |
| K | | | | | | | | | |
| E | | | | | | | | | |
| L | | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | | |
| F | | | | | | | | | |
| H | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | |

Gambar 4. 30 Input Perhitungan *Makespan* Metode CDS

18. Langkah kedelapan belas, membuat tabel perhitungan *Idle Time* metode CDS dengan format yang sama pada tabel perhitungan *Idle Time* perusahaan.

| Stasiun Kerja | <i>Idle Time</i> |
|---------------|------------------|
| SK1 | |
| SK2 | |
| SK3 | |
| SK4 | |
| SK5 | |
| SK6 | |
| SK7 | |
| SK8 | |
| SK9 | |
| Total | |

Gambar 4. 31 Perhitungan *Idle Time* Metode CDS

19. Langkah kesembilan belas, mengisi tabel perhitungan *Idle Time* metode CDS dengan hasil perhitungan waktu selesai *Job* awal dikurangi waktu awal pada *Job* selanjutnya, perhitungan tersebut berlanjut hingga *Job* paling akhir

pada setiap stasiun kerja, lalu semua perhitungan tersebut dijumlahkan dan dimasukkan pada tabel *Idle Time* metode CDS.

| Stasiun Kerja | Idle Time |
|---------------|-----------|
| SK1 | 0 |
| SK2 | |
| SK3 | |
| SK4 | |
| SK5 | |
| SK6 | |
| SK7 | |
| SK8 | |
| SK9 | |
| Total | |

Gambar 4. 32 Input Perhitungan *Idle Time* Metode CDS

20. Langkah kedua puluh, membuat tabel *Gantt Chart* usulan metode terbaik dengan memberikan keterangan hari pada baris paling atas, keterangan waktu proses (satuan waktu jam) pada baris paling bawah, dan keterangan stasiun kerja pada kolom sebelah kiri.

| | HARI KE-1 | HARI KE-2 | HARI KE-3 | HARI KE-4 | HARI KE-5 | HARI KE-6 | HARI KE-7 | HARI KE-8 | HARI KE-9 | HARI KE-10 | HARI KE-11 | HARI KE-12 | HARI KE-13 | HARI KE-14 | HARI KE-15 | HARI KE-16 | HARI KE-17 | HARI KE-18 | HARI KE-19 | HARI KE-20 |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| SK1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SK2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SK3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SK4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SK5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SK6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SK7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SK8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SK9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 | 49 | 56 | 63 | 70 | 77 | 84 | 91 | 98 | 105 | 112 | 119 | 126 | 133 | 140 |

Gambar 4. 33 *Gantt Chart* Usulan Metode Terbaik

21. Langkah kedua puluh satu (langkah akhir), mengisi kolom-kolom pada tabel *Gantt Chart* usulan dengan warna sesuai *Gantt Chart* iterasi yang terpilih.

| | HARI KE-1 | HARI KE-2 | HARI KE-3 | HARI KE-4 | HARI KE-5 | HARI KE-6 | HARI KE-7 | HARI KE-8 | HARI KE-9 | HARI KE-10 | HARI KE-11 | HARI KE-12 | HARI KE-13 | HARI KE-14 | HARI KE-15 | HARI KE-16 | HARI KE-17 | HARI KE-18 | HARI KE-19 | HARI KE-20 |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| SK1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SK2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SK3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SK4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SK5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SK6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SK7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SK8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SK9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 | 49 | 56 | 63 | 70 | 77 | 84 | 91 | 98 | 105 | 112 | 119 | 126 | 133 | 140 |

Gambar 4. 34 Input *Gantt Chart* Usulan Metode Terbaik

4.5 Pembuktian Hipotesa

Pembuktian hipotesa ditujukan untuk menjadwab hipotesa pada saat awal penelitian untuk mencari *Job* dan waktu proses produksi yang optimal. Perbandingan waktu proses produksi (*Makespan*) dan nilai *Idle Time* antara metode

Shortest Processing Time (SPT) dengan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) sebagai berikut.

Tabel 4. 25 Perbandingan Metode

| Metode | Urutan Job | Makespan (menit) | Idle Time (menit) |
|---------------------------------|-------------------------|------------------|-------------------|
| <i>Shortest Processing Time</i> | A-C-K-I-J-D-E-G-B-F-H-L | 8507,24 | 13986,38 |
| <i>Campbell Dudek Smith</i> | B-D-I-G-J-K-E-L-C-F-H-A | 7243,05 | 7886,19 |

Pembuktian hipotesa pada penelitian ini dilakukan dengan menghitung nilai *Efficiency Index* (EI) metode perusahaan (SPT) dengan metode CDS. Perhitungan EI didapatkan dari perbandingan antara *Makespan* metode SPT (metode perusahaan) dengan *Makespan* metode CDS (metode alternatif). Berikut merupakan perhitungan nilai *Efficiency Index* (EI).

$$EI = \frac{\text{Makespan perusahaan}}{\text{Makespan usulan}}$$

$$EI = \frac{8507,24}{7243,05}$$

$$EI = 1,17$$

Hasil dari perhitungan EI diketahui bahwa nilai EI adalah 1,17 yang artinya $EI > 1$, maka dapat disimpulkan bahwa metode CDS (metode usulan) lebih efektif daripada metode SPT (metode perusahaan). Hal ini selaras sesuai hipotesa pada awal penelitian bahwa metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dapat memberikan solusi penjadwalan proses produksi yang paling optimal.

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan *Relative Error* (RE) yang bertujuan mengetahui besar perbedaan hasil akhir dari metode SPT (metode perusahaan) dengan metode CDS (metode alternatif). Berikut merupakan perhitungan *Relative Error* (RE).

$$RE = \frac{\text{Makespan perusahaan} - \text{Makespan alternatif}}{\text{Makespan alternatif}} \times 100\%$$

$$RE = \frac{8507,24 - 7243,05}{7243,05} \times 100\%$$

$$RE = \frac{1264,19}{7243,05} \times 100\%$$

$$RE = 0,1745 \times 100\%$$

$$RE = 17,45\%$$

Dari perhitungan RE diatas diperoleh presentasi perbedaan antara metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) terhadap metode (SPT) perusahaan adalah 17,45% atau dalam satuan waktu (menit) adalah menghasilkan perbedaan nilai *Makespan* sebesar 1264,19 menit



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Beikut merupakan kesimpulan dari penyusunan tugas akhir ini,

1. Perhitungan waktu proses produksi (*Makespan*) untuk menganalisa penjadwalan produksi pada CV. Salami putra menggunakan aturan *Shortest Processing Time* (SPT) yang merupakan metode perusahaan dan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) yang merupakan metode alternatif ditujukan untuk menentukan waktu proses produksi dan urutan *Job* yang optimal.
2. Hasil perhitungan dengan aturan *Shortest Processing Time* (SPT) yang merupakan metode perusahaan pada bulan Januari 2024 menjadwalkan urutan *Job* A- C-K- I- J- D- E-G-B-F-H-L memperoleh *Makespan* sebesar 8507,24 menit atau 20,25 hari kerja atau 21 hari kerja dan memiliki nilai *Idle Time* sebesar 13986,38 menit. Sedangkan perhitungan dengan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) menghasilkan urutan *Job* B-D-I-G-J-K-E-L-C-F-H-A dengan *Makespan* sebesar 7243,05 menit atau 17,24 hari kerja atau 18 hari kerja dan memiliki nilai *Idle Time* sebesar 7886,19 menit. Hasil perbandingan antara metode perusahaan (SPT) dengan metode alternatif (CDS) menunjukkan bahwa metode CDS mempunyai *Makespan* dan nilai *Idle Time* yang lebih kecil dibandingkan dengan metode SPT dengan selisih *Makespan* sebesar 1264,19 menit atau dengan presentase sebesar 17,45%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa metode CDS lebih baik dari metode SPT.
3. Dari hasil pengolahan data menunjukkan bahwa metode usulan dapat menyelesaikan proses produksi pada bulan Januari 2024 dalam waktu 18 hari kerja atau pada tanggal 25 Januari 2024. Sedangankan kesepakatan penyelesaian waktu proses produksi (*Due Date*) antara CV. Salami Putra dengan pihak *customer* pada pesanan bulan Januari 2024 jatuh pada tanggal 25 Januari 2024 atau tepatnya selama 18 hari kerja. Kesimpulannya adalah

metode usula mampu menangani masalah keterlambatan penyelesaian proses produksi perusahaan.

4. Penelitian ini menghasilkan sebuah panduan penyusunan penjadwalan produksi untuk perusahaan pada produksi yang akan dilakukan kedepannya dengan metode CDS (metode terpilih) menggunakan bantuan *Software Microsoft Excel*, sehingga perusahaan dapat melakukan penyelesaian produksi sesuai kesepakatan *Due Date* dengan *Customer*.

5.2 Saran

Dari penelitian ini menghasilkan saran-saran yang ditujukan kepada pihak perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukannya perhitungan penjadwalan proses produksi pada setiap bulan di CV. Salami Putra ketika pesanan diterima oleh pihak perusahaan sehingga dapat menentukan tanggal penyelesaian (*Due Date*) agar tidak terjadi keterlambatan waktu penyelesaian produk yang mengakibatkan terlambatnya proses pengiriman pada *customer*.
2. Perlunya penambahan karyawan dan mesin produksi agar waktu proses produksi dapat lebih cepat dan optimal serta setiap pesanan *customer* selesai sesuai *Due Date* yang telah disepakati.
3. Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dapat digunakan perusahaan untuk menghitung waktu penjadwalan produksi guna menentukan waktu penyelesaian produksi dengan tepat.
4. Hasil dari penelitian ini bisa dijadikan sebagai bahan dari penelitian yang akan datang menggunakan metode yang berbeda untuk lebih memberikan hasil yang paling baik dalam menjadwalkan proses produksi pada perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Muh.Fadel Fachryansyah, Jhon, Dr. Vladimir, V. F. (2021). Analisis Penjadwalan Menggunakan Metode Algoritma Nawaz Enscore Ham, Algoritma Campbell Dudek Smith dan Metode Dannenbring Untuk Meminimasi Makespan. *Gastronomía Ecuatoriana y Turismo Local.*, 1(69), 5–24.
- Annisya, S. D., & Saifudin, J. A. (2020). Analisis Penjadwalan Produksi Batu Tahan Api Dengan Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (Cds), Nawaz Enscore Ham (Neh), Dan Palmer Untuk Mengurangi Makespan Di Pt. X. *Juminten*, 1(3), 165–176. <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i3.119>
- Antari, N. K. D. P., Harini, L. P. I., & Tastrawati, N. K. T. (2021). Analisis Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith Dan Dannenbring Dalam Meminimumkan Total Waktu Produksi Beras. *E-Jurnal Matematika*, 10(4), 215. <https://doi.org/10.24843/mtk.2021.v10.i04.p345>
- Arifandi, D., Lasalewo, T., & Hasanuddin. (2022). Analisis Metode NEH Untuk Meminimalkan Makespan Pada Penjadwalan Produksi di Rumah Industri Wahyu. *JAMBURA INDUSTRIAL REVIEW*, 2(2), 2022. <https://doi.org/10.37905/jirev.2.2.65-74>
- Asih, P., Mindhayani, I., & Prakasa, T. (2022). Analisis Penjadwalan Proses Packing Arumanis Dengan Menggunakan Metode CDS (Campbell Dudeck Smith) dan NEH (Nawas, Enscore, and HAM) Studi Kasus di UMKM Arumanis Haji Ardi Sleman. *Jurnal Rekayasa Industri (Jri)*, 4(1), 44–51. <https://doi.org/10.37631/jri.v4i1.629>
- Dwi Susanti, N., & Pudji Widjajati, E. (2023). Analisis Perencanaan Produksi Paving Dengan Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith Dan Palmer Di CV. Daya Patra Sentosa. *Jtmei*, 2(2), 108–121. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v2i2.1667>
- Ervil, Riko, D. N. (2018). Penjadwalan Produksi Dengan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) Untuk Meminimumkan Total Waktu Produksi (Makespan). *Jurnal Sains Dan Teknologi Vol. 18 No.2, Desember 2018*, 18(No. 2).

- Hans Pratama, B. (2021). *Rancang Bangun Aplikasi Penjadwalan Produksi Pegas Pada CV. Dwi Teknik*. Fakultas Teknologi dan Informatika Universitas Dinamika.
- Hidayat, A. T. (2011). Analisis Pengaruh Shift Kerja Terhadap Beban Kerja Pada Pekerja di PT . Primarindo Asia Infrastructure, Tbk. *Universitas Islam Bandung*, 1–237.
- Limanto, M. (2022). Upaya Peningkatan Output Produksi menggunakan Metode Palmer dan CDS pada PT . X. *Jurnal Tirta*, 10(2), 441–448.
- Mail, A., Nusran, M., Chairany, N., Nur, T., & Faturrahman, R. (2018). Analisis Penjadwalan Produksi Dengan E-Issn 2503 - 1430 Issn 2541 - 3090 Menggunakan Metode Campbell Dudeck Smith Dan Palmer Pada Pt. Bobi Agung Indonesia. *Journal of Industrial Engineering Management*, 3(2), 41. <https://doi.org/10.33536/jiem.v3i2.233>
- Mardiani, S. (2021). Penjadwalan Produksi Dengan Metode Tabu Search Menggunakan Software VBA Macro Excel Di PT Citra Abadi Sejati. *Scientifict Journal of Industrial Engineering*, 2(2), 13–20.
- Noegroho, E. S. (2019). *Penjadwalan Produksi Cengkeh Dengan Menggunakan Algoritma Genetika di UD Iskandar Pringgohardjo*. Fasilkom Udinus.
- Nugroho, A. D., & Ekoanindiyo, F. A. (2017). Penjadwalan Produksi Di Pt Sai Apparel Industries Semarang. *Jurnal Ilmiah Dinamika Teknik*, 40–50. <https://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/ft1/article/view/5583>
- Putra, M. A. A. (2019). *Penjadwalan Produksi Untuk Meminimasi Makespan Dan Jam Lembur Menggunakan Backward Scheduling*. In *Skripsi*. Fakultas Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Solikhah, F. I., Nia, R. R., & Maharani, A. (2017). Optimasi Penjadwalan Mesin Produksi Flowshop dengan Metode Campbell Dudek and Smith (CDS) dan Nawaz Ensore Ham (NEH) pada Departemen Produksi Massal. *Proceedings Conference on Design Manufacture Engineering and Its Application*, 414–419.
- Sutanto, L. H. (2008). Penjadwalan Produksi dengan Pendekatan Metode Nawaz, Ensore, Ham (NEH) dan Metode Campbell, Dudek, Smith. *Inasea*, 9(2), 121–

128.

Syabani, S. F., & Setiafindari, W. (2022). Optimasi Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Nawaz Enscore Ham Pada PT XYZ. *Jumantara Jurnal Manajemen Dan Teknologi Rekayasa*, 1(1), 18. <https://doi.org/10.28989/jumantara.v1i1.1288>

Wahyu Baskoro. (2018). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Waktu Tidak Produktif (Idle Time) Kapal di Pelabuhan Benoa Bali (Studi Kasus Pada PT. Pelabuhan Indonesia III Persero Bali). In *Gastronomía ecuatoriana y turismo local*. (Vol. 1, Issue 69). Universitas Maritim AMNI (Unimar AMNI) Semarang.

Wibisono, H., Kurniawan, D., & Yuniar, S. (2022). Usulan Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (CDS), Dannenbring, dan Palmer Untuk Meminimasi Waktu Produksi di PT. Sakura Pratama Indonesia. *Diseminasi FTI*, 1–15.

Widyastuti, M., Irawan, E., & Windarto, A. P. (2019). Penerapan Metode Gantt Chart dalam Menentukan Penjadwalan Kinerja Karyawan. *Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS)*, 1(September), 557. <https://doi.org/10.30645/senaris.v1i0.62>

