

**PENJADWALAN PRODUKSI  
UNTUK MEMINIMASI *MAKESPAN* DAN JAM LEMBUR  
MENGUNAKAN *BACKWARD SCHEDULING*  
(Studi Kasus di UMKM *Alra Lifestyle*, Bantul, Yogyakarta)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Studi Strata Satu (S-1)  
dan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)**



**Disusun Oleh:**

**Mawar Arung Adirukmana Putra  
122140073**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
YOGYAKARTA  
2019**

# LEMBAR PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR

### PENJADWALAN PRODUKSI UNTUK MEMINIMASI *MAKESPAN* DAN MENGURANGI JAM LEMBUR MENGGUNAKAN *BACKWARD SCHEDULING*

(Studi Kasus di *UMKM Alra Lifestyle*, Bantul, Yogyakarta)

Oleh :

**Mawar Arung Adirukmana Putra**

**122140073**

Telah disetujui dan disahkan  
pada tanggal : *18. sept. 2019*

**Dosen Pembimbing I**



**Laila Nafisah, S.T., M.T.**  
**NIK 2 7105 96 0125 1**

**Dosen Pembimbing II**



**Eko Nursubiyantoro, S.T., M.T.**  
**NIP 19680921 199103 1 001**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Industri**

**Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta**



**Dr. Sadi, S.T., M.T.**

**NIK 2 7103 98 0194 1**



## LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME KARYA ILMIAH

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : **Mawar Arung Adirukmana Putra**

NPM : **122140073**

Jurusan : **Teknik Industri FTI UPN "Veteran" Yogyakarta**

Menyatakan bahwa karya ilmiah saya dengan judul **PENJADWALAN PRODUKSI UNTUK MEMINIMASI *MAKESPAN* DAN JAM LEMBUR MENGGUNAKAN *BACKWARD SCHEDULING*** adalah hasil karya ilmiah saya dan bebas dari plagiarisme.

Apabila pernyataan ini terbukti tidak benar, saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan secara pribadi tanpa melibatkan institusi dan menerima sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Yogyakarta,

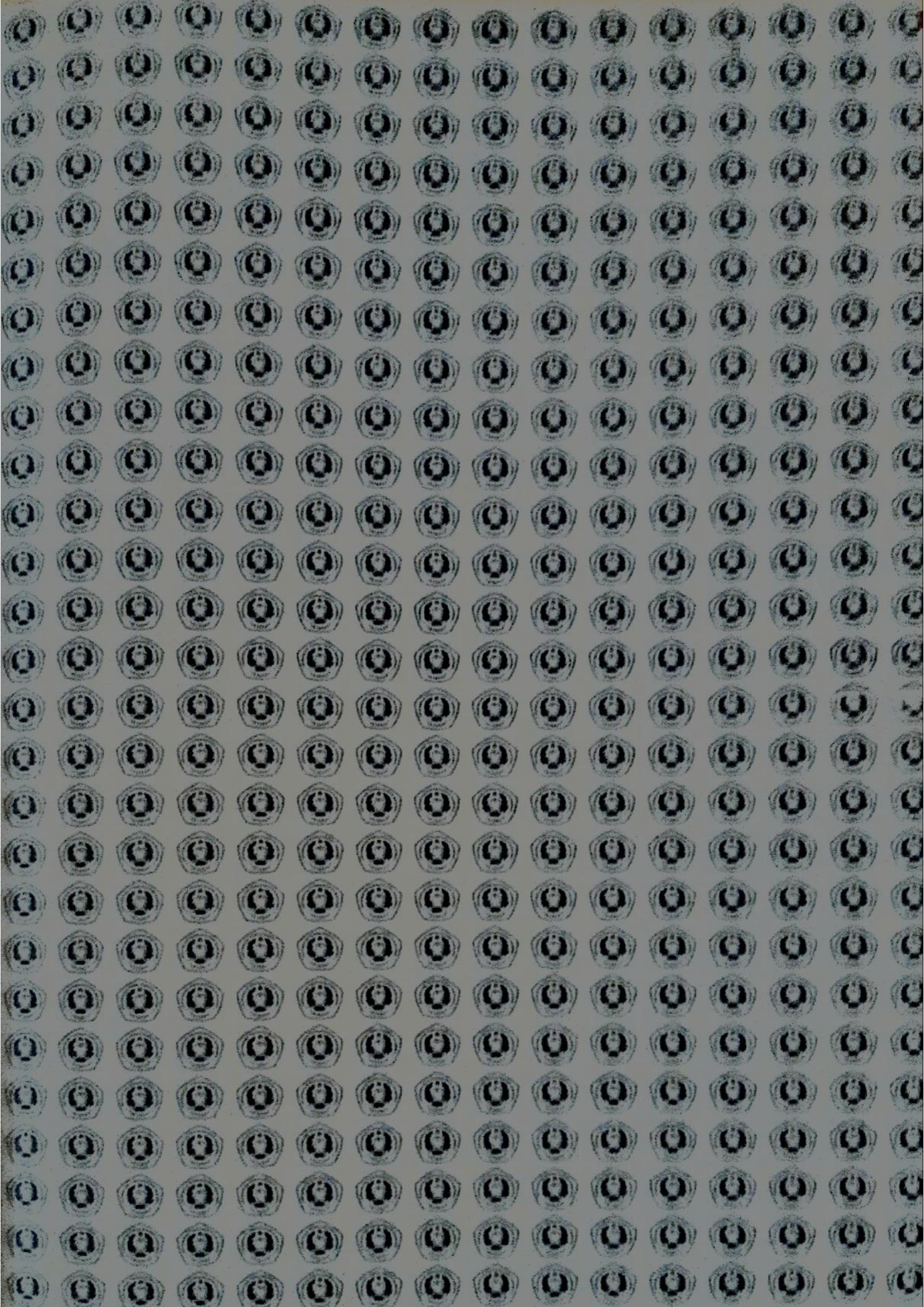
2019

Yang menyatakan



Mawar Arung Adirukmana Putra  
NPM 122150029







## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Penjadwalan Produksi Untuk Meminimasi *Makespan* dan Jam Lembur Menggunakan *Backward Scheduling*”. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

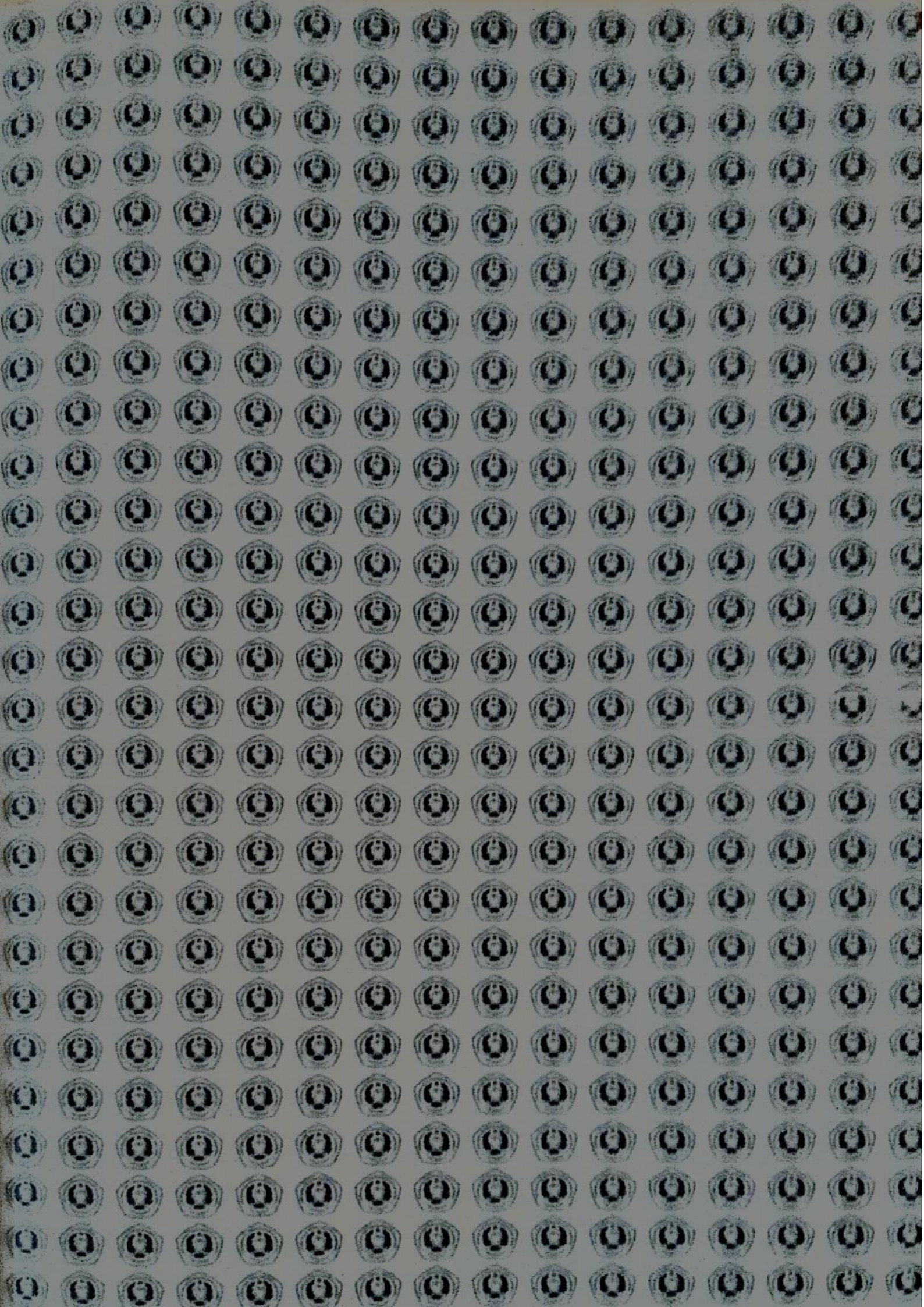
1. Ibu Laila Nafisah ST., MT selaku Dosen Pembimbing I, yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan, serta senantiasa meluangkan waktu, memberikan saran yang terbaik selama penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Eko Nursubiyantoro. ST., MT selaku Dosen Pembimbing II, yang telah banyak memberikan saran, nasehat, dan berbagai informasi dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Mochammad Chaeron, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Industri UPN “Veteran” Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Sadi. S.T., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Industri UPN “Veteran” Yogyakarta.
5. Mas Fajar dan seluruh pihak UKM Alra *Lifestyle* yang telah memeberikan kesempatan untuk melakukan penelitian.
6. Orang tua, kakak, dan keluarga besar yang selalu memberikan do’a, perhatian, semangat, material, motivasi, dan kasih sayang yang begitu besar.
7. Teman-teman yang telah membantu dan memberikan semangat dan sama-sama berjuang dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Teman-teman yang telah menemani dalam masa kuliah dan selalu memberikan bantuan dan dukungan.
9. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah banyak memberikan dukungan dan motivasi hingga terselesaikannya Laporan ini.

Tugas akhir merupakan salah satu prasyarat yang harus dipenuhi oleh mahasiswa untuk memperoleh gelar Sarjana dari Fakultas Teknologi Industri Strata 1 (S-1) pada Jurusan Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis perlukan agar penyusunan Laporan menjadi lebih baik. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan terhadap hasil penelitian ini.

Yogyakarta, Agustus 2019

Penulis







## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>ABSTRAK</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	I-1
1.2 Perumusan Masalah .....	I-2
1.3 Tujuan Penelitian .....	I-2
1.4 Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian .....	I-2
1.4.1 Batasan Masalah .....	I-2
1.4.2 Asumsi Penelitian .....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-3
1.6 Sistematika Penulisan .....	I-3
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Penjadwalan .....	II-1
2.2 Pembebanan .....	II-5
2.3 Tujuan Penjadwalan .....	II-5
2.4 Ukuran Keberhasilan Penjadwalan .....	II-6
2.5 Jenis Penjadwalan .....	II-6
2.6 <i>Gantt Chart</i> .....	II-13
2.7 Istilah dalam Penjadwalan .....	II-14
2.8 Hubungan Penjadwalan dengan Fungsi P-A-P .....	II-14
2.9 <i>Input</i> Sistem Penjadwalan .....	II-15
2.10 <i>Output</i> Sistem Penjadwalan .....	II-16
2.11 Penjadwalan <i>Flowshop</i> .....	II-16
2.12 Metode Penjadwalan .....	II-17



2.13 Algoritma <i>Campbell Dudek and Smith</i> .....	II-19
--	-------

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Objek Penelitian .....	III-1
3.2 Pengumpulan Data .....	III-1
3.3 Kerangka Penelitian .....	III-1
3.4 Teknik Pengolahan Data .....	III-3
3.5 Analisis Hasil .....	III-6
3.6 Kesimpulan dan Saran .....	III-7

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

4.1 Pengumpulan Data .....	IV-1
4.1.1 Bahan Tas Kulit .....	IV-1
4.1.2 Produk Tas Kulit .....	IV-1
4.1.3 Data Mesin .....	IV-1
4.1.4 <i>Operation Process Chart</i> .....	IV-2
4.1.5 Data Jam Pegawai .....	IV-3
4.2 Pengolahan Data .....	IV-3
4.2.1 Pengolahan Data CDS 1 produk .....	IV-3
4.2.2 Pengolahan Data CDS 800 produk .....	IV-16
4.2.3 Pengolahan Data Metode Terapan UMKM .....	IV-25
4.3 Analisis Hasil .....	IV-29

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	V-1
5.2 Saran .....	V-1

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pola aliran <i>pure flowshop</i> .....	II-8
Gambar 2.2	Pola aliran <i>general flowshop</i> .....	II-8
Gambar 2.3	Pola aliran <i>jobshop</i> .....	II-9
Gambar 2.4	Aliran kerja <i>jobshop</i> .....	II-10
Gambar 2.5	Fungsi produksi-aktivitas-pengendalian .....	II-15
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> kerangka peelitian .....	III-2
Gambar 3.2	<i>Flowchart</i> pengolahan data .....	III-5
Gambar 4.1	OPC Tas kulit .....	IV-2
Gambar 4.2	<i>Gantt chart</i> untuk $K = 1$ .....	IV-8
Gambar 4.3	<i>Gantt chart</i> untuk $K = 2$ .....	IV-8
Gambar 4.4	<i>Gantt chart</i> untuk $K = 3$ .....	IV-9
Gambar 4.5	<i>Gantt chart</i> untuk $K = 1$ .....	IV-18
Gambar 4.6	<i>Gantt chart</i> untuk $K = 2$ .....	IV-19
Gambar 4.7	<i>Gantt chart</i> untuk $K = 3$ .....	IV-20
Gambar 4.8	<i>Gantt chart</i> untuk terapan UMKM.....	IV-28



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Urutan kegiatan pembuatan kursi jok.....	II-3
Tabel 2.2	Jadwal pekerjaan kursi jok .....	II-3
Tabel 2.3	Contoh tabel proses <i>flowshop</i> .....	II-9
Tabel 2.4	Contoh tabel proses <i>jobshop</i> .....	II-10
Tabel 4.1	Waktu proses produk di setiap mesin dalam menit.....	IV-3
Tabel 4.2	Nilai K untuk setiap produk .....	IV-6
Tabel 4.3	Hasil perhitungan nilai I pada mesin 2.....	IV-10
Tabel 4.4	Hasil perhitungan nilai I pada mesin 3.....	IV-11
Tabel 4.5	Hasil perhitungan nilai I pada mesin 4.....	IV-13
Tabel 4.6	Waktu proses produk di setiap mesin dalam menit.....	IV-14
Tabel 4.7	Nilai K untuk setiap produk .....	IV-17
Tabel 4.8	Hasil perhitungan nilai I pada mesin 2.....	IV-22
Tabel 4.9	Hasil perhitungan nilai I pada mesin 3.....	IV-23

## ABSTRAK

*Jadwal produksi menentukan awal memproduksi produk dan penyerahan order yang tepat waktu. UMKM Alra Lifestyle memproduksi produk berupa tas kulit dengan 2 cara yaitu Make To Order (MTO) dan Make To Stock (MTS). Setiap tahun UMKM mengikuti acara tahunan yaitu acara Nakrav. UMKM harus memproduksi 800 produk sebelum acara tersebut dimulai. Produksi massal ini mengharuskan pekerja untuk melembur demi memproduksi 800 produk. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan perencanaan penjadwalan terhadap order untuk meminimasi jam lembur dan makespan.*

*Metode penjadwalan produksi yang digunakan adalah metode Campbell Dudek and Smith (CDS) dan Backward Scheduling. Metode CDS digunakan untuk meminimasi makespan dan jam lembur kemudian Backward Scheduling untuk menentukan awal produksi massal tersebut. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa makespan yang dihasilkan pada metode CDS adalah 35.520 menit dan awal produksi adalah tanggal 18 Desember 2017*

**Kata Kunci:** Penjadwalan Produksi, Metode Campbell Dudek and Smith, Backward Scheduling



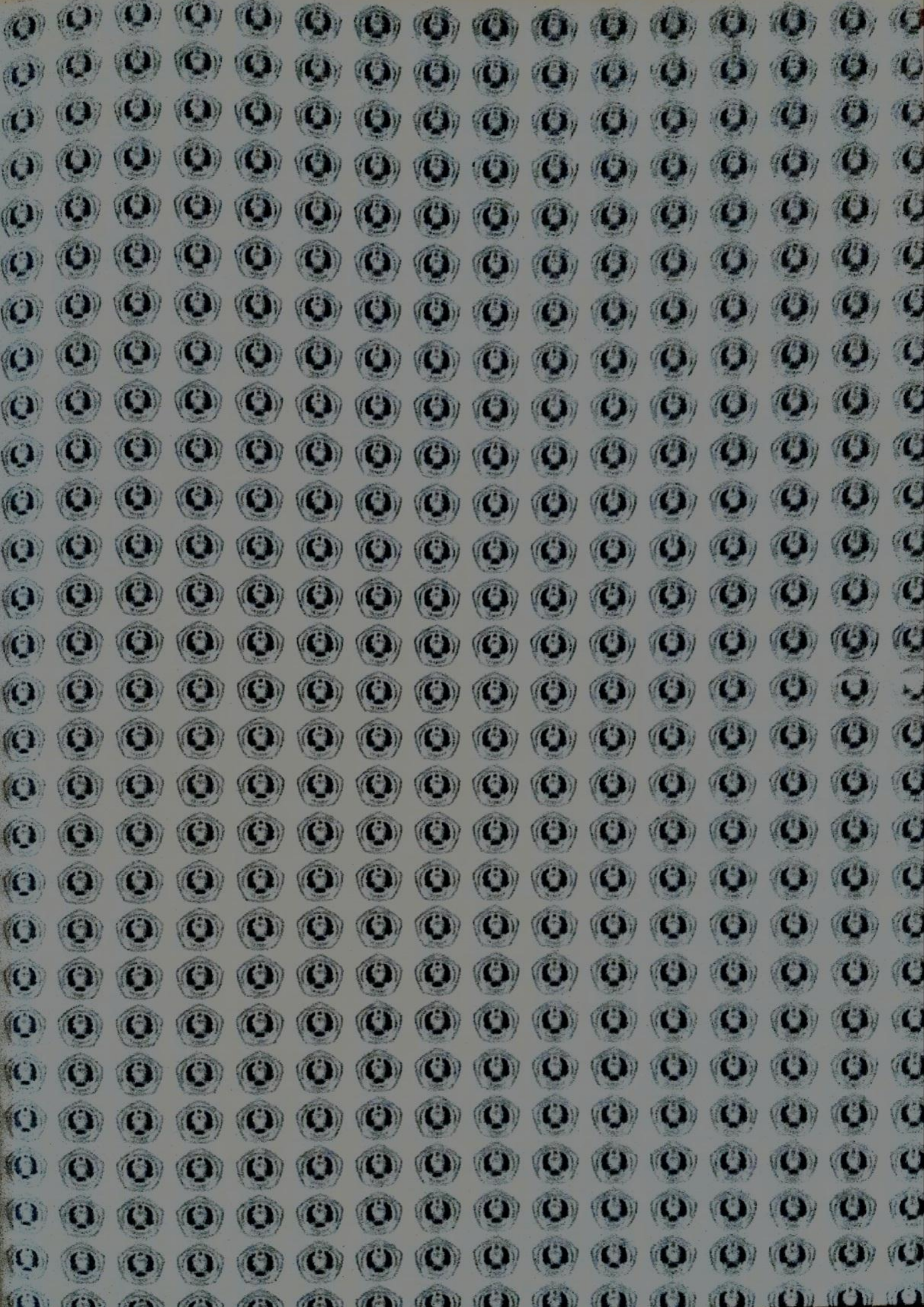
## **ABSTRACT**

*The production schedule determines the initial production of the product and timely delivery of orders. Alra Lifestyle MSME manufactures products in the form of leather bags in 2 ways namely Make To Order (MTO) and Make To Stock (MTS). Every year the UMKM participates in an annual event, the Nakrav event. MSMEs must produce 800 products before the event begins. This mass production requires workers to overtime to produce 800 products. To overcome this problem, planning for scheduling orders is needed to minimize overtime hours and makespan.*

*The production scheduling method used is the Campbell Dudek and Smith (CDS) method and Backward Scheduling. The CDS method is used to minimize makespan and overtime hours then Backward Scheduling to determine the start of mass production. From the results of the study it was found that the makespan produced on the CDS method was 35.520 minutes and the beginning of the production was December 18, 2017*

**Keywords:** *Production Scheduling, Campbell Dudek and Smith Method, Backward Scheduling*







# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Penjadwalan merupakan salah satu bagian penting dari suatu sistem produksi. Tanpa adanya penjadwalan, proses produksi di suatu perusahaan akan berjalan seadanya. Penjadwalan sangat berguna untuk mengetahui urutan proses produksi yang nantinya dapat membawa keuntungan pada perusahaan yang menerapkannya.

UMKM Alra *Lifestyle* bergerak di bidang industri kerajinan yang menghasilkan tas berbahan kulit sapi. UMKM ini berada di jalan Monumen TNI Kerobokan, Tamanan, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta. UMKM ini dibagi menjadi 2 yaitu *Make To Order* (MTO) dan *Make To Stock* (MTS). UMKM bagian MTO memproduksi tas berdasarkan pesanan dari konsumen. Sedangkan UMKM bagian MTS memproduksi tas untuk distok yang di kemudian hari dijual pada saat ada acara tertentu seperti pameran, acara arisan dan ada yang dijual di toko online seperti Shopee dan Lazada.

Kesibukan pegawai di UMKM ini seperti membeli aksesoris untuk tas, melayani konsumen dan memproduksi tas untuk distok atau untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Setiap setahun sekali UMKM ini mengikuti acara tahunan yang diadakan di Jakarta bernama Nakrav. Untuk mengikuti acara Nakrav, pihak UMKM memproduksi tas kulit dengan jumlah yang sangat banyak yaitu mencapai 800. Dikarenakan acara ini acara tahunan, seharusnya pihak UMKM ini sudah mengerti kapan akan dilakukannya produksi dengan jumlah tas yang sebanyak itu. Di UMKM ini belum menerapkan perencanaan penjadwalan dengan baik.

Jumlah produk yang sangat banyak mengharuskan pegawai UMKM lembur. Jam kerja yang semula dari jam 8 pagi sampai jam 4 sore diperpanjang sampai dengan jam 8 malam khusus untuk mengikuti acara Nakrav. Dalam memproduksi tas, UMKM menerapkan produk yang paling mudah diproduksi dikerjakan terlebih dahulu. Lembur yang dilakukan dapat membuat UMKM

mengalami rugi biaya untuk menambah gaji pegawai dan untuk pegawai sendiri mengalami rugi waktu dan tenaga karena lembur.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh UMKM Alra *Lifestyle* maka UMKM ini memerlukan penjadwalan produksi yang dapat meminimasi waktu produksi sehingga dapat mengetahui kapan pihak UMKM memulai produksi dan para pegawai tidak perlu lembur. Metode penjadwalan yang dapat digunakan adalah metode *Campbell Dudek and Smith* dan *backward scheduling*. Metode *Campbell Dudek and Smith* adalah pengembangan dari *Johnson Rule*. Setiap job yang diproses harus melalui proses masing-masing mesin. Metode *backward scheduling* adalah teknik penjadwalan yang dimulai dengan waktu mundur di mana suatu pesanan yang dibutuhkan harus diselesaikan. Hasil dari penjadwalan ini diharapkan dapat mengurangi *makespan* dan waktu lembur.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana cara menjadwalkan produksi untuk meminimasi *makespan* dan jam lembur.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah membuat jadwal produksi untuk meminimasi *makespan* dan jam lembur.

## 1.4 Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian

### 1.4.1 Batasan Masalah

Batasan permasalahan digunakan agar dalam penelitian ini terarah dan mudah dipahami sesuai dengan tujuan serta memperjelas ruang lingkup permasalahan, antara lain :

- a. Penelitian ini dilakukan hanya untuk produk yang bersifat *Make To Order*.
- b. Objek yang diteliti berupa tas yang diproduksi untuk acara Nakrav yaitu 5 jenis tas.

#### 1.4.2 Asumsi Penelitian

Asumsi untuk penelitian ini adalah pegawai yang bekerja dianggap sebagai mesin produksi.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan pada tujuan dari penelitian, manfaat yang didapatkan adalah pihak UMKM dapat mempertimbangkan penelitian ini untuk menerapkan metode ini agar dapat menerapkan penjadwalan produksi yang tepat dan dapat memproduksi tas tanpa lembur dan meminimasi *makespan*.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Langkah – langkah dalam mengerjakan penelitian ini dibagi menjadi lima bagian, di mana pembagiannya dibatasi oleh tiap bab yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan dan asumsi masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan laporan penelitian.

#### BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisi beberapa teori berdasarkan studi literatur serta jurnal yang mendukung dalam mengerjakan Tugas Akhir ini. Teori tersebut antara lain tentang penjadwalan secara umum, pembebanan, tujuan penjadwalan, ukuran keberhasilan penjadwalan, jenis penjadwalan, dll.

#### BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan langkah-langkah penelitian dari awal penelitian sampai penarikan kesimpulan dari penelitian ini.

#### BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

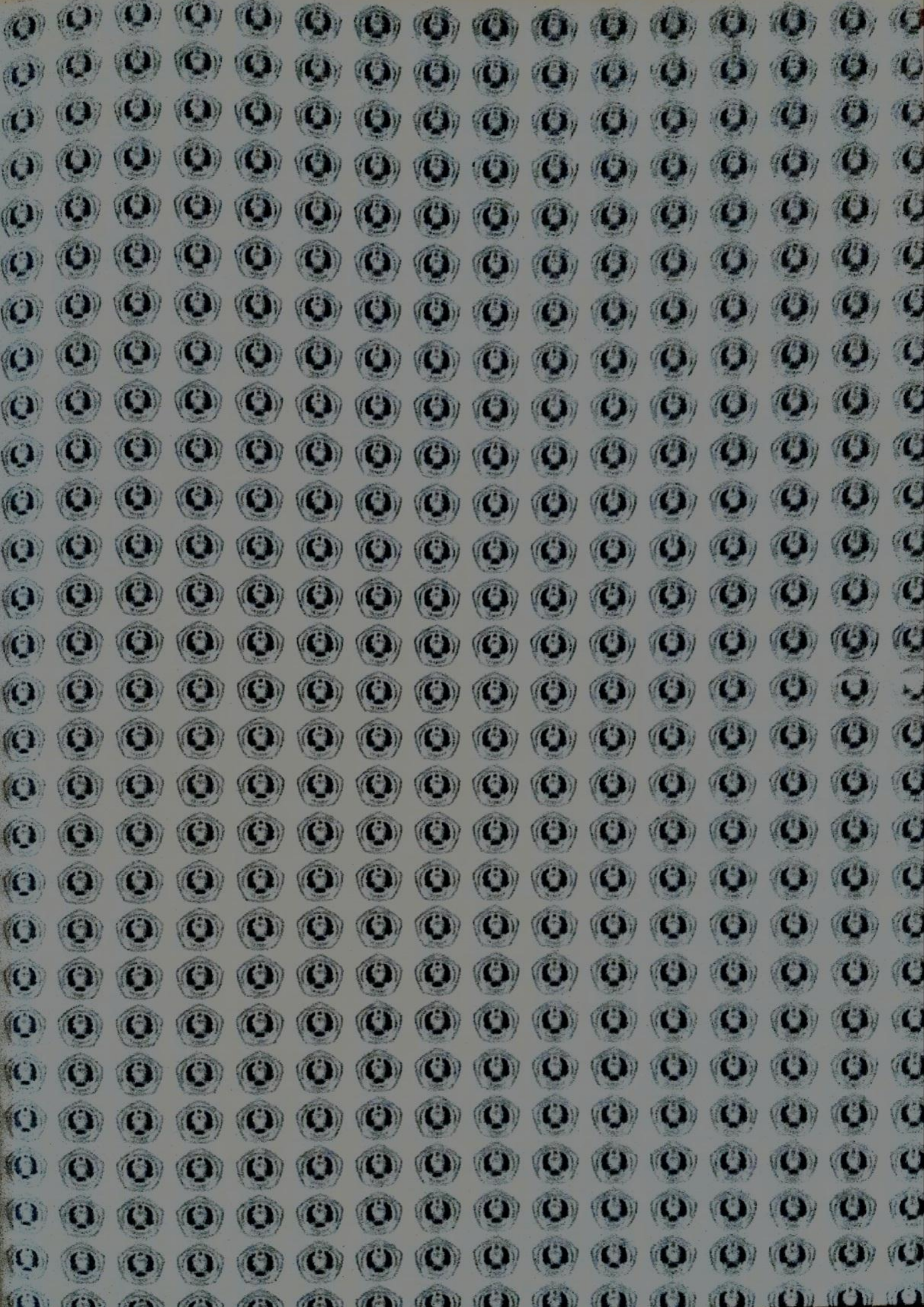
Bab ini berisi tentang pengumpulan data yang dibutuhkan dan yang akan diolah dengan metode algoritma CDS dan menjadwalkan dengan *backward scheduling*.



**BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari metode algoritma johnson dan penjadwalan *backward scheduling*, serta saran yang diberikan dari permasalahan dalam penelitian ini.







## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Penjadwalan**

“Jadwal adalah daftar produk yang harus dihasilkan dalam jangka waktu tertentu, biasanya disusun menurut urutan prioritas” (H.A.Harding dan A.M.B.I.M., 1984). Setiap produk harus dipecah-pecah menjadi unsur-unsur pekerjaan dan operasinya. Setelah itu kita dapat membebaskan setiap pekerjaan dan operasi dalam urutannya yang benar kepada berbagai mesin. Ada beberapa kelompok mesin yang memikul beban lebih banyak daripada yang lainnya dan seringkali sudah cukup bila pembebanan yang terperinci hanya ditujukan untuk mesin yang termasuk kategori “kritis”. Jadwal bersumber dari fungsi penjualan biasanya disusun menurut prioritas dan menentukan kapan pekerjaan harus dilaksanakan. Seringkali para pegawai tata usaha penjualan membuat suatu program atau jadwal induk yang kemudian menjadi dasar bagi keikatan yang akan datang untuk pabrik.

Dalam produksi kontinu, operasi ini mudah dilaksanakan dan meliputi (H.A.Harding dan A.M.B.I.M., 1984):

- a) bagan untuk setiap mesin, biasanya mesin yang besar, dan
- b) daftar yang memuat angka kapasitas keluaran untuk setiap mesin dan setiap jenis produk yang bisa dihasilkan dengan mesin tersebut.

Dalam pekerjaan yang memakai sistem produksi partai dan satuan, penetapan keikatan untuk waktu yang akan datang ini lebih sulit dilakukan.

*Master Production Schedule* (MPS) dan *Material Requirement Planning* (MRP) merupakan alat yang membantu manajer produksi dalam merencanakan produksi. Ketika perintah kerja telah dikeluarkan ke bengkel kerja, maka supervisi produksi akan menghadapi permasalahan mengenai jadwal dan pengendalian produksi harian yang terperinci dalam rangka melaksanakan perencanaan MPS dan MRP (Nasution, 1999). Setelah merencanakan MPS yang kemudian didetailkan dalam MRP, maka permasalahan berikutnya adalah bagaimana mengalokasikan pengerjaan dari perencanaan tersebut pada rantai produksi



mengingat adanya keterbatasan sumberdaya yang dimiliki. Keterbatasan yang dimaksud adalah adanya mesin dari pekerja yang harus menyelesaikan banyak pekerjaan, di mana pekerjaan-pekerjaan tersebut mempunyai prioritas penyelesaian yang berbeda-beda sehingga akan membentuk antrian pada sistem pemrosesan. Antrian pada sistem pemrosesan ini bila tidak diatur akan mengakibatkan keterlambatan waktu penyerahan produk seperti yang telah dijanjikan kepada konsumen. Prosedur tradisional seperti permintaan pertama akan dilayani pertama (FCFS – *First Come First Serve*), penjadwalan acak atau penjadwalan yang tidak dapat diterapkan lagi karena hasilnya tidak dapat optimal (Nasution, 2006).

“Penjadwalan (*scheduling*) adalah gambaran waktu yang diperlukan untuk melaksanakan tugas dengan memperhatikan faktor-faktor seperti syarat-syarat tugas, perkiraan permintaan dan kapasitas yang tersedia” (Yamit, 2005). “Penjadwalan juga merupakan alat ukur yang baik bagi perencanaan agregat” (Gunarta, 1999). Pesanan-pesanan aktual pada tahap ini akan ditugaskan pertama kalinya pada sumberdaya tertentu seperti fasilitas, pekerja dan peralatan, kemudian dilakukan pengurutan kerja pada tiap-tiap pusat pemrosesan sehingga dicapai optimalitas utilisasi kapasitas yang ada. Pada penjadwalan ini, permintaan akan produk-produk yang tertentu (jenis dan jumlah) dari MPS akan ditugaskan pada pusat-pusat pemrosesan tertentu untuk periode harian.

Masalah penjadwalan sangat erat hubungannya dengan waktu penyerahan dan beban (*loading*). Tanggal penyerahan merupakan masukan utama dalam pembuatan jadwal, sedangkan beban kerja hanya dapat ditentukan dari jadwal dan jadwal dapat disusun setelah mempertimbangkan beban. Jadwal bukanlah sekedar daftar operasi melainkan dapat menginformasikan beberapa operasi yang mungkin dilaksanakan secara bersamaan dan beberapa operasi perlu diselesaikan sebelum operasi lain dimulai. Daftar pekerjaan yang akan diselesaikan tidak akan memperlihatkan hal seperti ini tetapi jadwal akan memperlihatkankannya, seperti ditunjukkan oleh Tabel 2.1 dan 2.2.



Jadwal yang terdapat dalam Tabel 2.2 merupakan masukan dalam pengendalian operasi. Setelah jadwal selesai dibuat, di dalamnya perlu dimasukkan produk yang dibuat; jumlah yang akan dibuat; tenaga kerja yang digunakan dan jadwal tersebut diharapkan tidak diubah kecuali terdapat perubahan dalam pekerjaan. Kebanyakan perusahaan menyelesaikan pekerjaan secara bersamaan, karena itu perlu menggabungkan beberapa jadwal kerja. Penggabungan ini dimungkinkan apabila tanggal penyerahan atau selesai untuk setiap pekerjaan dapat diketahui dan seluruh penggabungan tersebut akan dilaksanakan oleh setiap bagian proses sepanjang periode yang direncanakan. Proses penggabungan ini disebut penjadwalan (*scheduling*) dan hasilnya secara sederhana disebut jadwal (*schedule*) atau jadwal produksi (*production schedule*) secara keseluruhan.

Salah satu kunci keberhasilan dalam meningkatkan efisiensi dalam unit operasi adalah kemampuan untuk menyusun jadwal secara efektif. Namun demikian terdapat beberapa kesulitan atau hambatan dalam menyusun jadwal yang efektif yaitu kesulitan dalam mengidentifikasi tujuan dari jadwal yang sedang dilaksanakan dan jumlah yang sangat besar dari jadwal yang mungkin misalnya jika  $N$  pekerjaan diproses secara berurutan melalui  $M$  mesin maka ada  $(N!)^M$  jadwal yang mungkin. Untuk mengurangi persoalan atau masalah yang timbul dari penjadwalan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut (Yamit, 2005):

- a) mengurangi jumlah variasi produk
- b) mengurangi jumlah variasi komponen
- c) melaksanakan perluasan kerja
- d) mengadakan subkontrak
- e) mengurangi unit organisasi
- f) meningkatkan disiplin kerja
- g) lokasi pabrik dekat dengan daerah pemasaran



## 2.2 Pembebanan

“Pembebanan (*loading*) adalah pekerjaan yang ditugaskan kepada mesin atau operator” (Yamit, 2005). Perbedaan dengan penjadwalan terletak pada rentang waktunya. Penjadwalan mungkin menyangkut pekerjaan untuk departemen dalam waktu satu bulan satu periode, sedangkan pembebanan menyangkut jadwal waktu kerja seorang operator dalam waktu satu hari atau satu minggu. Pembebanan sangat erat kaitannya dengan kapasitas yaitu sumber yang tersedia untuk menyelesaikan pekerjaan selama satu periode yang direncanakan. Jika beban lebih besar dari kapasitas disebut beban berlebih, jika beban sama dengan kapasitas disebut beban penuh dan jika beban kurang dari kapasitas disebut beban kurang.

## 2.3 Tujuan Penjadwalan

Tujuan dari aktivitas penjadwalan adalah sebagai berikut (Nasution, 1999):

- a) Meningkatkan penggunaan sumberdaya atau mengurangi waktu tunggu sehingga total waktu proses dapat berkurang dan produktivitas dapat meningkat.
- b) Mengurangi persediaan barang setengah jadi atau mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika sumberdaya yang ada masih mengerjakan tugas yang lain. Teori Barker mengatakan, jika aliran kerja suatu jadwal konstan maka antrian yang mengurangi rata-rata waktu alir akan mengurangi rata-rata persediaan barang setengah jadi.
- c) Mengurangi beberapa kelambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga dapat meminimasi penalti *cost* (biaya kelambatan).
- d) Membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan sehingga penambahan biaya yang mahal dapat dihindarkan.

Pada saat merencanakan suatu jadwal produksi, yang harus dipertimbangkan adalah ketersediaan sumberdaya yang dimiliki baik berupa tenaga kerja, peralatan ataupun bahan baku karena sumberdaya yang dimiliki dapat berubah-ubah terutama operator dan bahan baku, maka penjadwalan dapat kita lihat merupakan proses yang dinamis. Dalam menunjang MPS, akan ada beberapa sub penjadwalan yang harus ditentukan kapan dapat dimulainya suatu pekerjaan dan kapan dapat diselesaikan.

#### **2.4 Ukuran Keberhasilan Penjadwalan**

Ukuran keberhasilan dari suatu pelaksanaan aktivitas penjadwalan khususnya penjadwalan *job shop* adalah meminimasi kriteria-kriteria keberhasilan sebagai berikut (Nasution, 1999):

- a) Rata-Rata Waktu Alir (*Mean Flow Time*)
- b) *Makespan* yaitu total waktu proses yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kumpulan *job*.
- c) Rata-Rata Kelambatan (*Mean Tardiness*)
- d) Jumlah *job* yang terlambat
- e) Jumlah mesin yang menganggur
- f) Jumlah persediaan

Meminimasi *makespan* misalnya, dimaksudkan untuk meraih utilisasi yang tinggi dari peralatan dan sumberdaya dengan cara menyelesaikan seluruh *job* secepatnya; meminimasi waktu alir akan mengurangi persediaan barang setengah jadi; sedangkan meminimasi jumlah *job* yang menganggur berarti akan meminimasi nilai dari maksimum akan keterlambatan. Seluruh kriteria keberhasilan pelaksanaan penjadwalan tersebut adalah dilandasi keinginan untuk memuaskan konsumen dan efisiensi biaya internal perusahaan.

#### **2.5 Jenis Penjadwalan**

Jenis dari penjadwalan produksi akan sangat bergantung pada hal-hal sebagai berikut (Nasution, 1999):

- a) Jumlah *job* yang akan dijadwalkan
- b) Jumlah mesin yang dapat digunakan
- c) Ukuran dari keberhasilan pelaksanaan penjadwalan
- d) Cara *job* datang
- e) Jenis aliran proses produksi

Jumlah *job* yang dijadwalkan mungkin terdiri dari 1,2,3, sampai  $n - job$ , demikian juga dengan jumlah mesin yang dapat digunakan. Ukuran dari keberhasilan pelaksanaan penjadwalan terdiri dari beberapa kriteria yang telah disebutkan pada Sub bab 2.4. Cara *job* datang dapat dibedakan menjadi dua yaitu statis dan dinamis. Cara *job* datang statis adalah bila tak ada *job* yang datang pada saat jadwal dilaksanakan, sedangkan cara *job* datang dinamis adalah bila ada *job* yang datang pada saat jadwal dilaksanakan, sehingga perlu dibuatkan jadwal baru. Jenis dari aliran proses produksi yang digunakan sangat mempengaruhi permasalahan yang akan terjadi pada saat tahap penjadwalan produksi karena penjadwalan digunakan untuk mengatur aliran kerja yang melalui suatu sistem, maka faktor kunci yang mendominasi strategi penjadwalan adalah jenis aliran dari desain prosesnya. Jadi, pemilihan metode penjadwalan tergantung apakah tipe aliran yang digunakan merupakan proses kontinu seperti pada pabrik kilang minyak, *flow shop* (dengan produksi massal yang fleksibel atau ketat), *job shop* untuk item-item dengan pesanan khusus atau proyek yang melibatkan produk atau jasa yang unik.

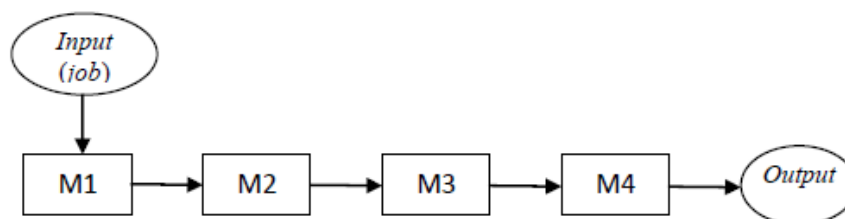
Masalah penjadwalan dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa faktor. Berikut dijelaskan faktor-faktor tersebut (Conway, 2001).

- 1) Jumlah mesin, berdasarkan jumlah mesin yang bekerja dibagi menjadi dua bagian yaitu:
  - a) penjadwalan pada mesin tunggal.
  - b) penjadwalan pada mesin ganda.
- 2) Pola kedatangan job, berdasarkan pola kedatangan job dibagi menjadi dua bagian yaitu:
  - a) statik, semua *job* datang secara bersamaan dan siap dikerjakan pada mesin-mesin yang tidak bekerja.

- b) dinamik, *job* datang secara acak selama diadakan penjadwalan.
- 3) Sistem informasi, berdasarkan sistem informasi dibagi menjadi dua bagian yaitu:
  - a) informasi bersifat deterministik.
  - b) informasi bersifat stokastik.

Informasi ini meliputi informasi yang berhubungan dengan karakteristik *job*, yaitu saat kedatangan, batas waktu penyelesaian, perbedaan kepentingan di antara *job-job* yang dijadwalkan, banyaknya operasi, serta waktu proses tiap operasi. Di samping itu terdapat pula informasi yang menyangkut karakteristik mesin, seperti jumlah mesin, kapasitas, fleksibilitas serta efisiensi penggunaan yang berbeda untuk *job* yang berbeda.

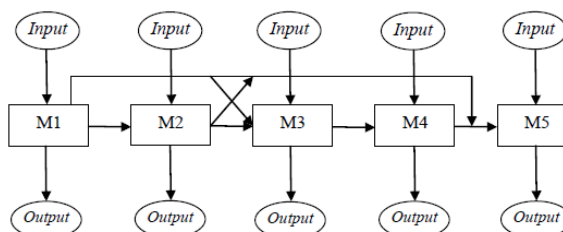
- 4) Aliran proses, berdasarkan aliran proses dibagi menjadi tiga bagian yaitu *pure flowshop*, *general flowshop*, dan *jobshop*. Berikut dijelaskan ketiga aliran proses tersebut.
  - a) *Pure flowshop*, pola aliran prosesnya identik. Setiap *job* melewati seluruh mesin yang bekerja dari proses awal hingga proses akhir sesuai dengan urutan.



Gambar 2.1 Pola aliran *pure flowshop*

(Sumber: Conway, 2001)

- b) *General flowshop*, pola aliran prosesnya tidak identik. Masing-masing *job* tidak selalu melewati seluruh mesin yang bekerja.



Gambar 2.2 Pola aliran *general flowshop*

(Sumber: Conway, 2001)



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

Tabel 2.3 Contoh tabel proses *flowshop*

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

(Sumber: Conway, 2001)

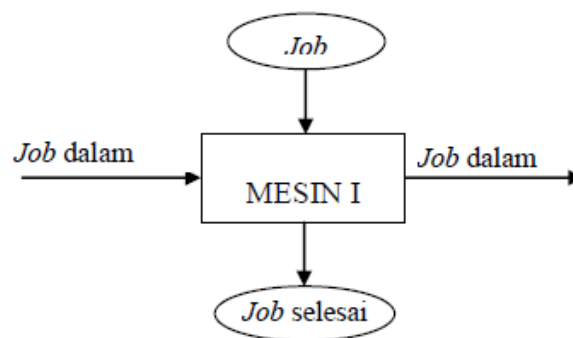
Keterangan:

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

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

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

- c) *Job shop*, pada pola aliran proses *job shop*, masing-masing *job* memiliki urutan operasi yang unik. Setiap *job* bergerak dari satu mesin/stasiun kerja menuju mesin/stasiun kerja yang lainnya dengan pola yang random. Pola aliran prosesnya sebagai berikut:



Gambar 2.3 Pola aliran *jobshop*

(Sumber: Conway, 2001)

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

Tabel 2.4 Contoh tabel proses *jobshop*

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

(Sumber: Conway, 2001)

Proses *job shop* mempunyai karakteristik pengurutan mesin yang sama berdasarkan fungsi (seperti *milling*, *drilling*, *turning*, *forging*, dan perakitan), sebagaimana aliran *job* dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja yang lain atau dari mesin satu ke mesin yang lainnya. Karakteristik proses *job shop* adalah sebagai berikut (Bedworth, 2002):

- 1) Peralatan penanganan material dan peralatan produksi multi-guna dapat diatur dan dimodifikasi untuk menangani berbagai produk yang berbeda.
- 2) Produk-produk yang berbeda diproses dalam *lot-lot* atau *batch*.
- 3) Pemrosesan *order-order* membutuhkan pengendalian dan perencanaan yang terperinci sehubungan dengan variasi pola-pola aliran dan pemisahan stasiun-stasiun kerja.
- 4) Pengendalian membutuhkan informasi tentang *job* dan *shop floor* yang terperinci meliputi urutan proses, prioritas *order*, waktu yang dibutuhkan oleh setiap *job*, status dari *job in process*, kapasitas stasiun kerja, dan kapasitas yang dibutuhkan dari stasiun kerja kritis pada suatu periode.
- 5) Beban-beban stasiun kerja berbeda secara menyolok, masing-masing memiliki presentase *utilitas* yang berbeda.
- 6) Ketersediaan sumber-sumber, meliputi material, personal, dan peralatan, harus dikoordinasikan dengan perencanaan *order*.
- 7) Sejumlah material *work in process* cenderung meningkat. Hal ini dalam aliran proses menyebabkan antrian-antrian dan *work in process* yang panjang.

- 8) Menggunakan teknik-teknik penjadwalan tradisional, total waktu dari awal operasi pertama sampai selesai operasi terakhir, relatif panjang dibandingkan dengan total waktu operasi.
- 9) Para pekerja langsung biasanya memiliki skill yang lebih tinggi dan lebih terlatih daripada pekerja untuk operasi *flow process*.

Dalam setiap proses *flowshop* memiliki pola alir yang sama dimana setiap *job* melewati urutan mesin yang sama. Baker (2009) menjelaskan bahwa penjadwalan mesin produksi dibedakan menjadi dua yaitu penjadwalan mesin tunggal dan penjadwalan mesin paralel.

Pada proses dengan mesin tunggal sering terjadi beberapa penumpukan *job* pada salah satu mesin. Di lain waktu, *job* tersebut harus segera terselesaikan agar tidak terjadi penumpukan yang lebih banyak dikarenakan untuk mesin tunggal terdapat keterbatasan mesin yang tersedia.

Selain keterbatasan untuk mesin tunggal, masalah dasar juga ditandai oleh kondisi berikut (Baker, 2009):

- 1) Ada pekerjaan yang harus dioperasikan secara bersamaan dalam pengolahan saat waktu nol.
- 2) Mesin dapat memproses paling banyak satu pekerjaan pada satu waktu.
- 3) Pengaturan waktu untuk *job* yang berhubungan dengan pengurutan kerja.
- 4) Rincian pekerjaan harus diketahui sebelumnya.
- 5) Mesin terus tersedia / tidak ada kerusakan yang terjadi.
- 6) Mesin tidak pernah disimpan / menganggur sementara pekerjaan sedang menunggu.
- 7) Setelah operasi dimulai, maka hasilnya tanpa gangguan.

Dengan kondisi tersebut, terdapat korespondensi satu-satu antara urutan dari pekerjaan dan permutasi dari indeks pekerjaan. Jumlah total solusi yang berbeda untuk masalah mesin tunggal adalah yang merupakan jumlah urutan yang berbeda dari *job*. Dalam proses penjadwalan, kita perlu mengetahui jenis dan jumlah masing-masing sumber daya sehingga kita bisa menentukan kapan tugas dapat dicapai.

Ketika hal tersebut sudah ditentukan maka secara efektif batas penjadwalan dapat ditentukan. Secara umum durasi tugas tidak pasti, akan tetapi ketidakpastian dapat ditekan dengan menentukan batas akhir atau jatuh tempo *job*. Salah satu model yang paling sederhana dan paling banyak digunakan adalah *Gantt chart* (representasi dari jadwal).

Pada kasus mesin tunggal terdapat tiga informasi dasar yang membantu untuk menggambarkan pekerjaan (Baker, 2009). Berikut dijelaskan ketiga informasi tersebut

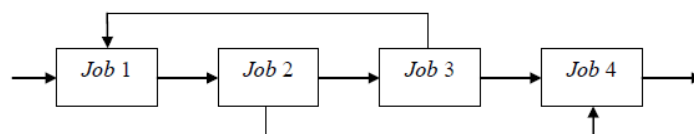
- 1) Waktu pemrosesan . Jumlah pemrosesan yang diperlukan oleh pekerjaan  $j$ .
- 2) Waktu rilis . Waktu dimana pekerjaan  $j$  yang tersedia untuk pengolahan.
- 3) Tanggal jatuh tempo . Waktu dimana pengolahan pekerjaan  $j$  dijadwalkan akan selesai.

Dalam proses pengurutan kerja, waktu pengolahan  $p_j$  umumnya meliputi waktu pengolahan langsung. Sedangkan waktu rilis dapat dianggap sebagai waktu kedatangan saat pekerjaan  $j$  muncul adalah bahwa untuk semua pekerjaan yang dikerjakan bersamaan. Informasi yang dihasilkan sebagai hasil dari keputusan penjadwalan merupakan keluaran dari fungsi penjadwalan dan biasanya menggunakan huruf kapital untuk menunjukkan jenis data.

Berdasarkan urutan produksi, penjadwalan produksi memiliki dua tipe, yaitu penjadwalan produksi tipe *jobshop* dan penjadwalan produksi tipe *flowshop* (Uttari, 2008).

- 1) Penjadwalan Produksi Tipe *Job shop*.

Penjadwalan *job shop* adalah pola alir dari  $n$  *job* melalui  $m$  mesin dengan pola alir sembarang. Selain itu penjadwalan *job shop* dapat berarti setiap *job* dapat dijadwalkan pada satu atau beberapa mesin yang mempunyai pemrosesan sama atau berbeda. Aliran kerja *job shop* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.4 Aliran kerja *jobshop*

(Sumber: Baker, 2009)



Penjadwalan *job shop* berbeda dengan penjadwalan *flow shop*, hal ini disebabkan oleh (Pinedo, 2005):

- a) *Job shop* menangani variasi produk yang sangat banyak, dengan pola aliran yang berbeda-beda melalui pusat-pusat kerja.
- b) Peralatan pada *job shop* digunakan secara bersama-sama oleh bermacam-macam *order* dalam prosesnya, sedangkan peralatan pada *flow shop* digunakan khusus hanya satu produk.
- c) *Job-job* yang berbeda mungkin ditentukan oleh prioritas yang berbeda pula. Hal ini mengakibatkan order tertentu yang dipilih harus diproses seketika pada saat order tersebut ditugaskan pada suatu pusat kerja. Sedangkan pada *flow shop* tidak terjadi permasalahan seperti di atas karena keseragaman *output* yang diproduksi untuk persediaan. Prioritas *order flow shop* dipengaruhi terutama pada pengirimannya dibanding tanggal pemrosesan.

Dalam penjadwalan produksi tipe *job shop* terdapat metode-metode yang dapat digunakan guna menyelesaikan masalah penjadwalan tipe ini ada dua macam yaitu metode penjadwalan aktif dan metode penjadwalan *non delay*.

## 2.6 *Gantt Chart*

Dalam bentuk dasarnya, *gantt chart* menampilkan alokasi sumber daya dari waktu ke waktu ditunjukkan sepanjang sumbu vertikal dan skala waktu ditampilkan di sepanjang sumbu horisontal. *Gantt chart* mengasumsikan bahwa waktu pengolahan yang diketahui dengan pasti. *Gantt chart* membantu untuk memvisualisasikan jadwal karena sumber daya dan tugas dapat terlihat dengan jelas. Dengan *gantt chart* kita bisa menemukan informasi tentang jadwal yang diberikan dengan menganalisis hubungan geometris.

Selain itu, kita dapat mengatur ulang tugas pada bagan untuk memperoleh informasi tentang jadwal alternatif. Dengan cara ini, *gantt chart* berfungsi sebagai bantuan untuk mengukur kinerja dan membandingkan jadwal serta untuk memvisualisasikan masalah dalam tempat pertama.

## 2.7 Istilah Dalam Penjadwalan

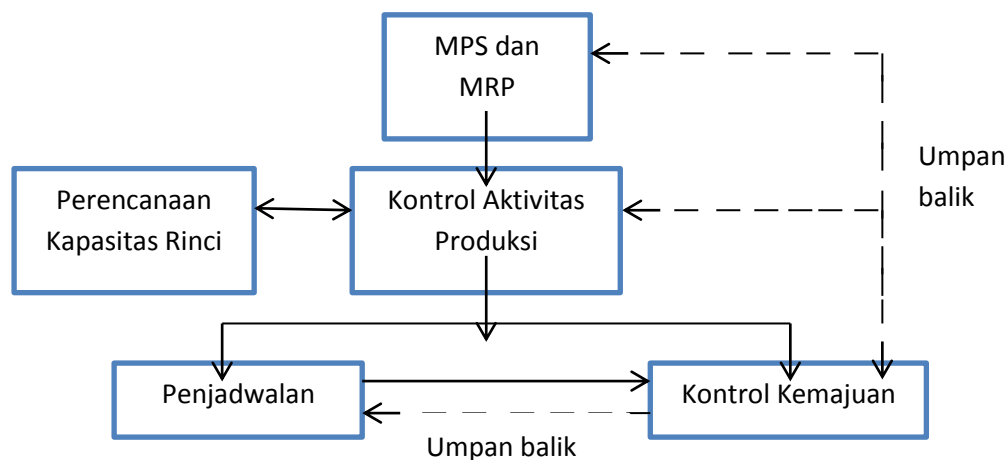
Dalam pembahasan mengenai masalah penjadwalan akan dijumpai beberapa istilah, Baker (2009) menyebutkan sebagai berikut:

- a. *Ready time* ( $r_j$ ), yaitu waktu yang menunjukkan saat *job* siap untuk dikerjakan.
- b. *Waiting time* ( $W_j$ ), yaitu waktu yang dilalui suatu pekerjaan sebelum mulai diproses.
- c. *Completion time* ( $C_j$ ), yaitu waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu operasi dari pekerjaan  $j$ .
- d. *Flow Time* ( $F_j$ ), yaitu waktu antara *job* ke- $j$  siap dikerjakan sampai *job* tersebut diselesaikan.
- e. *Completion Time* ( $C_{ij}$ ), yaitu waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu operasi dari pekerjaan  $j$  pada mesin  $i$ . Dalam waktu proses ini sudah termasuk waktu yang dibutuhkan untuk persiapan dan pengaturan (*set up*).
- f. *Process Time* ( $t_{i,j}$ ) yaitu waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu operasi atau proses ke- $i$  dari *job* ke- $j$ . Waktu proses ini telah mencakup waktu untuk persiapan dan pengaturan proses,
- g. *Due Date* ( $d_j$ ), yaitu batas waktu penyelesaian yang ditentukan untuk *job*  $j$ ,
- h. *Lateness* ( $L_j$ ), yaitu besarnya simpangan waktu penyelesaian *job*  $j$  terhadap *due date* yang telah ditentukan untuk *job* tersebut. artinya saat penyelesaian memenuhi batas akhir.
- i. *Tardiness* ( $T_j$ ), yaitu besarnya keterlambatan dari *job*  $j$ . *Tardiness* adalah *lateness* yang berharga positif.
- j. *Earliness* ( $e_j$ ), yaitu keterlambatan yang bernilai negatif.

## 2.8 Hubungan Penjadwalan dengan Fungsi P-A-P

Penjadwalan sebagai proses penugasan prioritas kerja (waktu dan urutan produksi) untuk order manufaktur dan pengalokasian beban kerja pada pusat-pusat kerja operator sangat erat hubungannya dengan kontrol kemajuan produksi. Kontrol kemajuan produksi memastikan apakah material dan perkakas-perkakas tersedia ketika dibutuhkan, penyesuaian-penyesuaian untuk keterbatasan kapasitas

jangka pendek, ketersediaan pengawasan pekerja, pemindahan mesin-mesin yang rusak, *expediting* (mempercepat) order-order yang tiba-tiba meningkat tajam, pengontrolan kualitas output dan membantu menyelesaikan permasalahan kualitas. Penjadwalan dan kontrol kemajuan produksi merupakan basis dari fungsi Produksi-Aktivitas-Pengendalian (P-A-P) yang terdiri atas komponen-komponen seperti pada Gambar 2.6 berikut ini.



Gambar 2.5 Fungsi produksi-aktivitas-pengendalian

(Sumber: Nasution, 1999).

## 2.9 Input Sistem Penjadwalan

Pekerjaan-pekerjaan yang berupa alokasi kapasitas untuk order-order, penugasan prioritas *job* dan pengendalian jadwal produksi membutuhkan informasi terperinci di mana informasi-informasi tersebut akan menyatakan input dari sistem penjadwalan. Pada bagian ini, menentukan kebutuhan-kebutuhan kapasitas dari order-order yang yang dijadwalkan dalam hal macam dan jumlah sumberdaya yang digunakan. Untuk produk-produk tertentu, informasi ini bisa diperoleh dari lembar kerja operasi (berisi ketrampilan dan peralatan yang dibutuhkan, waktu standar, dll) dan BOM (*Bill of Material*). Kualitas dari keputusan-keputusan penjadwalan sangat dipengaruhi oleh ketepatan estimasi input-nput di atas. Oleh karena itu, pemeliharaan catatan terbaru tentang status

tenaga kerja dan peralatan yang tersedia dan perubahan kebutuhan kapasitas yang diakibatkan perubahan disain produk/proses menjadi sangat penting.

### 2.10 *Output Sistem Penjadwalan*

Untuk memastikan bahwa suatu aliran kerja yang lancar akan melalui tahapan produksi, maka sistem penjadwalan harus membentuk aktivitas-aktivitas *output* sebagai berikut (Nasution, 1999):

1. *Pembebanan (loading)*

Pembebanan melibatkan penyesuaian kebutuhan kapasitas untuk *order-order* yang diterima/diperkirakan dengan kapasitas yang tersedia. Pembebanan dilakukan dengan menugaskan *order-order* pada fasilitas-fasilitas, operator-operator, dari peralatan tertentu.

2. *Pengurutan (sequencing)*

Pengurutan ini merupakan penugasan tentang *order-order* mana yang diprioritaskan untuk diproses dahulu bila suatu fasilitas harus memproses banyak *job*.

3. *Prioritas Job (dispatching)*

*Dispatching* merupakan prioritas kerja tentang *job-job* mana yang diseleksi dan diprioritaskan untuk diproses.

4. *Pengendalian Kinerja Penjadwalan*

Dilakukan dengan:

- Meninjau kembali status order-order pada saat melalui sistem tertentu.
- Mengatur kembali urutan-urutan, misalnya: *expediting* order-order yang jauh dibelakang atau mempunyai prioritas utama.

5. *Up-dating* jadwal

Dilakukan sebagai refleksi kondisi operasi yang terjadi dengan merevisi prioritas-prioritas.

### 2.11 *Penjadwalan Flowshop*

Usaha terbanyak yang dibutuhkan untuk melaksanakan suatu bentuk penjadwalan *flow shop* dilakukan pada tahapan desain sistem produksinya. Pada



flow shop ini, terjadilah suatu pergerakan unit-unit yang benar-benar terus menerus melalui suatu rangkaian stasiun-stasiun kerja yang disusun berdasarkan produk.

Susunan suatu proses produksi jenis *flow shop* dapat diterapkan dengan tepat untuk produk-produk dengan desain yang stabil dan diproduksi secara banyak volume, sehingga investasi dengan tujuan khusus yang digunakan dapat secepatnya kembali.

Suatu permasalahan kritis dalam *flow shop* adalah pengelompokan tugas-tugas yang yang dibutuhkan dalam stasiun kerja, sehingga dicapai suatu kondisi yang memenuhi pembatas-pembatas urutan dan terjadi keseimbangan pada tingkat output produksi. Jika tingkat output bervariasi untuk masing-masing stasiun kerja, maka hal ini berarti bahwa lintasan produksi tersebut tidak seimbang. Ketidakseimbangan lintasan akan menghasilkan aliran yang tak teratur dan rendahnya *utilisasi* kapasitas yang disebabkan turunnya kecepatan aliran pada stasiun-stasiun penyebab *bottleneck* (operasi akan berjalan terputus-putus).

Masalah lain pada penjadwalan flow shop adalah berhubungan dengan ketegangan yang diakibatkan susunan aliran ini terhadap pekerja. Pekerja biasanya menjadi sangat bosan karena terbatasnya variasi kerja pada tiap-tiap stasiun dan panjangnya rentang pengendalian sepanjang lintasan produksi. Oleh karena itu manajemen dianjurkan melakukan job rotasi/lintasan produksi yang panjang menjadi segmen-segmen yang lebih pendek sehingga dapat dikendalikan oleh kelompok kecil pekerja dan menyediakan penghargaan tingkat output produksinya tinggi dan berkualitas. Dengan cara ini maka kebosanan dan rasa frustrasi pekerja dapat diminimalisir.

## **2.12 Metode Penjadwalan**

Pembuatan jadwal secara keseluruhan atau dalam jumlah besar sangat sulit untuk dilakukan seperti dinyatakan terdahulu bahwa salah satunya kunci keberhasilan meningkatkan efisiensi dalam operasi adalah kemampuan untuk menyusun jadwal secara efektif. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk

menyusun jadwal dapat diuraikan berikut ini dengan segala bentuk kelebihan dan kekurangannya (Yamit, 2005)

1. Metode Jalur Kritis (*Critical Path Method*)  
Metode jalur kritis ini lebih cocok untuk penjadwalan pekerjaan proyek atau pekerjaan yang sekali jalan. Proyek yang dimaksudkan adalah yang memiliki kegiatan awal dan kegiatan akhir. Metode ini akan menghadapi kesulitan apabila diterapkan untuk mengatur jadwal produksi khususnya untuk produksi massa atau yang menggunakan sistem kelompok (*batch*).
2. Pendekatan Cabang dan Batas (*Branch and Bound Approach*)  
Metode pendekatan cabang dan batas banyak digunakan untuk membuat jadwal produksi kelompok. Alternatif jadwal yang mungkin dilakukan disajikan dalam bentuk pohon dengan cabang-cabangnya. Untuk mendapatkan jadwal yang fisibel harus dilakukan pemeriksaan setiap cabang dan akhirnya metode ini kurang praktis.
3. Lini Keseimbangan (*Line of Balance*)  
Metode lini keseimbangan hampir mirip dengan metode jalur kritis, bahkan secara historis lini keseimbangan dikembangkan lebih dahulu sebelum jalur kritis. Metode ini efektif digunakan untuk pembuatan jadwal proyek atau jadwal produksi untuk unit tunggal yang menggunakan sistem rakitan, seperti dalam pembuatan kursi jok. Untuk membuat jadwal dengan metode lini keseimbangan, beberapa persyaratan yang harus dipenuhi yaitu harus ada tahap-tahap dalam produksi; waktu operasi setiap tahap dapat diketahui secara pasti; kapan penyerahan dilakukan dapat ditentukan; sumber daya tersedia sesuai kebutuhan.
4. Metode Perencanaan Kebutuhan Bahan (*Material Requirement Planning*)  
Metode MRP dapat dikatakan metodologi baru dalam pengendalian produksi atau operasi.
5. Metode Tepat Waktu (*Just In Time*)  
Metode JIT merupakan sistem produksi yang dikembangkan oleh Jepang dan berhasil secara meyakinkan terutama untuk pekerjaan produksi massa

dan berulang dengan pengendalian yang lebih ketat. Pabrik mobil Toyota Jepang sangat berhasil dalam menerapkan metode JIT.

6. Metode Teknologi yang Dioptimalkan (*Optimized Production Technology*)

Metode OPT merupakan metode yang relatif baru dan mempunyai kesamaan dengan metode JIT. Jika dalam metode JIT lebih banyak mengandalkan sistem manual, maka metode OPT didukung oleh perangkat lunak komputer.

7. Metode *Backward Scheduling*

Penjadwalan mundur (*backward scheduling*) yaitu penjadwalan selambat mungkin namun tetap tiba tepat pada waktunya di stasiun berikutnya. Jadi *starting time* suatu *job* di stasiun kerja tertentu merupakan *due date* untuk *job* tersebut pada stasiun kerja sebelumnya. Adapun langkah-langkahnya adalah (Iriadi, 2005)

- a) Menentukan *due date* sementara.
- b) Menghitung *release time* (*ri*).
- c) Menghitung *due date* (*di*).
- d) Jadwalkan *job* yang mempunyai *due date* terbesar.
- e) Jika ada *job* yang mempunyai *due date* sama, jadwalkan terlebih dahulu *job* yang mempunyai *release time* terbesar.
- f) Jika ada *job* yang layak dijadwalkan pada mesin tersebut, tetapi mesin tersebut masih beroperasi, maka *job* tersebut harus menunggu sampai mesin itu selesai mengerjakan *job*nya.
- g) Hitung waktu mulai (*starting time*) dan waktu selesai (*completion time*) setiap *job*.
- h) Berhenti setelah semua *job* telah dijadwalkan.

### 2.13 Algoritma Campbell Dudek and Smith

Metode yang dikemukakan oleh Campbell, Dudek and Smith pada tahun 1965 adalah pengembangan dari *Johnson Rule* (Risa, 2015). Setiap *job* yang diproses harus melalui proses masing-masing mesin. *Johnson Rule* digunakan

untuk mencari urutan *job* yang melibatkan 2 grup mesin sebagai alat proses dari pekerjaan yang datang. *Job* yang diproses harus melalui dua grup mesin yaitu mesin M1 dan dilanjutkan pada mesin M2 sampai selesai. Langkah pertama dalam aturan *Johnson Rule* yaitu memilih waktu proses ( $t_{i,m1}$ ,  $t_{i,m2}$ ) minimal, dengan  $t_{i,m1}$  adalah waktu proses *job* i pada mesin 1 dan  $t_{i,m2}$  adalah waktu proses *job* i pada mesin 2. Langkah kedua tempatkan *job* pada posisi terawal dalam urutan jika waktu proses minimal terdapat pada mesin pertama ( $t_{i,m1}$ ). Tempatkan *job* pada posisi terakhir dalam urutan jika waktu proses minimal terdapat pada mesin kedua ( $t_{i,m2}$ ). Langkah terakhir hilangkan *job* yang sudah dijadwalkan dari daftar *job*. Ulangi langkah 2 dan 3 hingga seluruh *job* telah terjadwalkan. Iterasi pertama Metode CDS yaitu menetapkan waktu proses mesin pertama dan mesin kedua:

$$t_{i,1}^* \text{ dan } t_{i,2}^* \quad \dots (1)$$

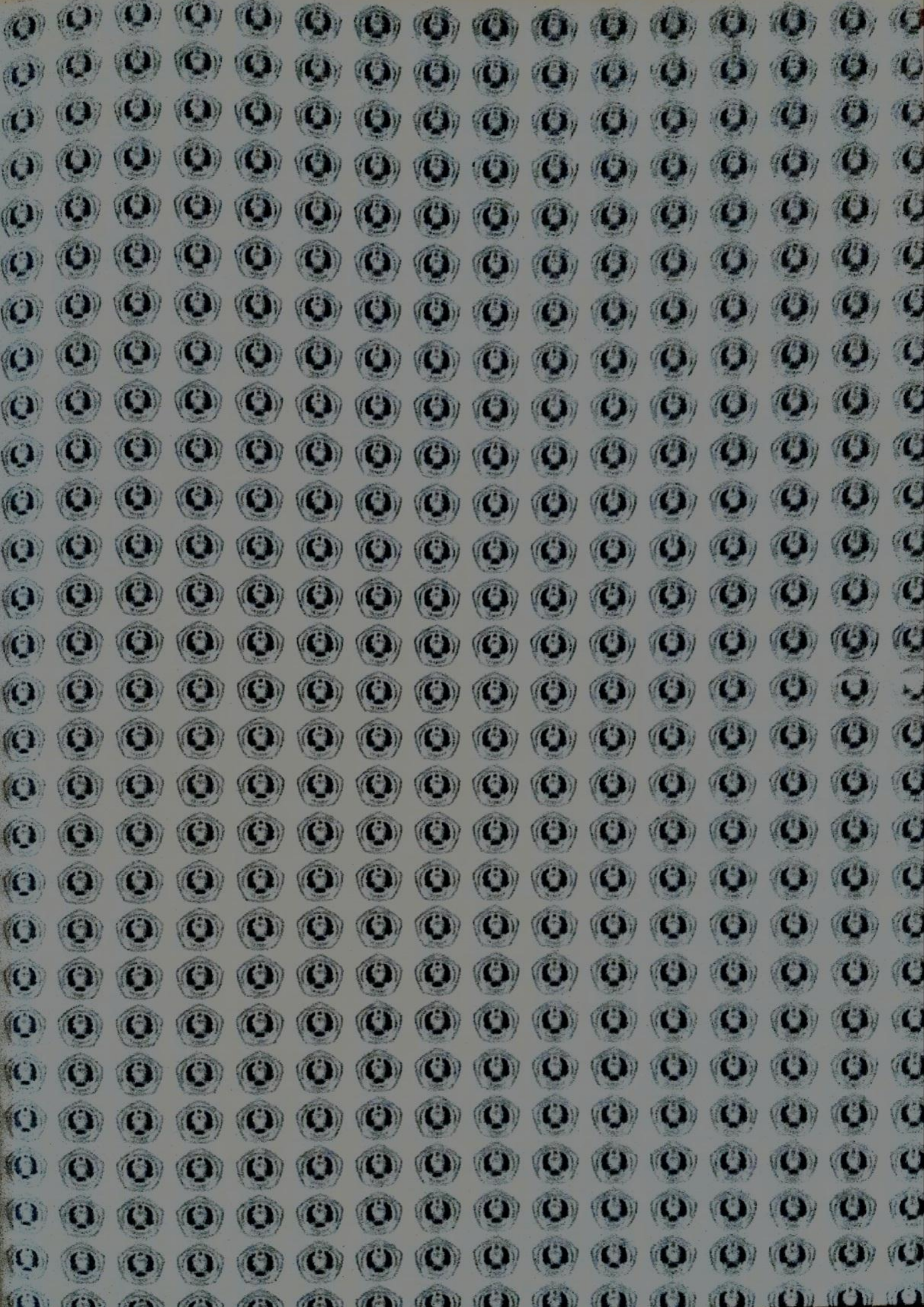
Iterasi kedua sampai iterasi n, waktu proses ditetapkan dengan rumus persamaan sebagai berikut:

$$t_{i,1}^* = \sum_{k=1}^K t_{i,k} \text{ dan } t_{i,2}^* = \sum_{k=1}^K t_{i,m-k+1} \quad \dots (2)$$

*Idle time* didapatkan dari persamaan berikut ini

$$I_{[i],2} = \max\{0, (\sum_{k=1}^i t_{[k],1} - \sum_{k=1}^{i-1} t_{[k],2} - \sum_{k=1}^{i-1} I_{[k],2})\} \quad \dots (3)$$







## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Objek Penelitian**

Penelitian tugas akhir ini dilakukan di Alra *Lifestyle* bagian produksi tas yang bersifat *make to order* untuk dibawa ke acara Nakrav. Alra *Lifestyle* berada di jalan Monumen TNI Kerobokan, Tamanan, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta. Objek penelitian yang diteliti adalah waktu penyelesaian tas kulit yang diproduksi oleh UMKM Alra *Lifestyle* untuk acara tahunan Nakrav.

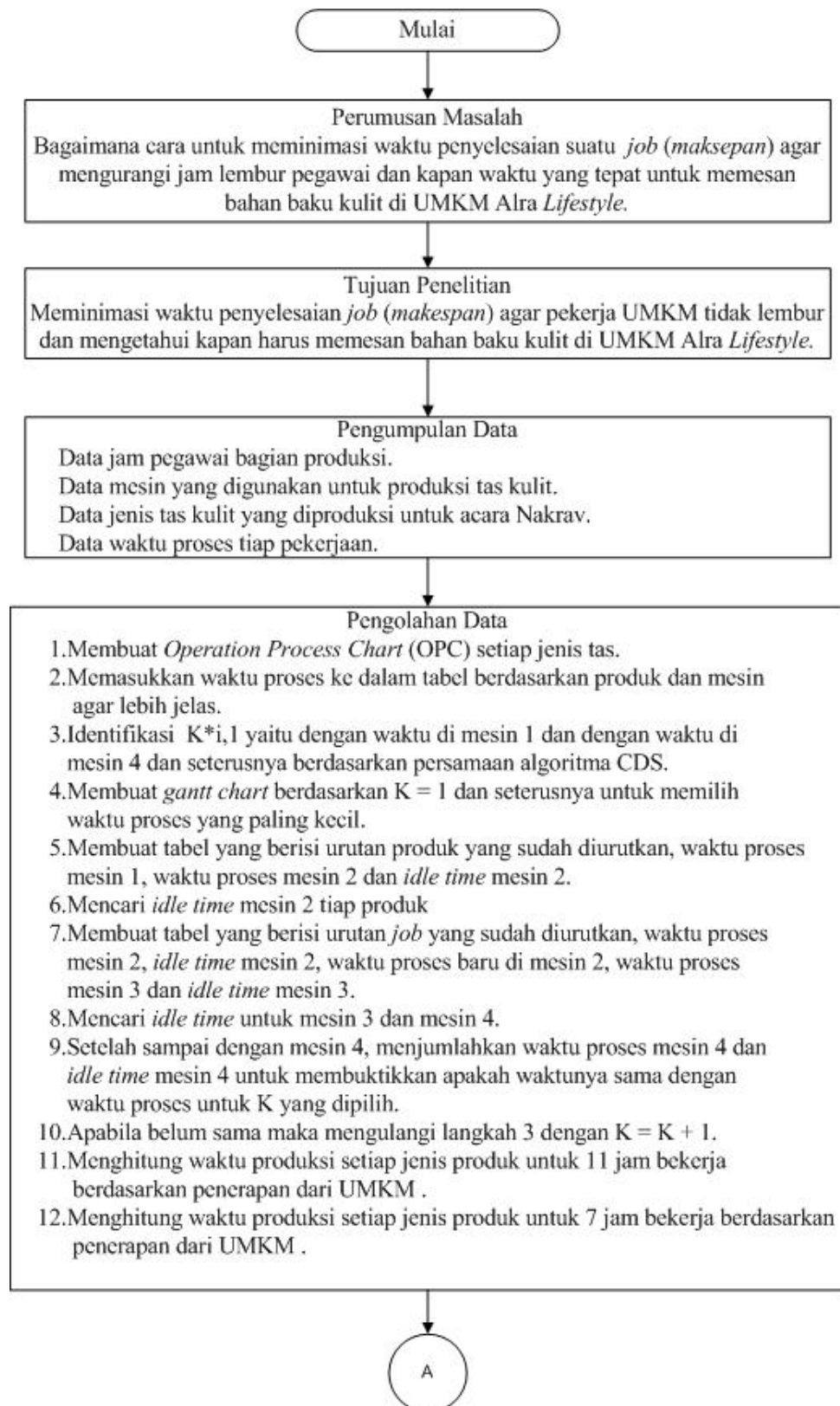
#### **3.2 Pengumpulan Data**

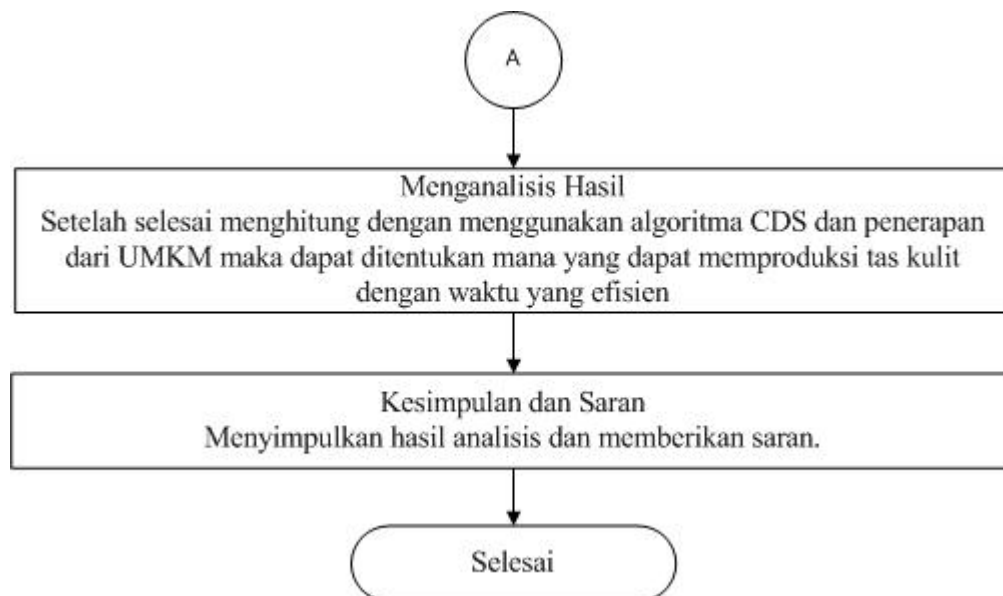
Pengumpulan data menggunakan sumber data dari UMKM Alra *Lifestyle* seperti wawancara dengan pemilik UMKM Arla *Lifestyle* dan penanggung jawab bagian produksi UMKM Arla *Lifestyle* dan data rekap. Data tersebut antara lain:

- a) Data jam pegawai bagian produksi.
- b) Data mesin yang digunakan untuk produksi tas kulit.
- c) Data jenis tas kulit yang diproduksi untuk acara Nakrav.
- d) Data waktu proses tiap pekerjaan

#### **3.3 Kerangka Penelitian**

Langkah-langkah penelitian secara rinci ditunjukkan pada Gambar 3.1.

Gambar 3.1 *Flowchart* kerangka penelitian



Gambar 3.1 *Flowchart* kerangka penelitian (lanjutan)

### 3.4 Teknik Pengolahan Data

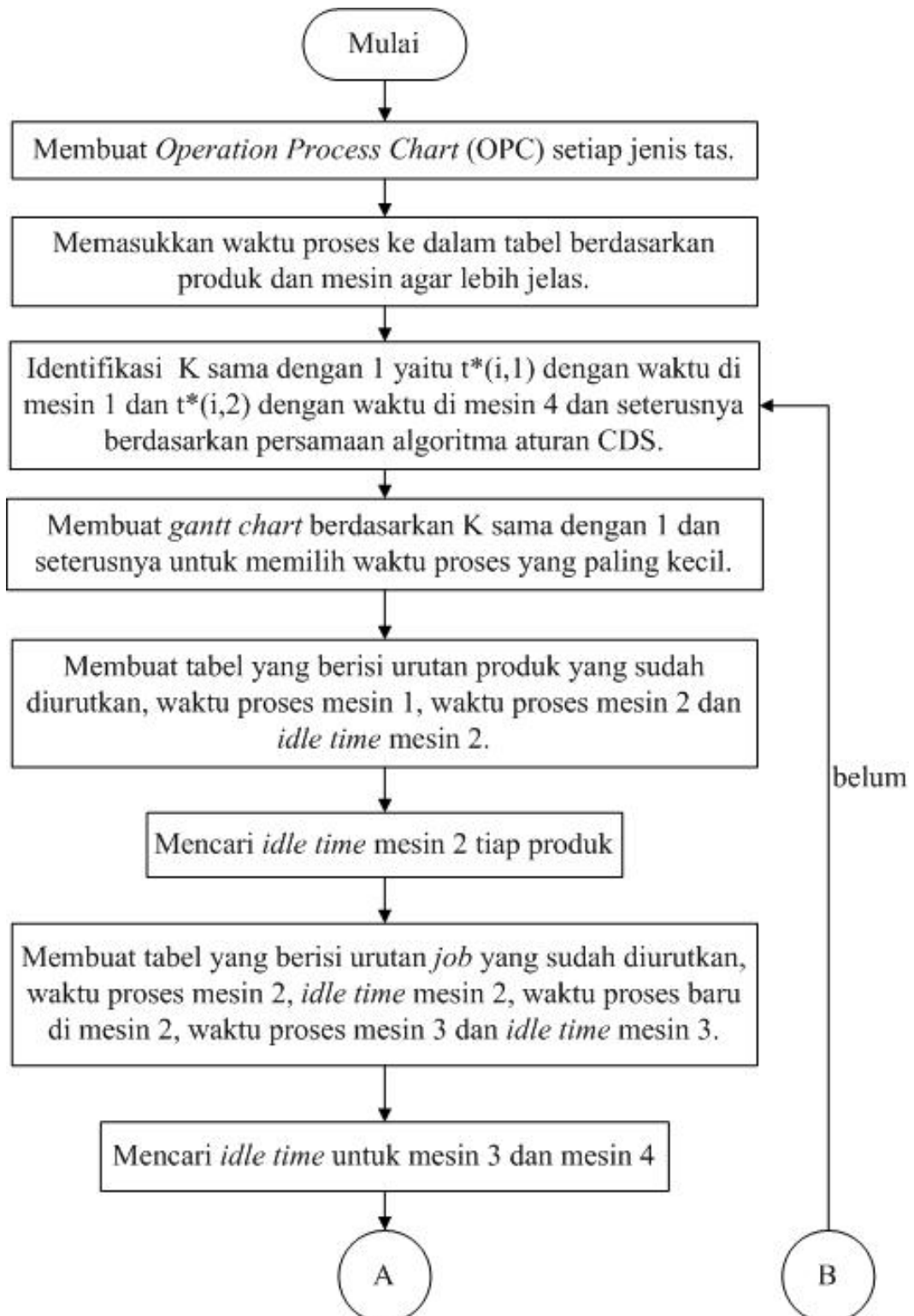
Dalam menyelesaikan permasalahan, terdapat langkah-langkah yang harus diselesaikan untuk mendapatkan solusi yang tepat. Langkah-langkah pemecahan masalah:

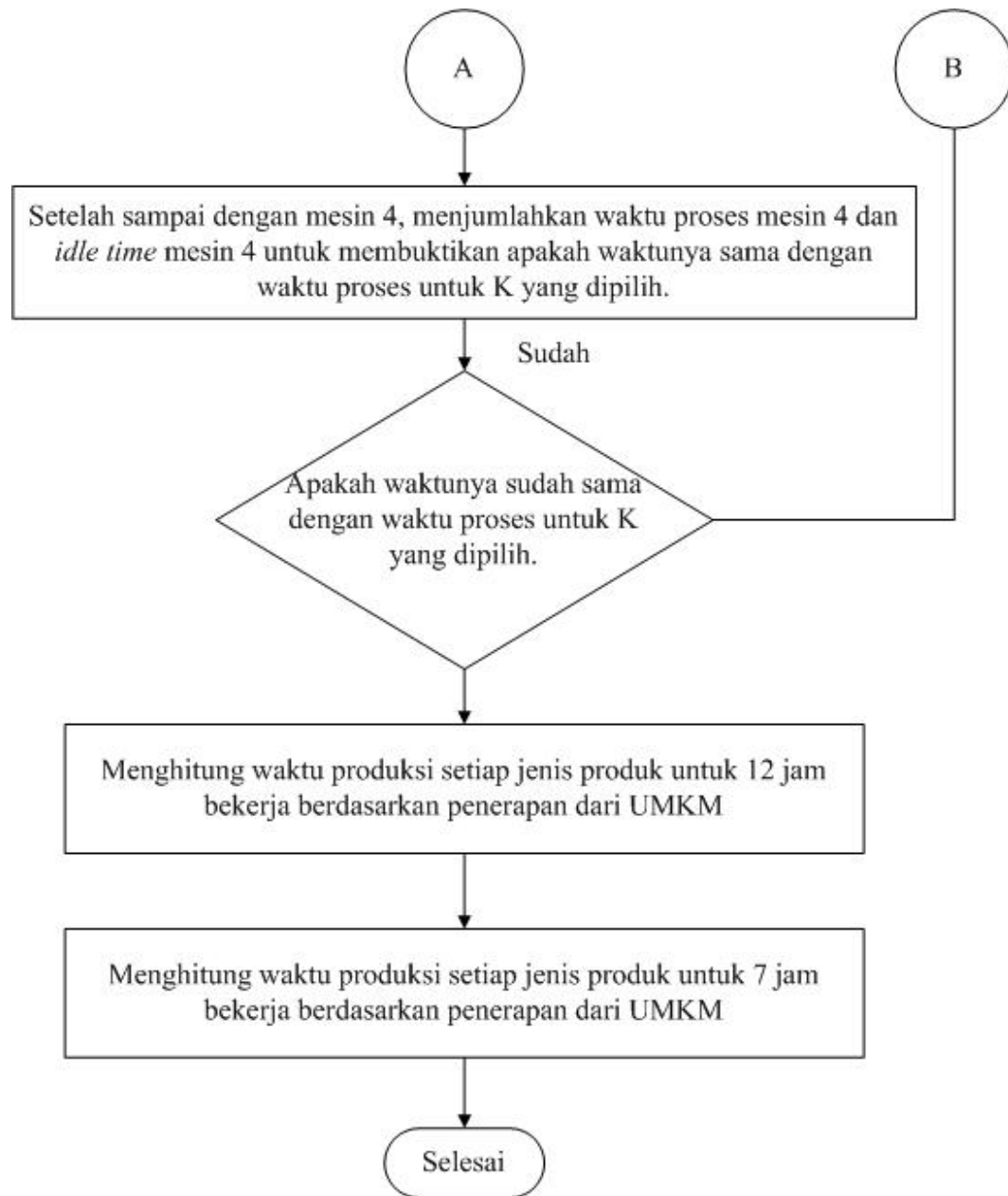
1. Membuat *Operation Process Chart* (OPC) setiap jenis tas.
2. Memasukkan waktu proses ke dalam tabel berdasarkan produk dan mesin agar lebih jelas.
3. Identifikasi  $K = 1$  yaitu  $t_{i,1}^*$  dengan waktu di mesin 1 dan  $t_{i,2}^*$  dengan waktu di mesin 4 dan seterusnya berdasarkan persamaan algoritma CDS.
4. Membuat *gant chart* berdasarkan  $K = 1$  dan seterusnya untuk memilih waktu proses yang paling kecil.
5. Membuat tabel yang berisi urutan produk yang sudah diurutkan, waktu proses mesin 1, waktu proses mesin 2 dan *idle time* mesin 2.
6. Mencari *idle time* mesin 2 tiap produk.



7. Membuat tabel yang berisi urutan *job* yang sudah diurutkan, waktu proses mesin 2, *idle time* mesin 2, waktu proses baru di mesin 2, waktu proses mesin 3 dan *idle time* mesin 3.
8. Mencari *idle time* untuk mesin 3 dan mesin 4.
9. Setelah sampai dengan mesin 4, menjumlahkan waktu proses mesin 4 dan *idle time* mesin 4 untuk membuktikan apakah waktunya sama dengan waktu proses untuk K yang dipilih.
10. Apabila belum sama maka mengulangi langkah 3 dengan  $K = K + 1$ .
11. Menghitung waktu produksi setiap jenis produk untuk 11 jam bekerja berdasarkan penerapan dari UMKM .
12. Menghitung waktu produksi setiap jenis produk untuk 7 jam bekerja berdasarkan penerapan dari UMKM .

*Flowchart* pengolahan data yang akan dilakukan pada penelitian ini akan ditunjukkan pada Gambar 3.2

Gambar 3.2 *Flowchart* pengolahan data



Gambar 3.2 *Flowchart* pengolahan data (lanjutan)

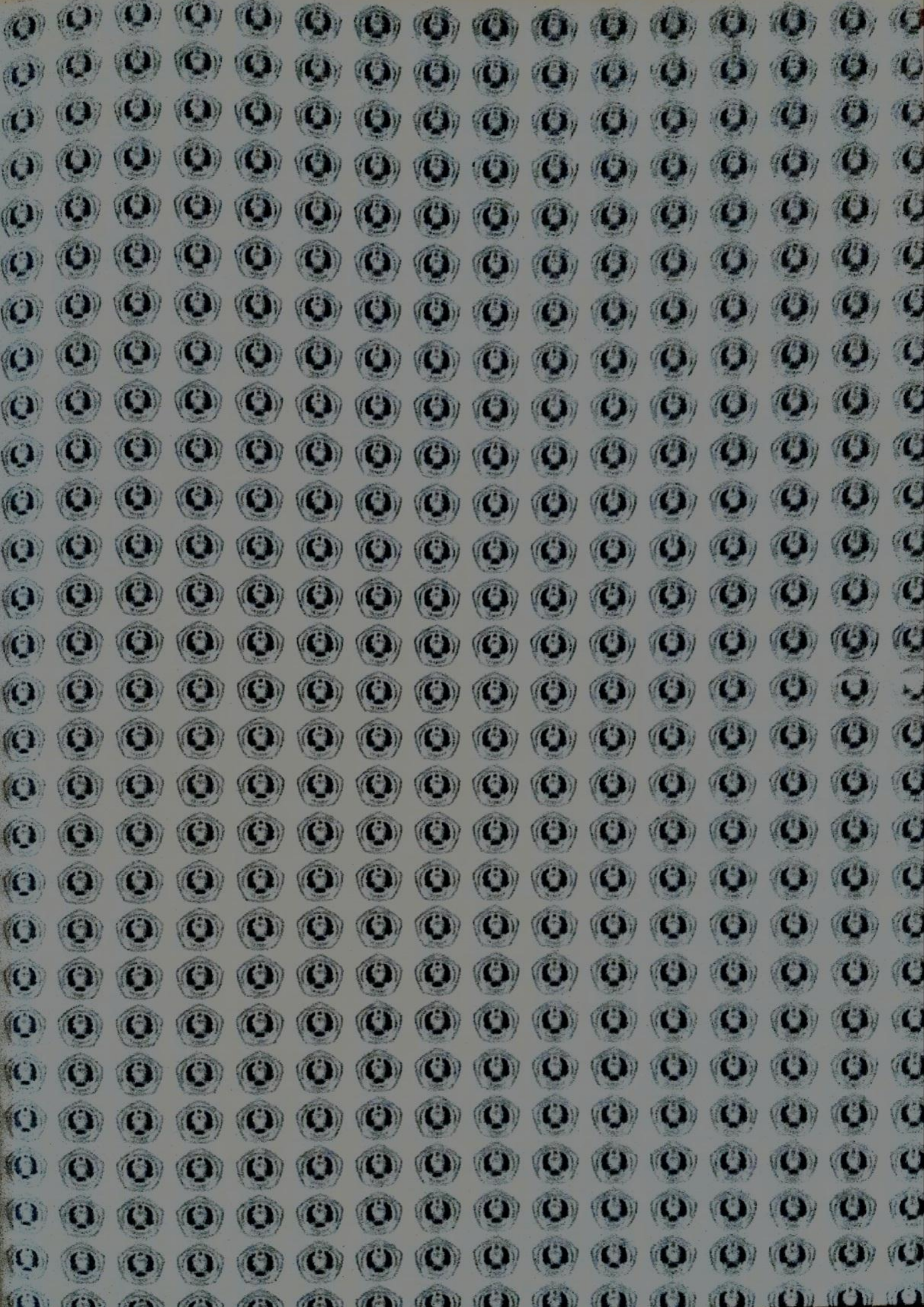
### 3.5 Analisis Hasil

Setelah selesai menghitung dengan menggunakan algoritma johnson dan penerapan dari UMKM maka dapat ditentukan mana yang dapat memproduksi tas kulit dengan waktu yang efisien.

### **3.6 Kesimpulan dan Saran**

Berdasarkan analisis hasil yang diperoleh, diharapkan dapat memberikan kesimpulan bahwa menggunakan algoritma CDS dapat mengurangi jam lembur untuk pegawai UMKM Alralifestyle.







## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Pengumpulan Data**

Data yang dibutuhkan antara lain:

##### 4.1.1 Bahan tas kulit

Produk tas kulit ini terdiri dari 3 bagian. Komponen-kompennya adalah

1. Kulit sapi *pull up* untuk membuat tas
2. Tali tas
3. Plat nama Alra

##### 4.1.2 Produk tas kulit

Terdapat 5 jenis produk tas kulit yang akan diteliti pada penelitian dan berjumlah 800 produk. Setiap jenis tas berjumlah 160 produk. Nama produk tersebut adalah

1. Tas kulit Chika
2. Tas kulit Cici M
3. Tas kulit Denis
4. Tas kulit HB New
5. Tas kulit Kayla L

##### 4.1.3 Data mesin

Mesin yang digunakan pada UKM Arla Lifestyle terdiri dari 4 jenis mesin antara lain:

###### 1. Meja Kerja

Terdapat 1 meja yang berukuran besar yang berguna untuk mengukur kulit, menggambar pola tas. Meja kerja ini dianggap sebagai M1.

###### 2. Mesin Sestet

Terdapat 1 mesin yang digunakan untuk menipiskan pinggiran kulit pada pola tas sehingga apabila disatukan antara pola yang satu dengan yang lainnya tidak akan terlalu tebal. Mesin sestet ini dianggap sebagai M2.

3. Mesin Jahit

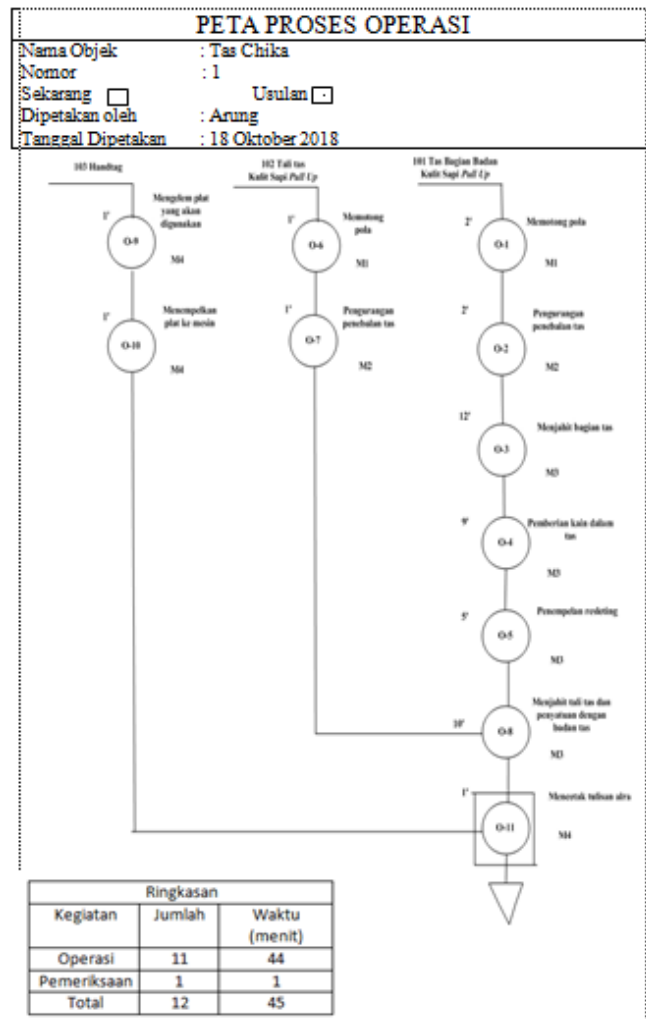
Terdapat 6 mesin jahit pada UKM ini, 4 mesin untuk untuk memproses kulit, 1 mesin untuk menjahit kain bagian dalam tas dan 1 mesin untuk cadangan. Mesin jahit ini dianggap sebagai M3.

4. Mesin Emboss

Terdapat 1 mesin yang digunakan untuk membuat plat nama pada tas kulit. Mesin emboss ini dianggap sebagai M4.

4.1.4 Operation Process Chart (OPC)

Untuk mengetahui proses produksi dari tas kulit ini, dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini



Gambar 4.1 OPC tas kulit

#### 4.1.3 Data jam pegawai

Senin – Jumat pukul 08.00 WIB – 16.00 WIB

Senin – Jumat pukul 08.00 WIB – 20.00 WIB (lembur)

### 4.2 Pengolahan Data

#### 4.2.1 Pengolahan data menggunakan metode CDS untuk 1 produk

Pengolahan data dapat dilakukan dengan cara menggunakan algoritma CDS. Tujuan dari algoritma ini adalah untuk menemukan nilai *makespan* yang terkecil. Langkah pertama adalah membuat tabel yang berisi nama produk serta waktu proses di setiap mesin seperti Tabel 4.1 di bawah ini

Tabel 4.1 waktu proses produk di setiap mesin dalam menit

Nama Produk	Waktu di Mesin (dalam menit)				Total
	1	2	3	4	
Tas Chika	3	3	36	3	45
Tas Cici M	5	3	33	3	44
Tas Dennis	2	2	33	3	40
Tas HB New	4	3	37	3	47
Tas Kayla L	6	3	34	3	46

Kemudian menentukan  $K = 1$  dengan menghitung  $t_{i,1}^*$  dan  $t_{i,2}^*$  dengan menggunakan 2 persamaan di bawah ini

$$t_{i,1}^* = \sum_{k=1}^K t_{i,k} \quad \text{dan} \quad t_{i,2}^* = \sum_{k=1}^K t_{i,m-k+1} \quad \dots(2)$$

Untuk  $K = 1$ ,

Tas Chika :  $t_{i,1}^* = t_1$  mesin 1 = 3 menit

Tas Cici M :  $t_{i,1}^* = t_2$  mesin 1 = 5 menit

Tas Dennis :  $t_{i,1}^* = t_3$  mesin 1 = 2 menit

Tas HB New :  $t_{i,1}^* = t_4$  mesin 1 = 4 menit

Tas Kayla L :  $t_{i,1}^* = t_5$  mesin 1 = 6 menit

Tas Chika :  $t_{i,2}^* = t_1$  mesin 1 = 3 menit

Tas Cici M :  $t_{i,2}^* = t_2$  mesin 1 = 3 menit

Tas Dennis :  $t_{i,2}^* = t_3 \text{ mesin 1} = 3 \text{ menit}$

Tas HB New :  $t_{i,2}^* = t_4 \text{ mesin 1} = 3 \text{ menit}$

Tas Kayla L :  $t_{i,2}^* = t_5 \text{ mesin 1} = 3 \text{ menit}$

Untuk  $K = 2$ ,

Tas Chika:  $t_{i,1}^* = t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2}$   
 $= 3 \text{ menit} + 3 \text{ menit}$   
 $= 6 \text{ menit}$

Tas Cici M:  $t_{i,1}^* = t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2}$   
 $= 5 \text{ menit} + 3 \text{ menit}$   
 $= 8 \text{ menit}$

Tas Denis:  $t_{i,1}^* = t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2}$   
 $= 2 \text{ menit} + 2 \text{ menit}$   
 $= 4 \text{ menit}$

Tas HB New:  $t_{i,1}^* = t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2}$   
 $= 4 \text{ menit} + 3 \text{ menit}$   
 $= 7 \text{ menit}$

Tas Kayla L:  $t_{i,1}^* = t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2}$   
 $= 6 \text{ menit} + 3 \text{ menit}$   
 $= 9 \text{ menit}$

Tas Chika:  $t_{i,2}^* = t_1 \text{ mesin 4} + t_1 \text{ mesin 3}$   
 $= 3 \text{ menit} + 36 \text{ menit}$   
 $= 39 \text{ menit}$

Tas Cici M:  $t_{i,2}^* = t_2 \text{ mesin 4} + t_2 \text{ mesin 3}$   
 $= 3 \text{ menit} + 33 \text{ menit}$   
 $= 36 \text{ menit}$

Tas Dennis:  $t_{i,2}^* = t_3 \text{ mesin 4} + t_3 \text{ mesin 3}$   
 $= 3 \text{ menit} + 33 \text{ menit}$   
 $= 36 \text{ menit}$



$$\begin{aligned} \text{Tas HB New: } t_{i,2}^* &= t_4 \text{ mesin 4} + t_4 \text{ mesin 3} \\ &= 3 \text{ menit} + 37 \text{ menit} \\ &= 40 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Kayla L: } t_{i,2}^* &= t_4 \text{ mesin 4} + t_4 \text{ mesin 3} \\ &= 34 \text{ menit} + 3 \text{ menit} \\ &= 37 \text{ menit} \end{aligned}$$

Untuk  $K = 3$ ,

$$\begin{aligned} \text{Tas Chika: } t_{i,1}^* &= t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2} + t_1 \text{ mesin 3} \\ &= 3 \text{ menit} + 3 \text{ menit} + 36 \text{ menit} \\ &= 42 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Cici M: } t_{i,1}^* &= t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2} + t_2 \text{ mesin 3} \\ &= 5 \text{ menit} + 3 \text{ menit} + 33 \text{ menit} \\ &= 41 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Denis: } t_{i,1}^* &= t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2} + t_3 \text{ mesin 3} \\ &= 2 \text{ menit} + 2 \text{ menit} + 33 \text{ menit} \\ &= 37 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas HB New: } t_{i,1}^* &= t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2} + t_4 \text{ mesin 3} \\ &= 4 \text{ menit} + 3 \text{ menit} + 37 \text{ menit} \\ &= 44 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Kayla L: } t_{i,1}^* &= t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2} + t_5 \text{ mesin 3} \\ &= 6 \text{ menit} + 3 \text{ menit} + 34 \text{ menit} \\ &= 43 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Chika : } t_{i,2}^* &= t_1 \text{ mesin 4} + t_1 \text{ mesin 3} + t_1 \text{ mesin 2} \\ &= 3 \text{ menit} + 36 \text{ menit} + 3 \text{ menit} \\ &= 42 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Cici M : } t_{i,2}^* &= t_2 \text{ mesin 4} + t_2 \text{ mesin 3} + t_2 \text{ mesin 2} \\ &= 3 \text{ menit} + 33 \text{ menit} + 3 \text{ menit} \\ &= 39 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Denis : } t_{i,2}^* &= t_3 \text{ mesin 4} + t_3 \text{ mesin 3} + t_3 \text{ mesin 2} \\ &= 3 \text{ menit} + 33 \text{ menit} + 2 \text{ menit} \\ &= 38 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas HB New : } t_{i,2}^* &= t_4 \text{ mesin 4} + t_4 \text{ mesin 3} + t_4 \text{ mesin 2} \\ &= 3 \text{ menit} + 37 \text{ menit} + 3 \text{ menit} \\ &= 43 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas HB New : } t_{i,2}^* &= t_4 \text{ mesin 4} + t_4 \text{ mesin 3} + t_4 \text{ mesin 2} \\ &= 3 \text{ menit} + 34 \text{ menit} + 3 \text{ menit} \\ &= 40 \text{ menit} \end{aligned}$$

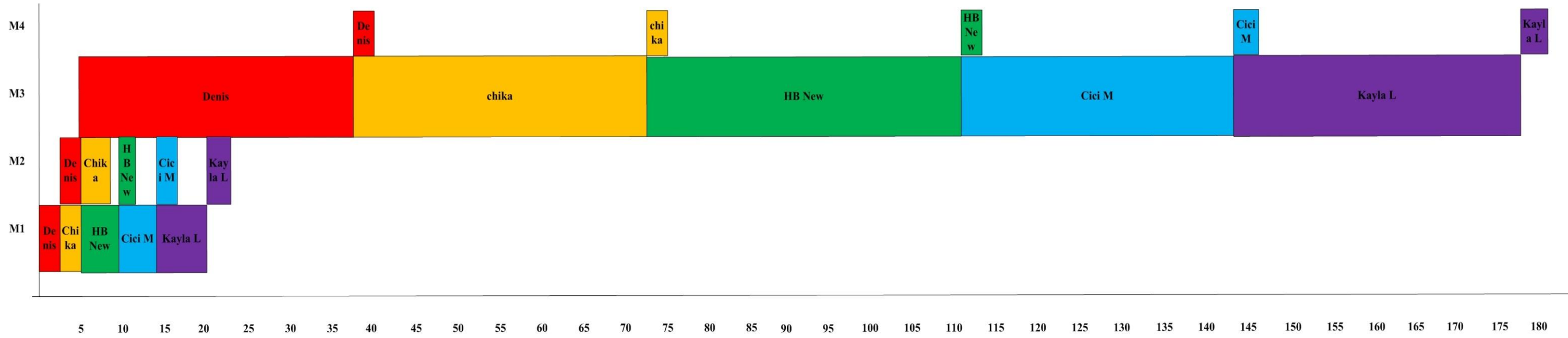
Setelah menghitung nilai K untuk setiap produk kemudian membuat tabel ringkasan hasil perhitungan tadi. Hasil dari perhitungan di atas dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini

Tabel 4.2 nilai K untuk setiap produk

Nama Produk	K = 1		K = 2		K = 3	
	$t_{i,1}^*$	$t_{i,2}^*$	$t_{i,1}^*$	$t_{i,2}^*$	$t_{i,1}^*$	$t_{i,2}^*$
Tas Chika	3	3	6	39	42	42
Tas Cici M	5	3	8	36	41	39
Tas Dennis	2	3	5	36	37	38
Tas HB New	4	3	7	40	44	43
Tas Kayla L	6	3	9	38	43	40

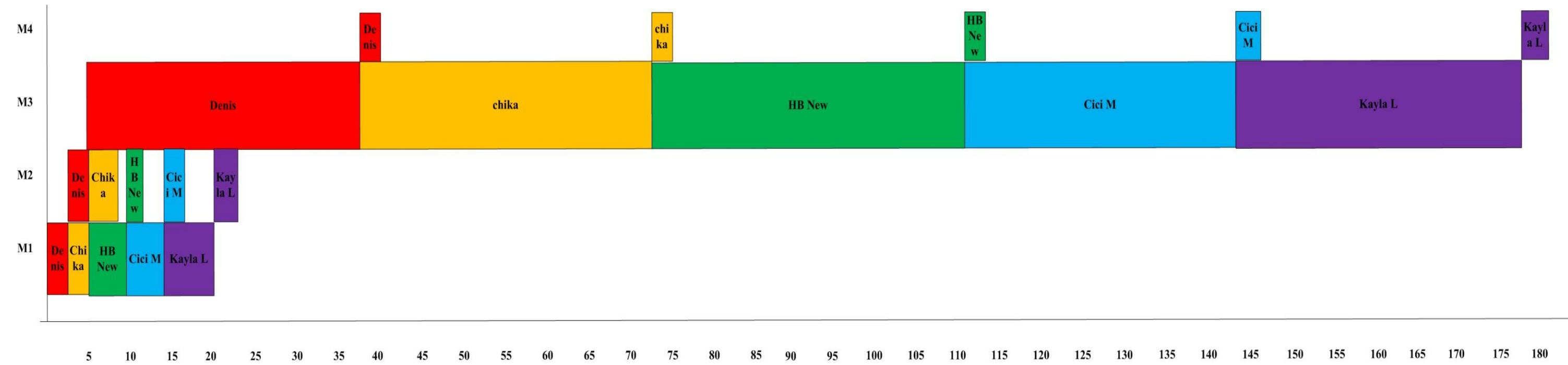
Setelah mendapatkan nilai K untuk masing-masing produk, kemudian menjadwalkan produk-produk di atas di mana  $t_{i,1} = t_{i,1}^*$  dan  $t_{i,2} = t_{i,2}^*$  yang nilainya telah diketahui dari langkah awal. Kemudian menggambarkan dalam bentuk grafik untuk setiap K dan memilih grafik dengan nilai terkecil. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2 sampai dengan Gambar 4.4 di bawah ini.

Jadwal untuk K = 1

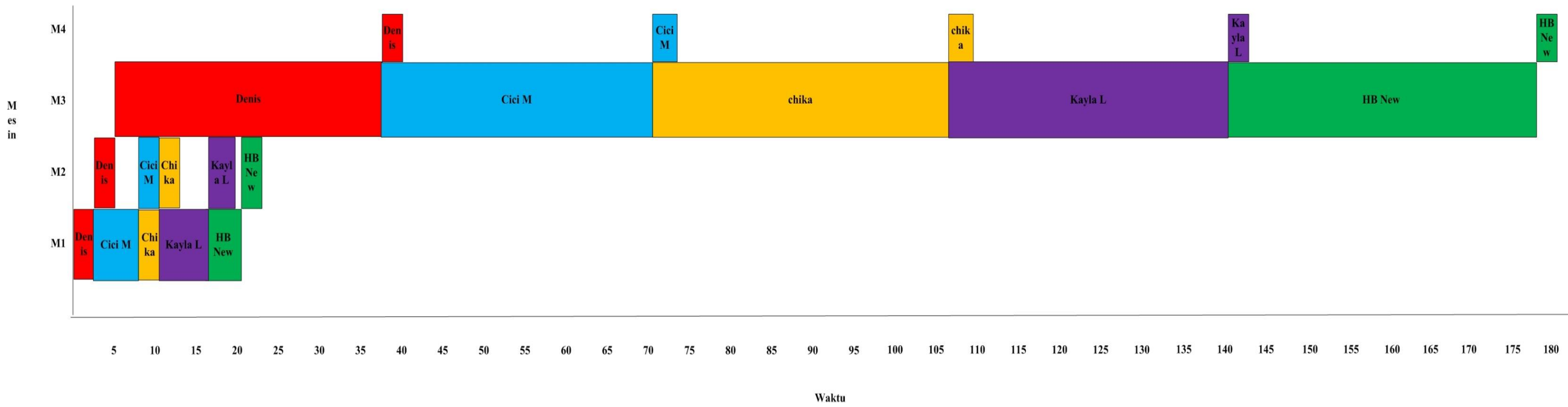


Waktu  
Gambar 4.2 Gantt chart untuk K = 1

Jadwal untuk K = 2



Waktu  
Gambar 4.3 Gantt chart untuk K = 2



Gambar 4.4 Gantt chart untuk K = 3

Untuk  $K = 1$  dan  $K = 2$  memiliki urutan yang sama yaitu tas Denis, tas Chika, tas HB new, tas Cici M, dan tas Kayla L. Sedangkan untuk  $K = 3$  memiliki urutan dimulai dari tas Denis, tas Cici M, tas Chika, tas Kayla L, dan tas HB new. Waktu dari  $K = 1$ ,  $K = 2$  dan  $K = 3$  sama yaitu 180 menit. Walaupun urutan penjadwalan tas sudah beda tetapi nilai yang dihasilkan tetap sama. Maka dari itu diambil salah satu saja yaitu  $K = 1$  dengan urutan tas Denis, tas Chika, tas HB new, tas Cici M, dan tas Kayla L.

Kemudian dilakukan pembuktian dengan perhitungan apakah nanti hasil dari perhitungan sama dengan nilai dari yang ada di grafik. Perhitungan dilakukan dengan mencari nilai *idle time* untuk masing – masing mesin. Persamaan yang dapat dipakai untuk menghitungnya adalah dengan menggunakan persamaan di bawah ini

$$I_{[i],2} = \max\{0, (\sum_{k=1}^i t_{[k],1} - \sum_{k=1}^{i-1} t_{[k],2} - \sum_{k=1}^{i-1} I_{[k],2})\} \quad \dots (3)$$

Pertama adalah menghitung nilai *idle time* pada mesin 2, perhitungannya seperti di bawah ini

$$I_{[1],2} = t_{[1],1} = 2$$

$$\begin{aligned} I_{[2],2} &= \max \{0, (t_{[1],1} + t_{[2],1} - t_{[1],2} - I_{[1],2})\} \\ &= \max \{0, (2 + 3 - 2 - 2)\} \\ &= \max\{0,1\} \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{[3],2} &= \max \{0, (t_{[1],1} + t_{[2],1} + t_{[3],1} - t_{[1],2} - t_{[2],2} - I_{[1],2} - I_{[2],2})\} \\ &= \max \{0, (2 + 3 + 4 - 2 - 3 - 2 - 1)\} \\ &= \max\{0,1\} \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{[4],2} &= \max \{0, (t_{[1],1} + t_{[2],1} + t_{[3],1} + t_{[4],1} - t_{[1],2} - t_{[2],2} - t_{[3],2} - I_{[1],2} - I_{[2],2} \\ &\quad - I_{[3],2})\} \\ &= \max \{0, (2 + 3 + 4 + 5 - 2 - 3 - 3 - 2 - 1 - 1)\} \end{aligned}$$



$$= \max\{0,2\}$$

$$= 2$$

$$I_{[5],2} = \max \{0, (t_{[1],1} + t_{[2],1} + t_{[3],1} + t_{[4],1} + t_{[5],1} - t_{[1],2} - t_{[2],2} - t_{[3],2} - t_{[4],2} - I_{[1],2} - I_{[2],2} - I_{[3],2} - I_{[4],2})\}$$

$$= \max \{0, (2 + 3 + 4 + 5 + 6 - 2 - 3 - 3 - 3 - 2 - 1 - 1 - 2)\}$$

$$= \max\{0,3\}$$

$$= 3$$

Setelah menemukan nilai dari I pada mesin 2 kemudian diringkas dalam bentuk tabel. Hasil dari perhitungan di atas dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini

Tabel 4.3 hasil perhitungan nilai I pada mesin 2

Urutan	job	waktu di mesin 1	waktu di mesin 2	idle time mesin 2
	i	t[i],1	t[i],2	I[i],2
1	Dennis	2	2	2
2	Chika	3	3	1
3	HB New	4	3	1
4	Cici M	5	3	2
5	Kayla L	6	3	3
Total			14	9

Kemudian mencari nilai *idle time* pada mesin 3 dengan waktu baru di mesin 2. Cara menghitung waktu baru di mesin 2 adalah dengan menjumlahkan waktu di mesin 2 dengan *idle time* mesin 2. Setelah menemukan waktu baru di mesin 2 kemudian menghitung nilai *idle time* mesin 3 dengan menggunakan persamaan di bawah ini

$$I_{[i],3} = t_{[1],2}^{new}$$

$$I_{[i],3} = \max\{0, (\sum_{k=1}^i t_{[k],2}^{New} - \sum_{k=1}^{i-1} t_{[k],3} - \sum_{k=1}^{i-1} I_{[k],3})\}$$

$$I_{[1],3} = t_{new [1],2} = 4$$

$$I_{[2],3} = \max \{0, (t_{new [1],2} + t_{new [2],2} - t_{[1],3} - I_{[1],3})\}$$

$$= \max \{0, (4 + 4 - 33 - 4)\}$$

$$= \max \{0, -29\}$$

$$= 0$$

$$I_{[3],3} = \max \{0, (t_{new [1],2} + t_{new [2],2} + t_{new [3],2} - t_{[1],3} - t_{[2],3} - I_{[1],3} - I_{[2],3})\}$$

$$= \max \{0, (4 + 4 + 4 - 33 - 36 - 4 - 0)\}$$

$$= \max \{0, -61\}$$

$$= 0$$

$$I_{[4],3} = \max \{0, (t_{new [1],2} + t_{new [2],2} + t_{new [3],2} + t_{new [4],2} - t_{[1],3} - t_{[2],3} - t_{[3],3} - I_{[1],3} - I_{[2],3} - I_{[3],3})\}$$

$$= \max \{0, (4 + 4 + 4 + 5 - 33 - 36 - 37 - 4 - 0 - 0)\}$$

$$= \max \{0, -93\}$$

$$= 0$$

$$I_{[5],3} = \max \{0, (t_{new [1],2} + t_{new [2],2} + t_{new [3],2} + t_{new [4],2} + t_{new [5],2} - t_{[1],3} - t_{[2],3} - t_{[3],3} - t_{[4],3} - I_{[1],3} - I_{[2],3} - I_{[3],3} - I_{[4],3})\}$$

$$= \max \{0, (4 + 4 + 4 + 5 + 6 - 33 - 36 - 37 - 33 - 4 - 0 - 0 - 0)\}$$

$$= \max \{0, -120\}$$

$$= 0$$

Setelah menemukan nilai dari I pada mesin 3 kemudian diringkas dalam bentuk tabel. Hasil dari perhitungan di atas dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah ini

Tabel 4.4 hasil perhitungan nilai I pada mesin 3

urutan	Job	waktu di	<i>idle time</i>	waktu baru di	waktu di	<i>idle time</i>
		mesin 2	mesin 2	mesin 2	mesin 3	mesin 3
	i	$t_{[i],2}$	$I_{[i],2}$	$t_{new [i],2}$	$t_{[i],3}$	$I_{[i],3}$
1	Dennis	2	2	4	33	4
2	Chika	3	1	4	36	0
3	HB New	3	1	4	37	0
4	Cici M	3	2	5	33	0
5	Kayla L	3	3	6	34	0
Total					173	4

Kemudian mencari nilai *idle time* pada mesin 4 dengan waktu baru di mesin 3. Cara menghitung waktu baru di mesin 3 adalah dengan menjumlahkan waktu di mesin 3 dengan *idle time* mesin 3. Setelah menemukan waktu baru di mesin 3 kemudian menghitung nilai *idle time* mesin 4 dengan menggunakan persamaan di bawah ini

$$I_{[i]4} = t_{[1]3}^{new}$$

$$I_{[i]4} = \max\{0, (\sum_{k=1}^i t_{[k]3}^{New} - \sum_{k=1}^{i-1} t_{[k]4} - \sum_{k=1}^{i-1} I_{[k]4})\}$$

$$I_{[1]4} = t_{new [1]3} = 37$$

$$I_{[2]4} = \max \{0, (t_{new [1]3} + t_{new [2]3} - t_{[1]4} - I_{[1]4})\}$$

$$= \max \{0, (37 + 36 - 3 - 37)\}$$

$$= \max\{0,33\}$$

$$= 33$$

$$I_{[3]4} = \max \{0, (t_{new [1]3} + t_{new [2]3} + t_{new [3]3} - t_{[1]4} - t_{[2]4} - I_{[1]4} - I_{[2]4})\}$$

$$= \max \{0, (37 + 36 + 37 - 3 - 3 - 37 - 33)\}$$

$$= \max\{0,34\}$$

$$= 95$$

$$I_{[4]4} = \max \{0, (t_{new [1]3} + t_{new [2]3} + t_{new [3]3} + t_{new [4]3} - t_{[1]4} - t_{[2]4} - t_{[3]4} - I_{[1]4} - I_{[2]4} - I_{[3]4})\}$$

$$= \max \{0, (37 + 36 + 37 + 33 - 3 - 3 - 3 - 37 - 33 - 34)\}$$

$$= \max\{0,30\}$$

$$= 30$$

$$I_{[5]4} = \max \{0, (t_{new [1]3} + t_{new [2]3} + t_{new [3]3} + t_{new [4]3} + t_{new [5]3} - t_{[1]4} - t_{[2]4} - t_{[3]4} - t_{[4]4} - I_{[1]4} - I_{[2]4} - I_{[3]4} - I_{[4]4})\}$$

$$= \max \{0, (37 + 36 + 37 + 33 + 34 - 3 - 3 - 3 - 3 - 37 - 33 - 34 - 30)\}$$

$$= \max\{0,31\}$$

$$= 31$$

Setelah menemukan nilai dari I pada mesin 4 kemudian diringkas dalam bentuk tabel. Hasil dari perhitungan di atas dapat dilihat pada Tabel 4.5 di bawah ini

Tabel 4.5 hasil perhitungan nilai I pada mesin 4

urutan	<i>job</i>	waktu di mesin 3	<i>idle time</i> mesin 3	waktu baru di mesin 3	waktu di mesin 4	<i>idle time</i> mesin 4
	i	$t[i],3$	$I[i],3$	$t_{new} [i],3$	$t[i],4$	$I[i],4$
1	Denis	33	4	37	3	37
2	Chika	36	0	36	3	33
3	HB New	37	0	37	3	34
4	Cici M	33	0	33	3	30
5	Kayla L	34	0	34	3	31
Total					15	165

Total waktu pada perhitungan terakhir adalah 165 menit + 15 menit adalah 180 menit. Nilai dari 180 menit ini sama dengan nilai dari grafik  $K = 1$ . 180 menit adalah total waktu untuk menyelesaikan 1 buah produk untuk masing-masing jenis tas. Berarti total waktu seluruh produksi 800 tas adalah  $180 \times 160$  menghasilkan 28800 menit. Sedangkan total waktu menyelesaikan 1 tas untuk 5 jenis tas dari perusahaan berdasarkan OPC adalah 222 menit. Berarti total waktu seluruh produksi 800 tas adalah  $222 \times 160$  menghasilkan 35520 menit.

#### 4.2.2 Pengolahan data menggunakan metode CDS untuk 800 produk

Pengolahan data dapat dilakukan dengan cara menggunakan algoritma CDS. Jumlah produk yang akan diproduksi berjumlah 800 produk. Setiap 1 jenis tas memproduksi 160 produk. Langkah pertama adalah membuat tabel yang berisi nama produk serta waktu proses di setiap mesin seperti Tabel 4.6 di bawah ini

Tabel 4.6 waktu proses produk di setiap mesin dalam menit

Nama Produk	Waktu di Mesin (dalam menit)				Total
	1	2	3	4	
Tas Chika	480	480	5760	480	7200
Tas Cici M	800	480	5280	480	7040
Tas Dennis	320	320	5280	480	6400
Tas HB New	640	480	5920	480	7520
Tas Kayla L	960	480	5440	480	7360

Kemudian menentukan  $K = 1$  dengan menghitung  $t_{i,1}^*$  dan  $t_{i,2}^*$  dengan menggunakan 2 persamaan di bawah ini

$$t_{i,1}^* = \sum_{k=1}^K t_{i,k} \text{ dan } t_{i,2}^* = \sum_{k=1}^K t_{i,m-k+1} \quad \dots(2)$$

Untuk  $K = 1$ ,

Tas Chika :  $t_{i,1}^* = t_1$  mesin 1 = 480 menit

Tas Cici M :  $t_{i,1}^* = t_2$  mesin 1 = 800 menit

Tas Dennis :  $t_{i,1}^* = t_3$  mesin 1 = 320 menit

Tas HB New :  $t_{i,1}^* = t_4$  mesin 1 = 640 menit

Tas Kayla L :  $t_{i,1}^* = t_5$  mesin 1 = 960 menit

Tas Chika :  $t_{i,2}^* = t_1$  mesin 1 = 480 menit

Tas Cici M :  $t_{i,2}^* = t_2$  mesin 1 = 480 menit

Tas Dennis :  $t_{i,2}^* = t_3$  mesin 1 = 480 menit

Tas HB New :  $t_{i,2}^* = t_4$  mesin 1 = 480 menit

Tas Kayla L :  $t_{i,2}^* = t_5$  mesin 1 = 480 menit

Untuk  $K = 2$ ,

Tas Chika:  $t_{i,1}^* = t_1$  mesin 1 +  $t_1$  mesin 2

= 480 menit + 480 menit

= 960 menit



$$\begin{aligned} \text{Tas Cici M: } t_{i,1}^* &= t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2} \\ &= 800 \text{ menit} + 480 \text{ menit} \\ &= 1280 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Denis: } t_{i,1}^* &= t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2} \\ &= 320 \text{ menit} + 320 \text{ menit} \\ &= 640 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas HB New: } t_{i,1}^* &= t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2} \\ &= 640 \text{ menit} + 480 \text{ menit} \\ &= 1120 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Kayla L: } t_{i,1}^* &= t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2} \\ &= 960 \text{ menit} + 480 \text{ menit} \\ &= 1440 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Chika: } t_{i,2}^* &= t_1 \text{ mesin 4} + t_1 \text{ mesin 3} \\ &= 480 \text{ menit} + 5760 \text{ menit} \\ &= 6240 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Cici M: } t_{i,2}^* &= t_2 \text{ mesin 4} + t_2 \text{ mesin 3} \\ &= 480 \text{ menit} + 5280 \text{ menit} \\ &= 5760 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Dennis: } t_{i,2}^* &= t_3 \text{ mesin 4} + t_3 \text{ mesin 3} \\ &= 480 \text{ menit} + 5280 \text{ menit} \\ &= 5760 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas HB New: } t_{i,2}^* &= t_4 \text{ mesin 4} + t_4 \text{ mesin 3} \\ &= 480 \text{ menit} + 5920 \text{ menit} \\ &= 6400 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Kayla L: } t_{i,2}^* &= t_4 \text{ mesin 4} + t_4 \text{ mesin 3} \\ &= 480 \text{ menit} + 5440 \text{ menit} \\ &= 5920 \text{ menit} \end{aligned}$$

Untuk  $K = 3$ ,

$$\begin{aligned} \text{Tas Chika: } t_{i,1}^* &= t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2} + t_1 \text{ mesin 3} \\ &= 480 \text{ menit} + 480 \text{ menit} + 5760 \text{ menit} \\ &= 6720 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Cici M: } t_{i,1}^* &= t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2} + t_2 \text{ mesin 3} \\ &= 800 \text{ menit} + 480 \text{ menit} + 5280 \text{ menit} \\ &= 6560 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Denis: } t_{i,1}^* &= t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2} + t_3 \text{ mesin 3} \\ &= 320 \text{ menit} + 320 \text{ menit} + 5280 \text{ menit} \\ &= 5920 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas HB New: } t_{i,1}^* &= t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2} + t_4 \text{ mesin 3} \\ &= 640 \text{ menit} + 480 \text{ menit} + 5920 \text{ menit} \\ &= 7040 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Kayla L: } t_{i,1}^* &= t_1 \text{ mesin 1} + t_1 \text{ mesin 2} + t_5 \text{ mesin 3} \\ &= 960 \text{ menit} + 480 \text{ menit} + 5440 \text{ menit} \\ &= 6880 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Chika : } t_{i,2}^* &= t_1 \text{ mesin 4} + t_1 \text{ mesin 3} + t_1 \text{ mesin 2} \\ &= 480 \text{ menit} + 5760 \text{ menit} + 480 \text{ menit} \\ &= 6720 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Cici M : } t_{i,2}^* &= t_2 \text{ mesin 4} + t_2 \text{ mesin 3} + t_2 \text{ mesin 2} \\ &= 480 \text{ menit} + 5280 \text{ menit} + 480 \text{ menit} \\ &= 6240 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas Denis : } t_{i,2}^* &= t_3 \text{ mesin 4} + t_3 \text{ mesin 3} + t_3 \text{ mesin 2} \\ &= 480 \text{ menit} + 5280 \text{ menit} + 320 \text{ menit} \\ &= 6080 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tas HB New : } t_{i,2}^* &= t_4 \text{ mesin 4} + t_4 \text{ mesin 3} + t_4 \text{ mesin 2} \\ &= 480 \text{ menit} + 5920 \text{ menit} + 480 \text{ menit} \\ &= 6880 \text{ menit} \end{aligned}$$

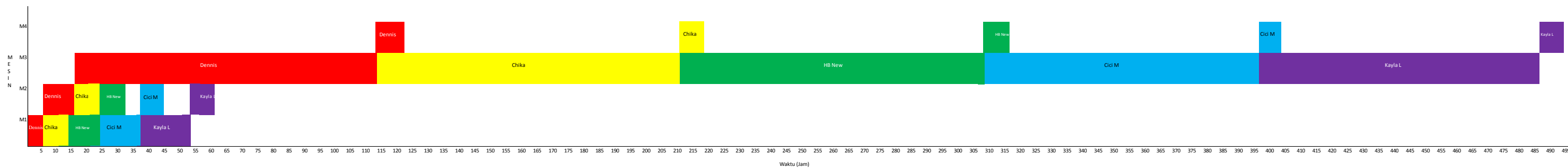
$$\begin{aligned}
 \text{Tas Kayla L : } t_{i,2}^* &= t_4 \text{ mesin 4} + t_4 \text{ mesin 3} + t_4 \text{ mesin 2} \\
 &= 480 \text{ menit} + 5440 \text{ menit} + 480 \text{ menit} \\
 &= 6400 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Setelah menghitung nilai K untuk setiap produk kemudian membuat tabel ringkasan hasil perhitungan tadi. Hasil dari perhitungan di atas dapat dilihat pada Tabel 4.7 di bawah ini

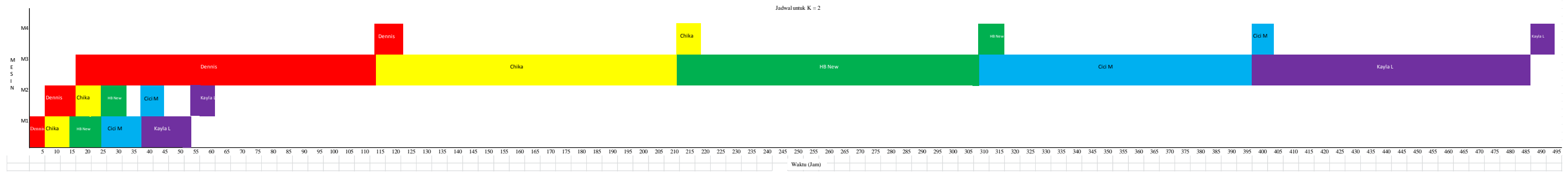
Tabel 4.7 nilai K untuk setiap produk

Nama Produk	K = 1		K = 2		K = 3	
	$t_{i,1}^*$	$t_{i,2}^*$	$t_{i,1}^*$	$t_{i,2}^*$	$t_{i,1}^*$	$t_{i,2}^*$
Tas Chika	480	480	960	6240	6720	6720
Tas Cici M	800	480	1380	5760	6660	6240
Tas Dennis	320	320	680	5760	5960	6080
Tas HB New	640	480	1120	6400	7040	6880
Tas Kayla L	960	480	1440	5920	6880	6400

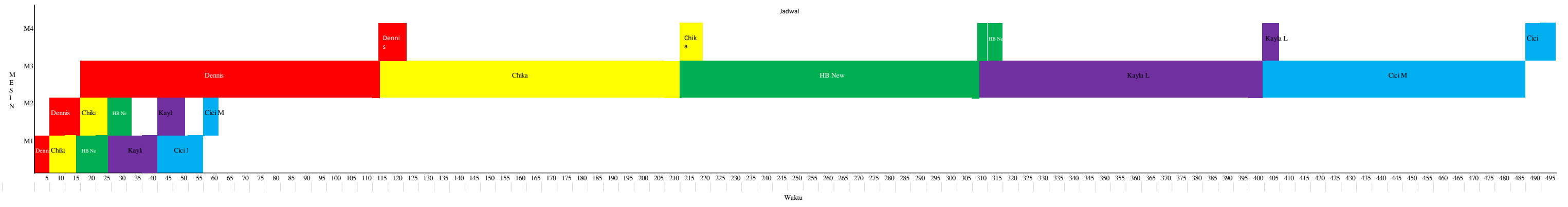
Setelah mendapatkan nilai K untuk masing-masing produk, kemudian menjadwalkan produk-produk di atas di mana  $t_{i,1} = t_{i,1}^*$  dan  $t_{i,2} = t_{i,2}^*$  yang nilainya telah diketahui dari langkah awal. Kemudian menggambarkan dalam bentuk grafik untuk setiap K dan memilih grafik dengan nilai terkecil. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.5 sampai dengan Gambar 4.7 di bawah ini.



Gambar 4.5 Gantt chart untuk K = 1



Gambar 4.6 Gantt chart untuk K = 2



Gambar 4.7 *Gantt chart* untuk  $K = 3$



Untuk  $K = 1$  dan  $K = 2$  memiliki urutan yang sama yaitu tas Denis, tas Chika, tas HB new, tas Cici M, dan tas Kayla L. Sedangkan untuk  $K = 3$  memiliki urutan dimulai dari tas Denis, tas Chika, tas HB New, tas Kayla L, dan tas Cici M. Waktu dari  $K = 1$ ,  $K = 2$  dan  $K = 3$  sama yaitu 493 jam. Walaupun urutan penjadwalan tas sudah beda tetapi nilai yang dihasilkan tetap sama. Maka dari itu diambil salah satu saja yaitu  $K = 1$  dengan urutan tas Denis, tas Chika, tas HB new, tas Cici M, dan tas Kayla L.

Kemudian dilakukan pembuktian dengan perhitungan apakah nanti hasil dari perhitungan sama dengan nilai dari yang ada di grafik. Perhitungan dilakukan dengan mencari nilai *idle time* untuk masing – masing mesin. Persamaan yang dapat dipakai untuk menghitungnya adalah dengan menggunakan persamaan di bawah ini

$$I_{[i],2} = \max\{0, (\sum_{k=1}^i t_{[k],1} - \sum_{k=1}^{i-1} t_{[k],2} - \sum_{k=1}^{i-1} I_{[k],2})\} \quad \dots (3)$$

Pertama adalah menghitung nilai *idle time* pada mesin 2, perhitungannya seperti di bawah ini

$$I_{[1],2} = t_{[1],1} = 5$$

$$\begin{aligned} I_{[2],2} &= \max \{0, (t_{[1],1} + t_{[2],1} - t_{[1],2} - I_{[1],2})\} \\ &= \max \{0, (5 + 8 - 10 - 5)\} \\ &= \max\{0,-2\} \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{[3],2} &= \max \{0, (t_{[1],1} + t_{[2],1} + t_{[3],1} - t_{[1],2} - t_{[2],2} - I_{[1],2} - I_{[2],2})\} \\ &= \max \{0, (5 + 8 + 10 - 10 - 8 - 5 - 0)\} \\ &= \max\{0,0\} \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{[4],2} &= \max \{0, (t_{[1],1} + t_{[2],1} + t_{[3],1} + t_{[4],1} - t_{[1],2} - t_{[2],2} - t_{[3],2} - I_{[1],2} - I_{[2],2} \\ &\quad - I_{[3],2})\} \\ &= \max \{0, (5 + 8 + 10 + 13 - 10 - 8 - 8 - 5 - 0 - 0)\} \\ &= \max\{0,5\} \end{aligned}$$

$$= 5$$

$$\begin{aligned} I_{[5],2} &= \max \{0, (t_{[1],1} + t_{[2],1} + t_{[3],1} + t_{[4],1} + t_{[5],1} - t_{[1],2} - t_{[2],2} - t_{[3],2} - t_{[4],2} \\ &\quad - I_{[1],2} - I_{[2],2} - I_{[3],2} - I_{[4],2})\} \\ &= \max \{0, (5 + 8 + 10 + 13 + 16 - 10 - 8 - 8 - 8 - 5 - 0 - 0 - 5)\} \\ &= \max \{0, 8\} \\ &= 18 \end{aligned}$$

Setelah menemukan nilai dari I pada mesin 2 kemudian diringkas dalam bentuk tabel. Hasil dari perhitungan di atas dapat dilihat pada Tabel 4.8 di bawah ini

Tabel 4.8 hasil perhitungan nilai I pada mesin 2

Urutan	job	waktu di mesin 1	waktu di mesin 2	idle time mesin 2
	i	t[i],1	t[i],2	I[i],2
1	Dennis	5	10	5
2	Chika	8	8	0
3	HB New	10	8	0
4	Cici M	13	8	5
5	Kayla L	16	8	8
Total			42	18

Kemudian mencari nilai *idle time* pada mesin 3 dengan waktu baru di mesin 2. Cara menghitung waktu baru di mesin 2 adalah dengan menjumlahkan waktu di mesin 2 dengan *idle time* mesin 2. Setelah menemukan waktu baru di mesin 2 kemudian menghitung nilai *idle time* mesin 3 dengan menggunakan persamaan di bawah ini

$$\begin{aligned} I_{[i],3} &= t_{[1],2}^{new} \\ I_{[i],3} &= \max \{0, (\sum_{k=1}^i t_{[k],2}^{New} - \sum_{k=1}^{i-1} t_{[k],3} - \sum_{k=1}^{i-1} I_{[k],3})\} \end{aligned}$$

$$I_{[1],3} = t_{new [1],2} = 15$$

$$\begin{aligned} I_{[2],3} &= \max \{0, (t_{new [1],2} + t_{new [2],2} - t_{[1],3} - I_{[1],3})\} \\ &= \max \{0, (15 + 8 - 98 - 15)\} \end{aligned}$$

$$= \max\{0, -90\}$$

$$= 0$$

$$I_{[3],3} = \max\{0, (t_{new [1],2} + t_{new [2],2} + t_{new [3],2} - t_{[1],3} - t_{[2],3} - I_{[1],3} - I_{[2],3})\}$$

$$= \max\{0, (15 + 8 + 8 - 98 - 96 - 15 - 0)\}$$

$$= \max\{0, -178\}$$

$$= 0$$

$$I_{[4],3} = \max\{0, (t_{new [1],2} + t_{new [2],2} + t_{new [3],2} + t_{new [4],2} - t_{[1],3} - t_{[2],3} - t_{[3],3} - I_{[1],3} - I_{[2],3} - I_{[3],3})\}$$

$$= \max\{0, (15 + 8 + 8 + 13 - 98 - 96 - 98 - 15 - 0 - 0)\}$$

$$= \max\{0, -263\}$$

$$= 0$$

$$I_{[5],3} = \max\{0, (t_{new [1],2} + t_{new [2],2} + t_{new [3],2} + t_{new [4],2} + t_{new [5],2} - t_{[1],3} - t_{[2],3} - t_{[3],3} - t_{[4],3} - I_{[1],3} - I_{[2],3} - I_{[3],3} - I_{[4],3})\}$$

$$= \max\{0, (4 + 4 + 4 + 5 + 6 - 33 - 36 - 37 - 33 - 4 - 0 - 0 - 0)\}$$

$$= \max\{0, -120\}$$

$$= 0$$

Setelah menemukan nilai dari I pada mesin 3 kemudian diringkas dalam bentuk tabel. Hasil dari perhitungan di atas dapat dilihat pada Tabel 4.9 di bawah ini

Tabel 4.9 hasil perhitungan nilai I pada mesin 3

urutan	Job	waktu di mesin 2	<i>idle time</i> mesin 2	waktu baru di mesin 2	waktu di mesin 3	<i>idle time</i> mesin 3
	i	$t_{[i],2}$	$I_{[i],2}$	$t_{new [i],2}$	$t_{[i],3}$	$I_{[i],3}$
1	Dennis	10	5	15	98	15
2	Chika	8	0	8	96	0
3	HB New	8	0	8	98	0
4	Cici M	8	5	13	88	0
5	Kayla L	8	8	16	90	0
Total					470	0

Kemudian mencari nilai *idle time* pada mesin 4 dengan waktu baru di mesin 3. Cara menghitung waktu baru di mesin 3 adalah dengan menjumlahkan

waktu di mesin 3 dengan *idle time* mesin 3. Setelah menemukan waktu baru di mesin 3 kemudian menghitung nilai *idle time* mesin 4 dengan menggunakan persamaan di bawah ini

$$I_{[i]4} = t_{[1]3}^{new}$$

$$I_{[i]4} = \max\{0, (\sum_{k=1}^i t_{[k]3}^{New} - \sum_{k=1}^{i-1} t_{[k]4} - \sum_{k=1}^{i-1} I_{[k]4})\}$$

$$I_{[1]4} = t_{new [1]3} = 113$$

$$I_{[2]4} = \max \{0, (t_{new [1]3} + t_{new [2]3} - t_{[1]4} - I_{[1]4})\}$$

$$= \max \{0, (113 + 96 - 8 - 113)\}$$

$$= \max\{0,88\}$$

$$= 88$$

$$I_{[3]4} = \max \{0, (t_{new [1]3} + t_{new [2]3} + t_{new [3]3} - t_{[1]4} - t_{[2]4} - I_{[1]4} - I_{[2]4})\}$$

$$= \max \{0, (113 + 96 + 98 - 8 - 8 - 113 - 88)\}$$

$$= \max\{0,90\}$$

$$= 90$$

$$I_{[4]4} = \max \{0, (t_{new [1]3} + t_{new [2]3} + t_{new [3]3} + t_{new [4]3} - t_{[1]4} - t_{[2]4} - t_{[3]4} - I_{[1]4} - I_{[2]4} - I_{[3]4})\}$$

$$= \max \{0, (113 + 96 + 98 + 88 - 8 - 8 - 8 - 113 - 88 - 90)\}$$

$$= \max\{0,80\}$$

$$= 80$$

$$I_{[5]4} = \max \{0, (t_{new [1]3} + t_{new [2]3} + t_{new [3]3} + t_{new [4]3} + t_{new [5]3} - t_{[1]4} - t_{[2]4} - t_{[3]4} - t_{[4]4} - I_{[1]4} - I_{[2]4} - I_{[3]4} - I_{[4]4})\}$$

$$= \max \{0, (113 + 96 + 98 + 88 + 90 - 8 - 8 - 8 - 8 - 113 - 88 - 90 - 80)\}$$

$$= \max\{0,82\}$$

$$= 82$$

Setelah menemukan nilai dari I pada mesin 4 kemudian diringkas dalam bentuk tabel. Hasil dari perhitungan di atas dapat dilihat pada Tabel 4.10 di bawah ini

Tabel 4.10 hasil perhitungan nilai I pada mesin 4

urutan	<i>job</i>	waktu di mesin 3	<i>idle time</i> mesin 3	waktu baru di mesin 3	waktu di mesin 4	<i>idle time</i> mesin 4
	i	$t[i],3$	$I[i],3$	$t_{new} [i],3$	$t[i],4$	$I[i],4$
1	Denis	98	15	113	8	113
2	Chika	96	0	96	8	88
3	HB New	98	0	98	8	90
4	Cici M	88	0	88	8	80
5	Kayla L	90	0	90	8	82
Total					40	453

Total waktu pada perhitungan terakhir adalah 453 jam + 40 jam adalah 493 jam. Nilai dari 493 jam ini sama dengan nilai dari grafik  $K = 1$ . 493 jam adalah total waktu untuk menyelesaikan 800 buah produk untuk masing-masing jenis tas.

#### 4.1.4 Pengolahan data menggunakan metode terapan dari UMKM Alra

Dalam acara Nakrav, perusahaan mengharuskan pegawai untuk bekerja setiap hari dari jam 8 pagi sampai jam 8 malam. Jadi total waktu pegawai bekerja dalam sehari adalah 11 jam atau 660 menit. Penjadwalan yang dilakukan di UMKM tersebut adalah membuat tas dimulai dari tingkat kesulitan tas yang lebih mudah terlebih dahulu. Urutan pembuatan tas menurut UMKM adalah dimulai dari tas HB New, tas Chika, tas Cici M, tas Kayla L dan tas Dennis.

Total waktu produksi untuk tas HB new adalah 47 menit. Waktu dalam sehari bekerja yaitu 11 jam atau 660 menit. 660 menit dibagi 47 menit menghasilkan sekitar 15 tas. Dalam sehari dapat menghasilkan 15 tas. Jumlah tas dalam 1 jenis tas 160 tas. Maka 160 tas dibagi 15 tas menghasilkan 11 hari kerja. Jadi dalam memproduksi tas HB New membutuhkan waktu 11 hari kerja.

Sedangkan untuk waktu yang tidak lembur yaitu 7 jam bekerja menghasilkan produk tas yang lebih lama. Apabila dalam 11 jam bekerja menghasilkan 15 tas maka untuk menghasilkan tas dalam 7 jam bekerja adalah

sekitar 7 tas dalam sehari bekerja. Jadi total waktu dalam bekerja adalah 22 hari kerja

Total waktu produksi untuk tas Chika adalah 45 menit. Waktu dalam sehari bekerja yaitu 11 jam atau 660 menit. 660 menit dibagi 45 menit menghasilkan sekitar 16 tas. Dalam sehari dapat menghasilkan 16 tas. Jumlah tas dalam 1 jenis tas 160 tas. Maka 160 tas dibagi 16 tas menghasilkan 10 hari kerja. Jadi dalam memproduksi tas Chika membutuhkan waktu 10 hari kerja.

Sedangkan untuk waktu yang tidak lembur yaitu 7 jam bekerja menghasilkan produk tas yang lebih lama. Apabila dalam 11 jam bekerja menghasilkan 16 tas maka untuk menghasilkan tas dalam 7 jam bekerja adalah sekitar 8 tas dalam sehari bekerja. Jadi total waktu dalam bekerja adalah 20 hari kerja

Total waktu produksi untuk tas Cici M adalah 44 menit. Waktu dalam sehari bekerja yaitu 11 jam atau 660 menit. 660 menit dibagi 44 menit menghasilkan sekitar 16 tas. Dalam sehari dapat menghasilkan 16 tas. Jumlah tas dalam 1 jenis tas 160 tas. Maka 160 tas dibagi 16 tas menghasilkan 10 hari kerja. Jadi dalam memproduksi tas Cici M membutuhkan waktu 10 hari kerja.

Sedangkan untuk waktu yang tidak lembur yaitu 7 jam bekerja menghasilkan produk tas yang lebih lama. Apabila dalam 11 jam bekerja menghasilkan 16 tas maka untuk menghasilkan tas dalam 7 jam bekerja adalah sekitar 8 tas dalam sehari bekerja. Jadi total waktu dalam bekerja adalah 20 hari kerja

Total waktu produksi untuk tas Kayla L adalah 46 menit. Waktu dalam sehari bekerja yaitu 11 jam atau 660 menit. 720 menit dibagi 46 menit menghasilkan sekitar 16 tas. Dalam sehari dapat menghasilkan 16 tas. Jumlah tas dalam 1 jenis tas 160 tas. Maka 160 tas dibagi 16 tas menghasilkan 10 hari kerja. Jadi dalam memproduksi tas HB New membutuhkan waktu 10 hari kerja.

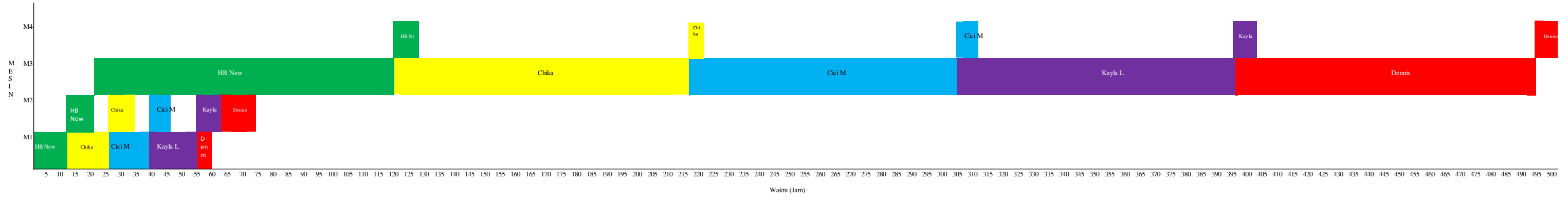
Sedangkan untuk waktu yang tidak lembur yaitu 7 jam bekerja menghasilkan produk tas yang lebih lama. Apabila dalam 11 jam bekerja menghasilkan 16 tas maka untuk menghasilkan tas dalam 7 jam bekerja adalah



sekitar 8 tas dalam sehari bekerja. Jadi total waktu dalam bekerja adalah 20 hari kerja

Total waktu produksi untuk tas Dennis adalah 40 menit. Waktu dalam sehari bekerja yaitu 11 jam atau 660 menit. 720 menit dibagi 40 menit menghasilkan sekitar 18 tas. Dalam sehari dapat menghasilkan 18 tas. Jumlah tas dalam 1 jenis tas 160 tas. Maka 160 tas dibagi 18 tas menghasilkan sekitar 9 hari kerja. Jadi dalam memproduksi tas HB New membutuhkan waktu 9 hari kerja.

Sedangkan untuk waktu yang tidak lembur yaitu 7 jam bekerja menghasilkan produk tas yang lebih lama. Apabila dalam 11 jam bekerja menghasilkan 18 tas maka untuk menghasilkan tas dalam 7 jam bekerja adalah sekitar 9 tas dalam sehari bekerja. Jadi total waktu dalam bekerja adalah 18 hari kerja. *Gantt Chart* menurut perhitungan terapan UMKM dapat dilihat pada Gambar 4.5 di bawah ini.



Gambar 4.8 Gantt chart untuk metode terapan UMKM

### 4.3 Analisis Hasil

Berdasarkan dari data didapatkan data produk tas yang diproduksi untuk acara nakrav sebanyak 800 tas untuk 5 jenis tas dan data waktu proses untuk setiap prosesnya. Data yang sudah ada kemudian dihitung berdasarkan dari UMKM dan metode algoritma CDS.

Urutan pembuatan tas menurut UMKM adalah dimulai dari yang mudah terlebih dahulu yaitu tas HB New, tas Chika, tas Cici M, tas Kayla L dan tas Dennis. Total waktu produksi untuk 1 unit tas HB new adalah 47 menit, apabila dikerjakan dengan waktu normal dan jam lembur atau 11 jam perhari, maka akan memperoleh jumlah produksi 15 unit tas. Jika diperhitungkan hanya waktu normal atau 7 jam perhari, maka akan diperoleh jumlah produksi 7 unit tas dan pesanan dapat diselesaikan dalam waktu 22 hari kerja.

Total waktu produksi untuk tas Chika adalah 45 menit, apabila dikerjakan dengan waktu normal dan jam lembur atau 11 jam perhari, maka akan memperoleh jumlah produksi 16 unit tas. Jika diperhitungkan hanya waktu normal atau 7 jam perhari, maka akan diperoleh jumlah produksi 8 unit tas dan pesanan dapat diselesaikan dalam waktu 20 hari kerja.

Total waktu produksi untuk tas Cici M adalah 44 menit., apabila dikerjakan dengan waktu normal dan jam lembur atau 11 jam perhari, maka akan memperoleh jumlah produksi 16 unit tas. Jika diperhitungkan hanya waktu normal atau 7 jam perhari, maka akan diperoleh jumlah produksi 8 unit tas dan pesanan dapat diselesaikan dalam waktu 20 hari kerja.

Total waktu produksi untuk tas Kayla L adalah 46 menit, apabila dikerjakan dengan waktu normal dan jam lembur atau 11 jam perhari, maka akan memperoleh jumlah produksi 16 unit tas. Jika diperhitungkan hanya waktu normal atau 7 jam perhari, maka akan diperoleh jumlah produksi 8 unit tas dan pesanan dapat diselesaikan dalam waktu 20 hari kerja.

Total waktu produksi untuk tas Dennis adalah 40 menit, apabila dikerjakan dengan waktu normal dan jam lembur atau 11 jam perhari, maka akan memperoleh jumlah produksi 18 unit tas. Jika diperhitungkan hanya waktu normal

atau 7 jam perhari, maka akan diperoleh jumlah produksi 8 unit tas dan pesanan dapat diselesaikan dalam waktu 18 hari kerja.

Hal pertama yang dilakukan saat menghitung menggunakan algoritma CDS adalah menentukan nilai  $t_{i,1}^*$  dan  $t_{i,2}^*$  dari  $K = 1$ ,  $K = 2$  dan  $K = 3$ . Setelah mendapatkan nilainya dilanjutkan menggambar *gantt chart* untuk  $K = 1$ ,  $K = 2$  dan  $K = 3$ . Setelah itu dicari waktu makespan terkecil di antara 3 *gantt chart* tersebut. Setelah itu membuktikan gambar grafik itu dengan perhitungan. Perhitungan yang dilakukan adalah menghitung nilai *idle time* untuk setiap mesin. Setelah menghitung nilai *idle time* sampai ke mesin terakhir, total nilai dari mesin terakhir atau mesin 4 dan total nilai idle time mesin terakhir atau mesin 4 dijumlahkan hasilnya. Jika hasilnya sama, maka grafik tersebut dianggap valid.

Perhitungan menggunakan CDS adalah 180 menit untuk 1 tas setiap 5 jenis tasnya. Dalam sehari dapat menghasilkan 2 tas untuk setiap 5 jenis tasnya dan total waktu bekerja adalah 360 menit atau 6 jam dalam sehari. Dalam 6 jam tersebut dapat memproduksi 10 tas untuk setiap 5 jenis tasnya dan tidak perlu lembur. Berarti total keseluruhan hari dalam memproduksi 800 jenis tas adalah 80 hari. Dalam 80 hari ini hanya bekerja di hari Senin sampai dengan Jumat dari jam 8 pagi sampai dengan jam 4 sore seperti jadwal biasanya. Acara nakrav dilaksanakan pada tanggal 9 April 2018, jika dihitung mundur selama 80 hari maka dapat ditemukan tanggal dimulainya produksi adalah tanggal 18 Desember 2017 dengan bekerja hanya di hari Senin sampai Jumat dan tidak lembur.

Produksi menurut UMKM yang bekerja selama 12 jam kerja menghasilkan 800 tas dalam 50 hari dan bekerja setiap hari mulai hari Senin sampai dengan Minggu dari jam 8 pagi samapai dengan jam 8 malam. Acara nakrav dilaksanakan pada tanggal 9 April 2018, jika dihitung mundur selama 50 hari maka dapat ditemukan tanggal dimulainya produksi adalah tanggal 12 Februari 2018 dengan bekerja setiap hari mulai hari Senin sampai Minggu dan lembur.

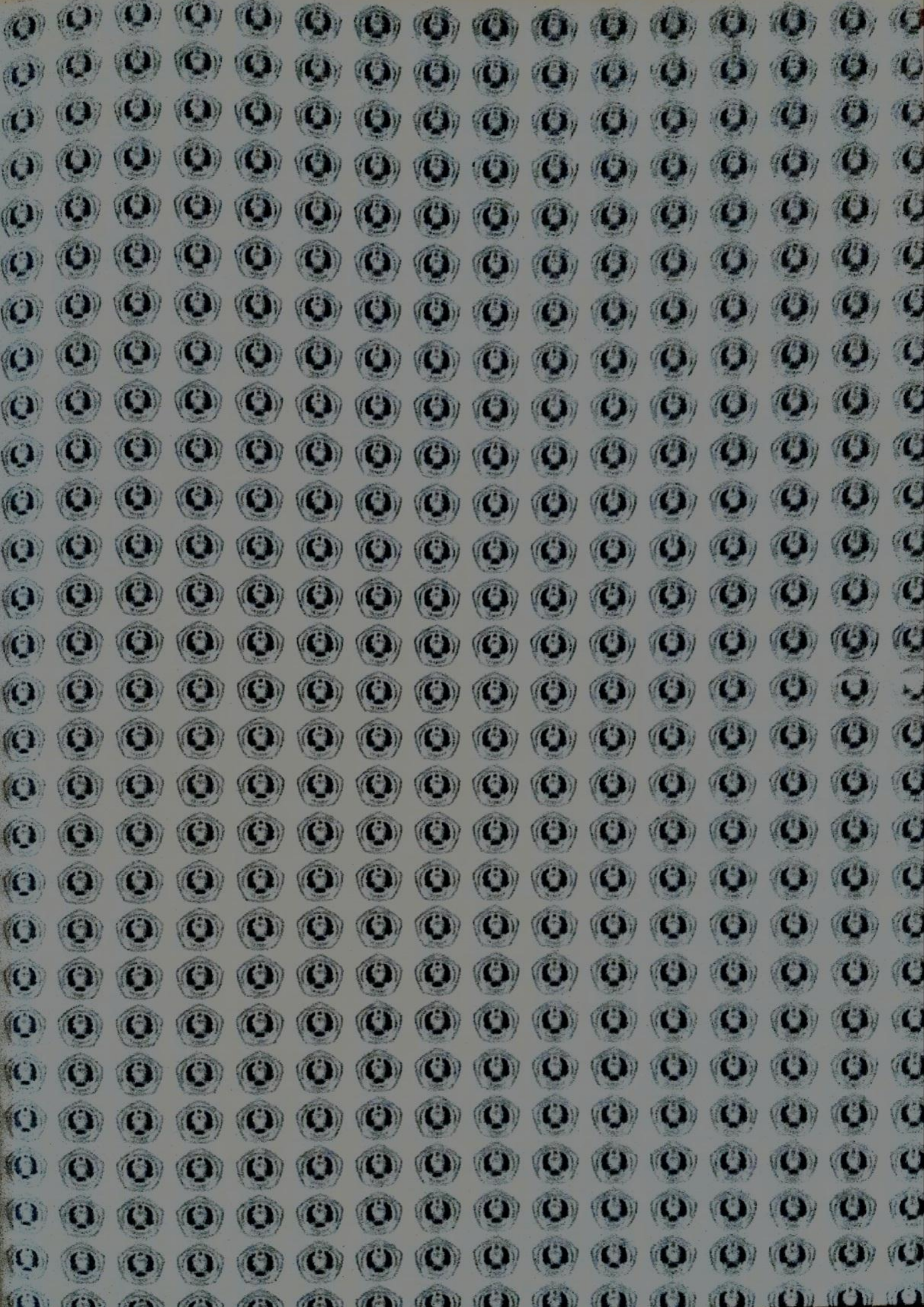
Produksi menurut UMKM yang bekerja selama 7 jam kerja menghasilkan 800 tas dalam 100 hari dan bekerja setiap hari mulai hari Senin sampai dengan Minggu dari jam 8 pagi samapai dengan jam 4 sore seperti jadwal biasanya

dengan waktu istirahat 1 jam. Acara nakrav dilaksanakan pada tanggal 9 April 2018, jika dihitung mundur selama 100 hari maka dapat ditemukan tanggal dimulainya produksi adalah tanggal 30 Desember 2017 dengan bekerja setiap hari mulai hari Senin sampai Minggu dan tidak lembur.

Perhitungan menggunakan CDS adalah 180 menit untuk 1 tas setiap 5 jenis tasnya. Dalam sehari dapat menghasilkan 2 tas untuk setiap 5 jenis tasnya dan total waktu bekerja adalah 360 menit atau 6 jam dalam sehari. Dalam 6 jam tersebut dapat memproduksi 10 tas untuk setiap 5 jenis tasnya dan tidak perlu lembur. Berarti total keseluruhan hari dalam memproduksi 800 jenis tas adalah 80 hari. Dalam 80 hari ini hanya bekerja di hari Senin sampai dengan Jumat dari jam 8 pagi samapai dengan jam 4 sore seperti jadwal biasanya. Acara nakrav dilaksanakan pada tanggal 9 April 2018, jika dihitung mundur selama 80 hari maka dapat ditemukan tanggal dimulainya produksi adalah tanggal 18 Desember 2017 dengan bekerja hanya di hari Senin sampai Jumat dan tidak lembur.

Walaupun jumlah harinya lebih sedikit dibandingkan dengan algoritma CDS, tetapi dalam kurun waktu 50 hari UMKM Alra harus melakukan jam lembur setiap hari. Mulai bekerja di hari Senin dari jam 8 pagi sampai dengan jam 8 malam dan itu dilakukan setiap hari sampai hari Minggu. Hal ini sangat tidak efektif seperti menambah jam kerja atau lembur dan UMKM harus mengeluarkan biaya tambahan untuk pegawai yang lembur.







## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan dari hasil penelitian, pengolahan data dan analisis hasil maka dapat disimpulkan bahwa:

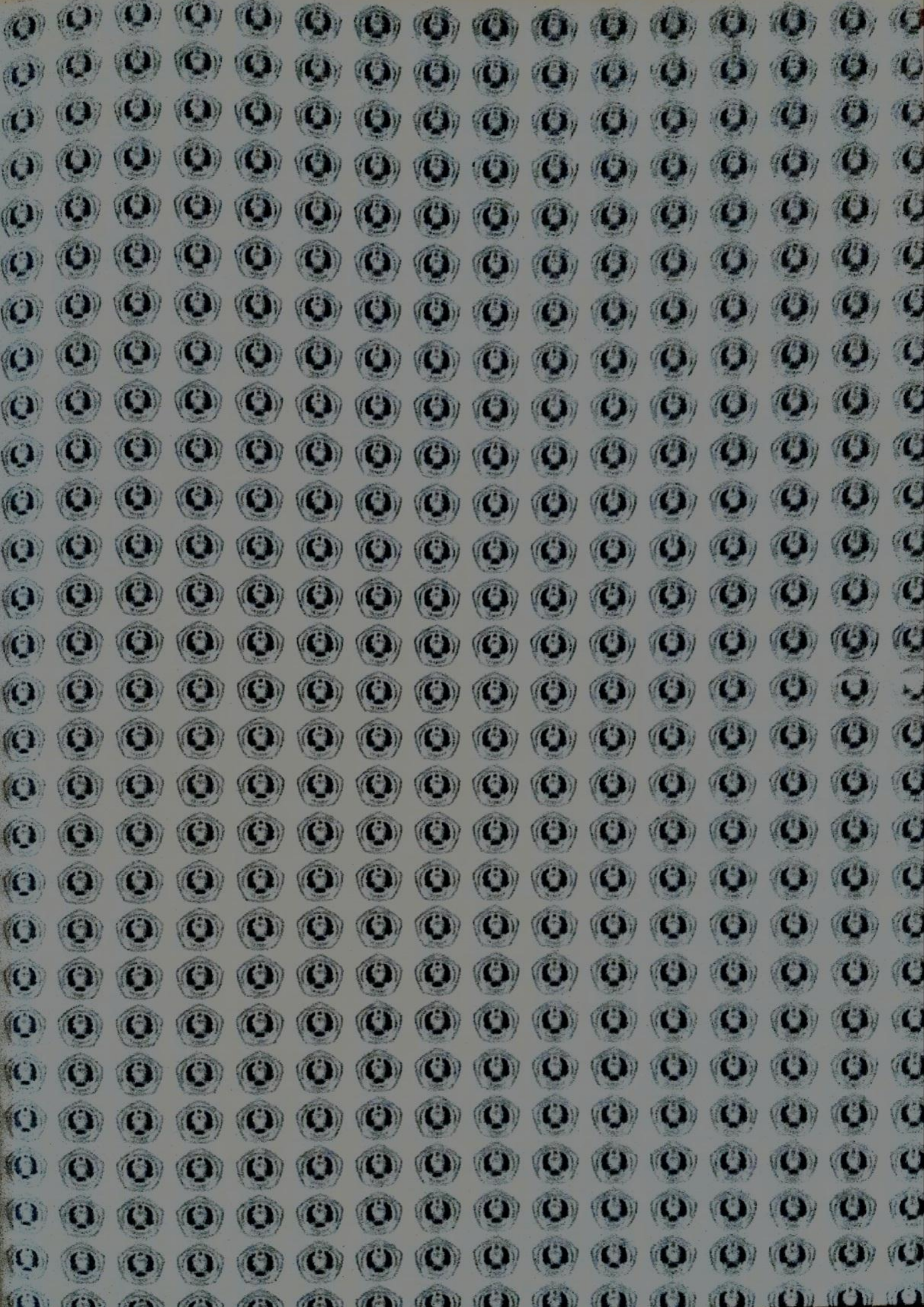
1. Penjadwalan yang dilakukan UMKM Alra memerlukan jumlah waktu produksi total selama 35520 menit. Setelah dilakukan penjadwalan dengan algoritma CDS terjadi penghematan waktu produksi menjadi 28800 menit.
2. Jam lembur yang diberlakukan untuk memproduksi tas oleh UMKM dapat dihilangkan.

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah

1. UMKM Alra Lifestyle sebaiknya menerapkan penjadwalan produksi dengan algoritma CDS karena dapat membuat para pegawai yang bekerja tidak perlu lembur lagi dan dapat memproduksi tas dengan waktu yang lebih singkat.
2. Bagi peneliti lebih lanjut sebaiknya meneliti bagian rantai produksi terutama saat memproduksi tas untuk acara nakrav dengan metode yang lain untuk lebih mengoptimalkan hasil yaitu waktu dan produk.



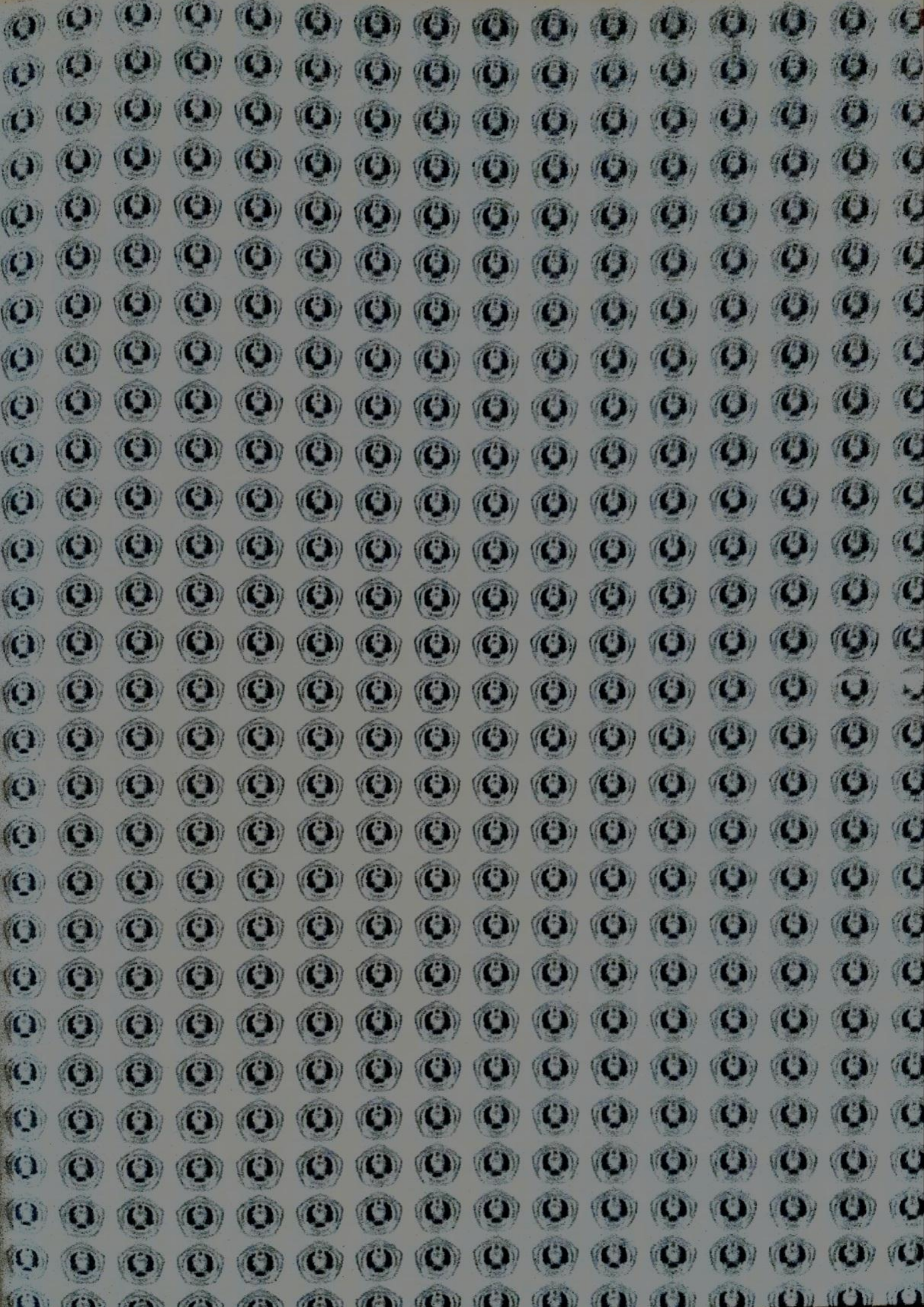




## DAFTAR PUSTAKA

- Baker, K. R., Trietsch. (2009). *Principles of Sequencing and Scheduling*. America : John Wiley & Sons, Inc.
- Bedworth, D. D. & Cao, J. (2002). *Flow Shop Scheduling in Serial Multiproduct Processes With Transfer and set-up Times*. USA: Department of Industrial Engineering, Arizona State University.
- Conway, R. W., Maxwell, W. L., Miller, L. W., (2001), *Theory of Scheduling*, America : Addison-Wesley Publishing Company.
- Gunarta, K., 1999, *Perencanaan dan Pengendalian Persediaan*, Jakarta: PT. Candimas Metropole.
- Harding, H. A., dan A.M.B.I.M., 1984, *Manajemen Produksi Seri Manajemen No 35*, Jakarta: Balai Aksara.
- Iriadi, D.W., 2005. Penjadwalan Sistem Produksi *Job Shop* Menggunakan Pendekatan *Theory of Constraints* dengan *Backward* dan *Forward Scheduling*, Yogyakarta.
- Nasution, A. H., 1999, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Jakarta: PT. Candimas Metropole.
- Nasution, A. H., 2006. *Manajemen Industri*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Pinedo, M. L., (2005), *Planning and Scheduling in Manufacturing and Services*, New York, USA.
- Risa, Helmi, Marisi Aritonang., (2015). Perbandingan Metode Campbell Dudek And Smith (Cds) Dan Palmer Dalam Meminimasi Total Waktu Penyelesaian. Bimaster. Volume 04, No. 3 (2015), hal 181 – 190.
- Uttari, S., (2008), *Produk Main Frame Pada Mesin Punch Exentrik di PT Beton Perkasa Wijaksana*, Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional. Jakarta.
- Yamit, Z., 2005, *Manajemen Produksi dan Operasi*, Yogyakarta: Ekonisa.





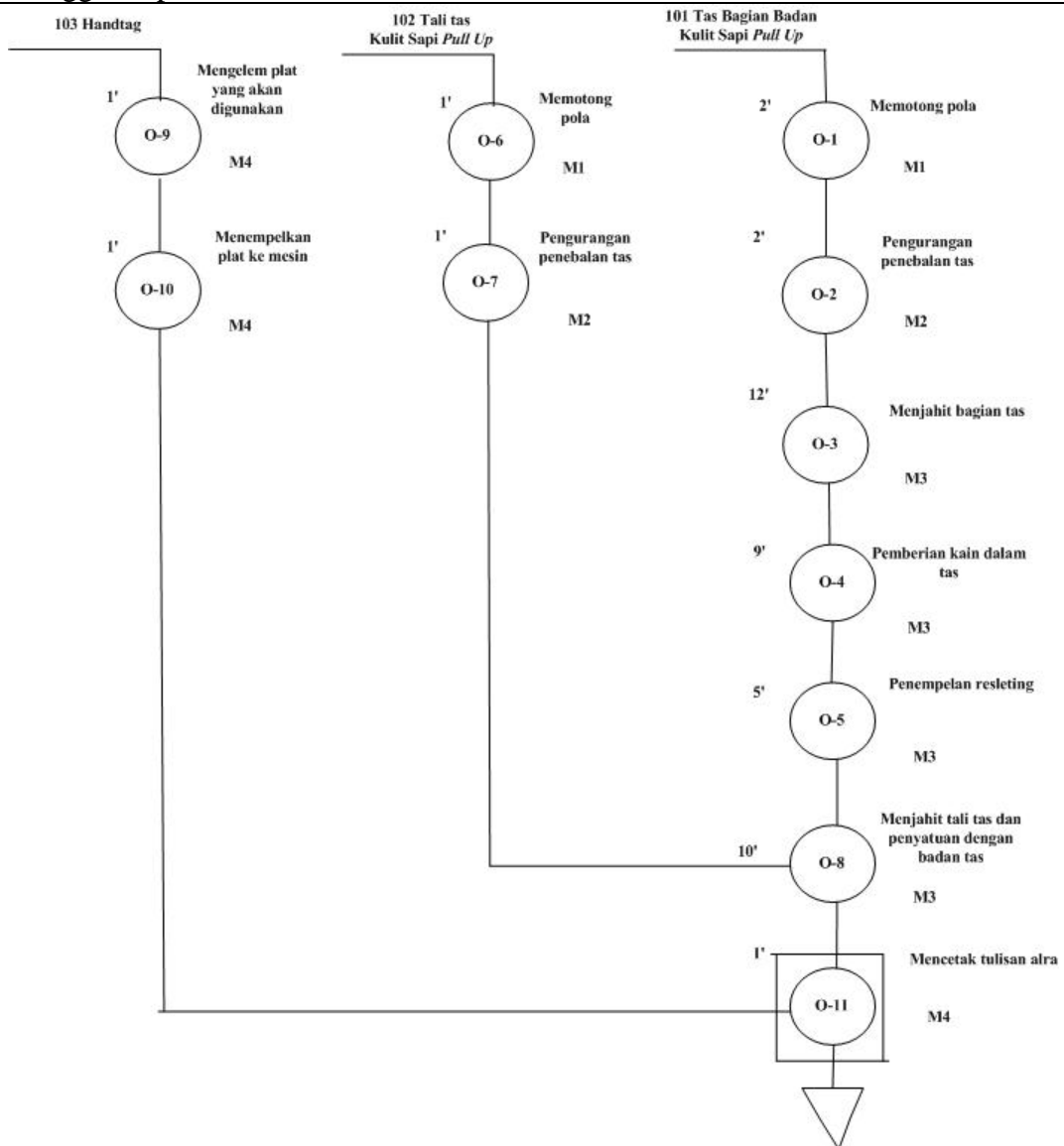


## **LAMPIRAN 1**

### ***Operation Process Chart***

## PETA PROSES OPERASI

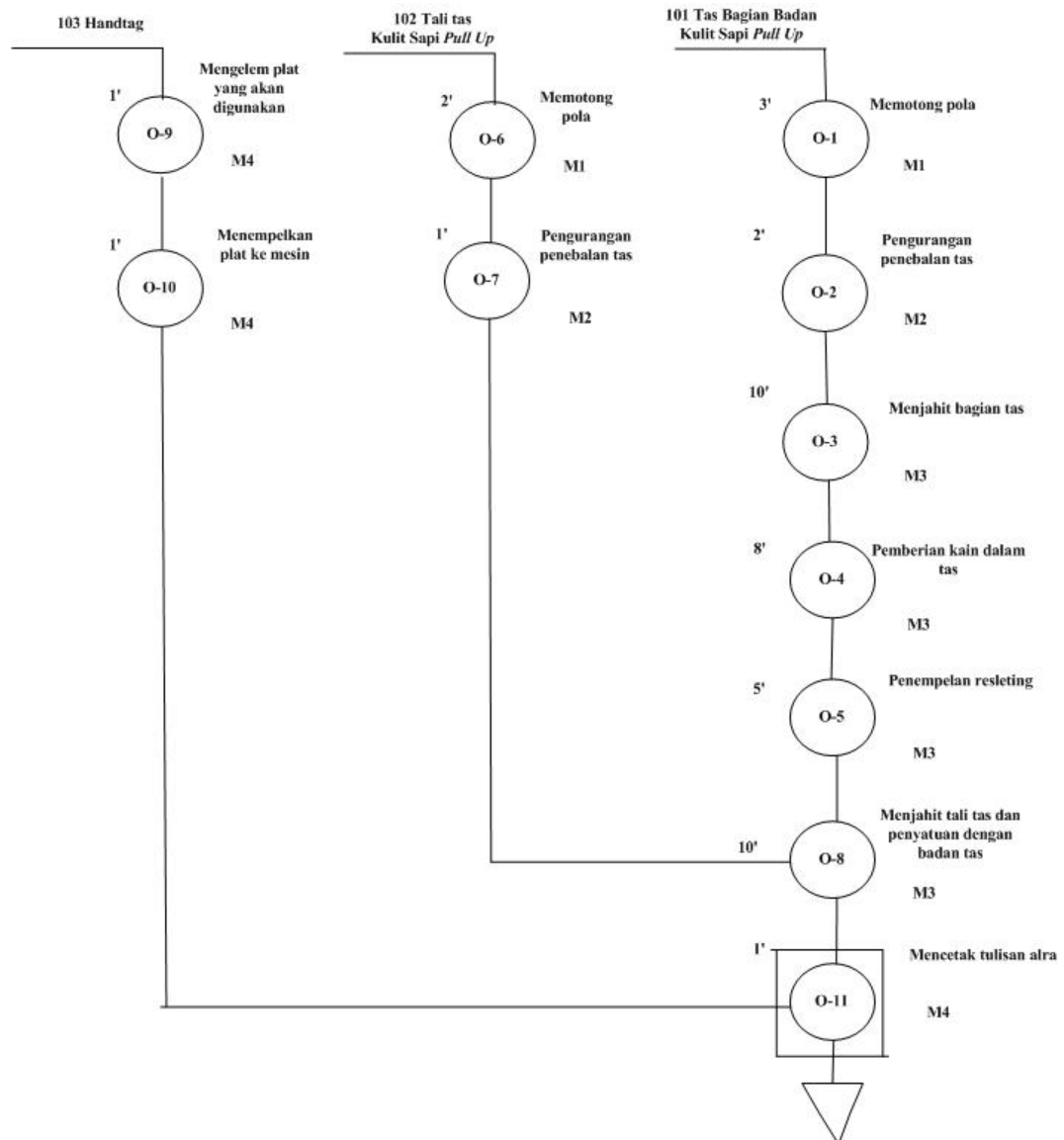
Nama Objek : Tas Chika  
 Nomor : 1  
 Sekarang  Usulan   
 Dipetakan oleh : Arung  
 Tanggal Dipetakan : 18 Oktober 2018



Ringkasan		
Kegiatan	Jumlah	Waktu (menit)
Operasi	11	44
Pemeriksaan	1	1
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>45</b>

## PETA PROSES OPERASI

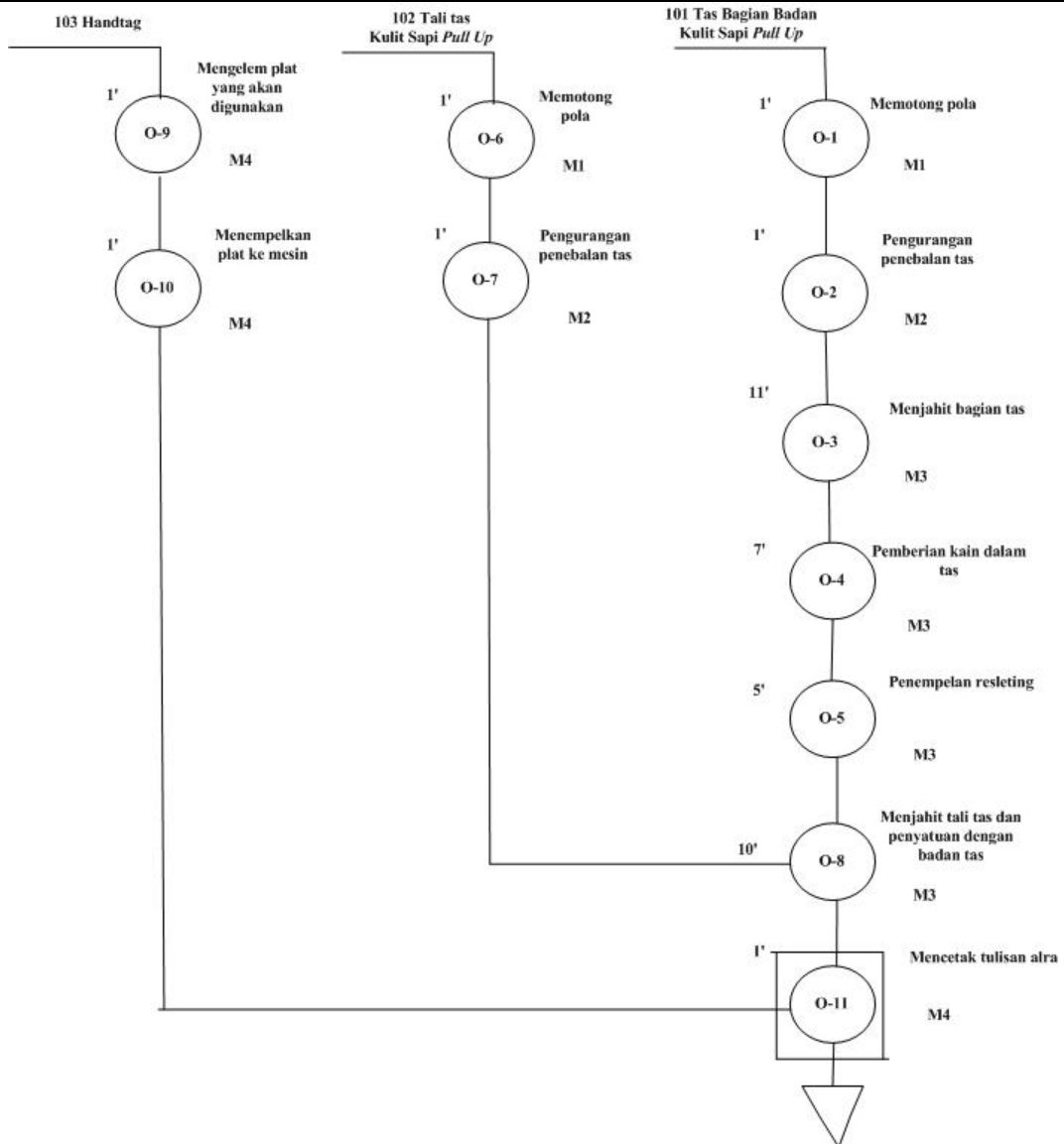
Nama Objek : Tas Cici M  
 Nomor : 2  
 Sekarang  Usulan   
 Dipetakan oleh : Arung  
 Tanggal Dipetakan : 18 Oktober 2018



Ringkasan		
Kegiatan	Jumlah	Waktu (menit)
Operasi	11	43
Pemeriksaan	1	1
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>44</b>

## PETA PROSES OPERASI

Nama Objek : Tas Dennis  
 Nomor : 3  
 Sekarang  Usulan   
 Dipetakan oleh : Arung  
 Tanggal Dipetakan : 18 Oktober 2018

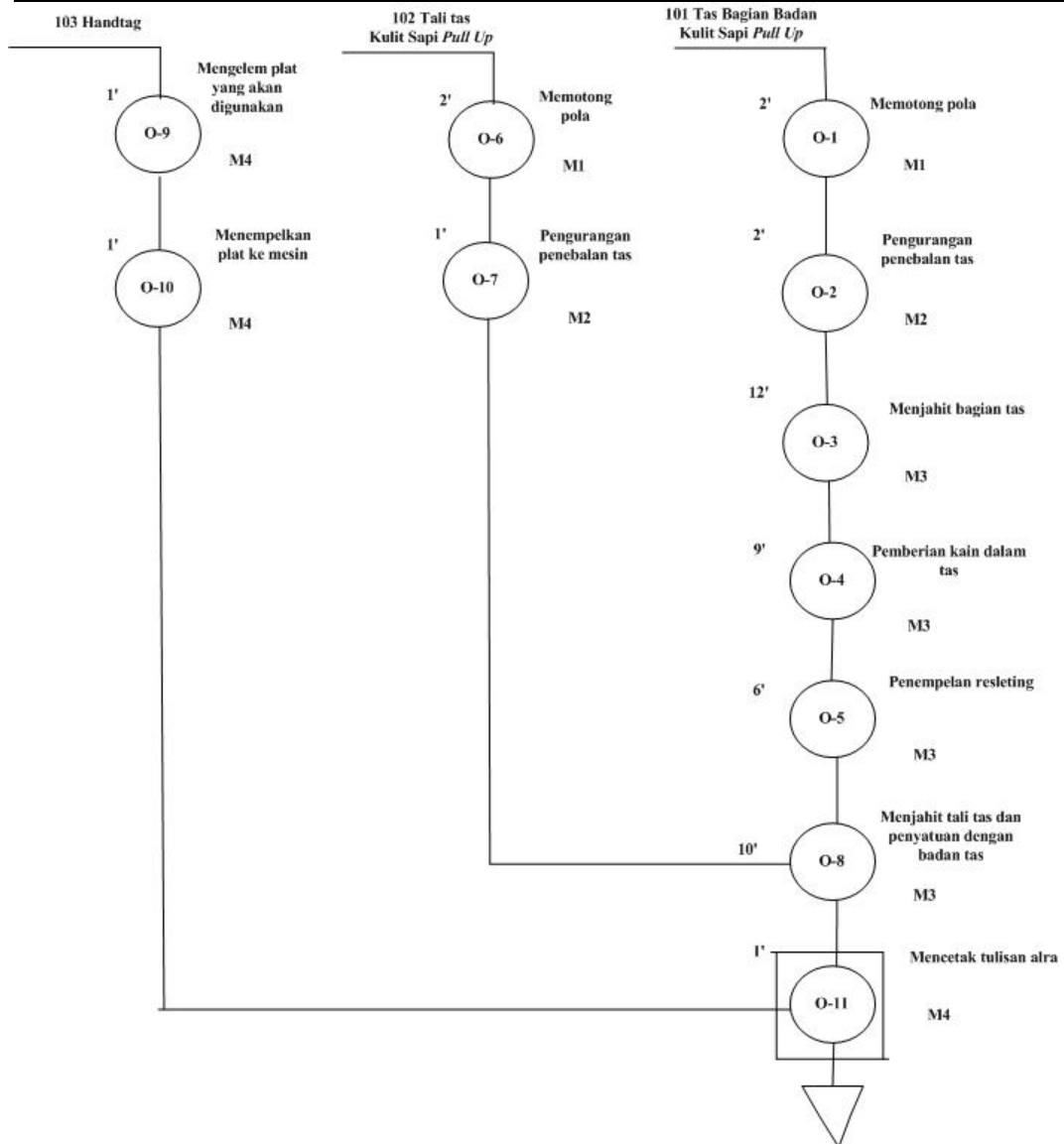


Ringkasan		
Kegiatan	Jumlah	Waktu (menit)
Operasi	11	39
Pemeriksaan	1	1
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>40</b>



## PETA PROSES OPERASI

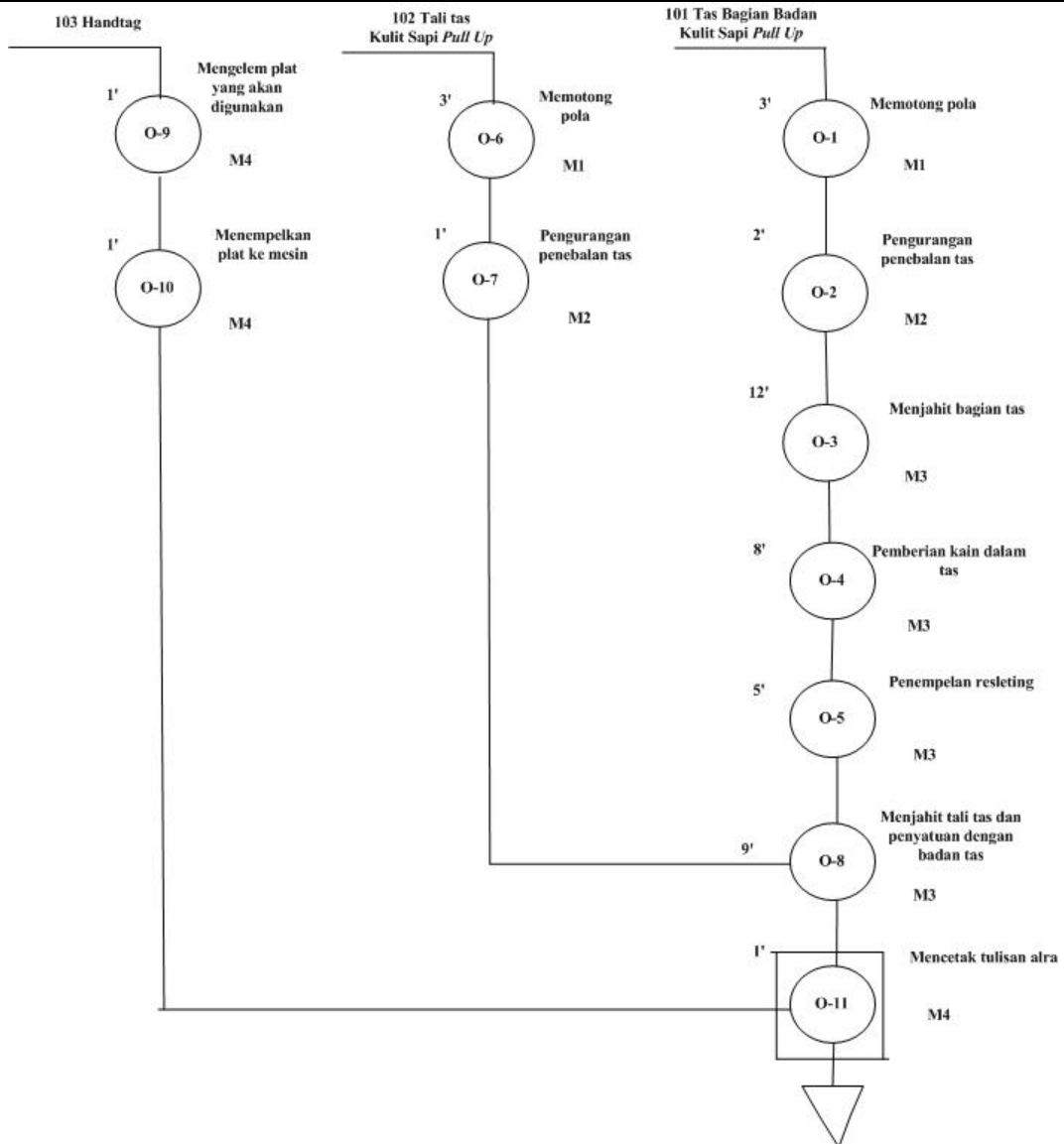
Nama Objek : Tas HB New  
 Nomor : 4  
 Sekarang  Usulan   
 Dipetakan oleh : Arung  
 Tanggal Dipetakan : 18 Oktober 2018



Ringkasan		
Kegiatan	Jumlah	Waktu (menit)
Operasi	11	46
Pemeriksaan	1	1
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>47</b>

## PETA PROSES OPERASI

Nama Objek : Tas Kayla L  
 Nomor : 5  
 Sekarang  Usulan   
 Dipetakan oleh : Arung  
 Tanggal Dipetakan : 18 Oktober 2018



Ringkasan		
Kegiatan	Jumlah	Waktu (menit)
Operasi	11	45
Pemeriksaan	1	1
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>46</b>

## **LAMPIRAN 2**

### **Produk tas kulit Alra**

Tas Dennis

*Abra*  
LIFE STYLE  
Dennis - Corvel - 24x16x20



Tas Chika



Tas HB New



Tas Kayla L



Tas Cici M

