

**TESIS**

**OPTIMASI *NO-WAIT FLOWSHOP SCHEDULING*  
MENGUNAKAN METODE ALGORITMA  
GENETIKA**

**(Studi Kasus pada CV. Praja Indogama Sew Surabaya)**



**MUHAMMAD ARUL ZAINI**

**19916027**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
PROGRAM MAGISTER  
FAKULAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2023**

**OPTIMASI *NO-WAIT FLOWSHOP SCHEDULING*  
MENGUNAKAN METODE ALGORITMA  
GENETIKA**

**(Studi Kasus pada CV. Praja Indogama Sew Surabaya)**

**Tesis untuk memperoleh Gelar Magister pada Program  
Studi Teknik Industri Program Magister  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam  
Indonesia**

**MUHAMMAD ARUL ZAINI  
19916027**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
PROGRAM MAGISTER  
FAKULAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2023**

Lembar Pengesahan

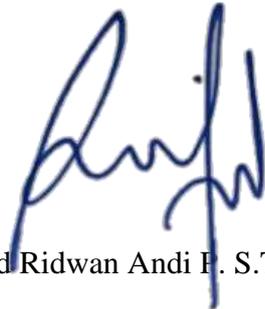
**OPTIMASI *NO-WAIT FLOWSHOP SCHEDULING* MENGGUNAKAN  
METODE ALGORITMA GENETIKA**

**(Studi Kasus pada CV. Praja Indogama Sew Surabaya)**

Tesis telah disetujui pada tanggal

14 Juni 2023

Pembimbing



Muhammad Ridwan Andi P. S.T., M. Sc., Ph.D

NIP 015220101

Lembar Pengesahan Penguji

**OPTIMASI *NO-WAIT FLOWSHOP SCHEDULING* MENGGUNAKAN  
METODE ALGORITMA GENETIKA  
(Studi Kasus pada CV. Praja Indogama Sew Surabaya)**

**MUHAMMAD ARUL ZAINI**

**19916027**

Tesis Telah Diuji Dan Dinilai Oleh Panitia Penguji  
Program Studi Teknik Industri Program Magister  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia  
Pada Tanggal 14 Juli 2023

(M. Ridwan Andi P. S.T., M. Sc., Ph.D)

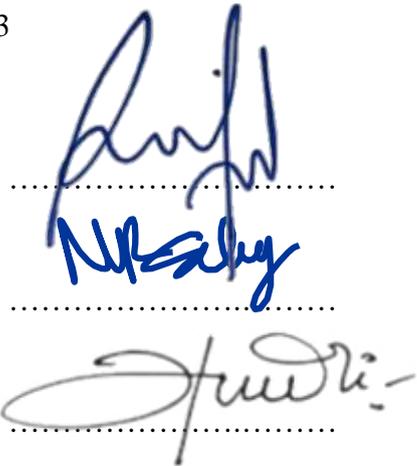
Ketua

(Ir. Winda Nur Cahyo, S. T., M. T., Ph.D., IPM.)

Penguji II

(Dr. Dwi Handayani, S.T., M. Sc.)

Penguji III



Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Magister

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Ir. Winda Nur Cahyo, S. T., M. T., Ph.D., IPM.

NIP 025200519

## ABSTRAK

CV. Pramasew merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri pembuatan tas kulit. Dalam proses produksinya, perusahaan menerapkan penjadwalan produksi *no-wait flowshop*, artinya suatu produk akan dikerjakan tanpa menunggu. terdapat beberapa lini yang kurang optimal sehingga dapat menjadi kerugian perusahaan yakni dalam hal *job sequencing*. Urutan pengerjaan aktual perusahaan yakni 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17 menjadikan *makespan* dan *waiting time* yang dihasilkan cukup lama, maka diperlukan solusi agar *job sequencing* yang diterapkan memiliki *makespan* dan *waiting time* yang minimal. Salah satu Upaya untuk melakukan optimasi penjadwalan adalah dengan menggunakan metode algoritma genetika. Karena hubungan antara *makespan* terhadap *waiting time* cenderung fluktuatif, maka diterapkan pula *fuzzy logic membership function* dalam algoritma genetika agar solusi-solusi yang dihasilkan dapat diterima. Setelah dilakukan pengolahan data menggunakan algoritma genetika didapatkan *best fitness* yakni dengan perubahan *job sequencing* 10 – 3 – 16 – 11 – 15 – 2 – 17 – 4 – 6 – 13 – 1 – 9 – 7 – 12 – 14 – 8 – 5 dimana *makespan* total waktu produksi/*makespan* 2 jam 54 menit lebih cepat dari kondisi aktual dan *waiting time* minim dengan persentase 54% dari *waiting time* yang ditargetkan.

**Kata kunci:** Algoritma genetika, Optimasi, *Fuzzy Logic*, *job sequencing*

## **ABSTRACT**

*CV. Pramasew is a company engaged in the leather bag manufacturing industry. In the production process, the company implements no-wait flowshop production scheduling, meaning that a product will be made without waiting. there are several lines that are less than optimal so that it can be a loss for the company, namely in terms of job sequencing. The company's actual work order, namely 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17, makes the resulting makespan and waiting time quite long, so a solution is needed so that the applied job sequencing has minimal makespan and waiting time. One of the efforts to optimize scheduling is to use the genetic algorithm method. Because the relationship between makespan and waiting time tends to fluctuate, a fuzzy logic membership function is also applied in the genetic algorithm so that the resulting solutions are acceptable. After processing the data using the genetic algorithm, the best fitness is obtained by changing job sequencing 10 – 3 – 16 – 11 – 15 – 2 – 17 – 4 – 6 – 13 – 1 – 9 – 7 – 12 – 14 – 8 – 5 where makespan total production/makespan time of 2 hours 54 minutes faster than actual conditions and minimal waiting time with a percentage of 54% of the targeted waiting time.*

**Keywords:** *Genetic Algorithm, Optimization, Fuzzy Logic, job sequencing*

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini merupakan asli dari penulis dan tidak berisi material yang telah diterbitkan sebelumnya atau tulisan dari penulis lain terkecuali referensi atas material tersebut telah disebutkan dalam tesis. Apabila ada kontribusi dari penulis lain dalam tesis ini, maka penulis lain tersebut secara eksplisit telah disebutkan dalam tesis ini.

Dengan ini saya juga menyatakan bahwa segala kontribusi dari pihak lain terhadap tesis ini termasuk bantuan analisis statistik, desain survei, analisis data, prosedur teknis yang bersifat signifikan dan segala bentuk aktivitas penelitian yang dipergunakan atau dilaporkan dalam tesis ini telah secara eksplisit disebutkan dalam tesis ini.

Segala bentuk hak cipta yang terdapat dalam material dokumen tesis ini berada dalam kepemilikan pemilik hak cipta masing-masing. Apabila dibutuhkan, penulis juga telah mendapatkan izin dari pemilik hak cipta untuk menggunakan materialnya dalam tesis ini.

Yogyakarta, 20 Juli 2023



METERAI  
TEMPEL  
FDBAKX587240047  
Muhammad Ardi Zaini

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*Karya ini kupersembahkan kepada:*

*Yang tercinta, kedua orang tua saya yang telah memberikan do'a, semangat, cinta dan kasih sayangnya dan selalu sabar membiayai saya selama saya menempuh pendidikan.*

*Istri dan anak saya yang tercinta atas motivasi dan kasih sayang mereka selama saya berada dijenjang pendidikan*

*Adik-adikku yang terkasih atas semangat dan motivasi mereka selama saya menempuh pendidikan*

*Semua ustadz, guru dan senior yang telah membimbing dan memotivasi saya dalam menempuh pendidikan*

*Seluruh anggota keluarga yang tak henti memberikan semangat kepada saya*

*Seluruh rekan, partner kerja dan anggota kerja saya yang tak lelah menemani saya dalam berusaha*

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmaanirrahiim*

Dengan mengucapkan puji syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT, yang mana telah memberikan rahmat karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis yang berbentuk tesis ini. Tesis ini tidak akan terwujud tanpa adanya dukungan dari berbagai pihak, dengan segala kerendahan hati maka pada kesempatan tak lupa penulis akan mengucapkan banyak terima kasih kepada:

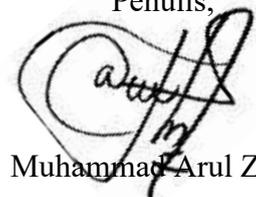
1. Allah SWT yang selalu melimpahkan nikmat dan karunia-Nya kepada penulis.
2. Bapak **Muhammad Ridwan Andi Purnomo, ST., msc., Ph.D** selaku dosen pembimbing kami yang telah meluangkan waktunya dan dengan sabar membimbing serta mengarahkan penulis untuk menghasilkan karya tulis yang berupa tesis ini.
3. Bapak Ir. Winda Nur Cahyo, S. T., M. T., Ph.D., IPM selaku Kaprodi Program Magister Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Segenap dosen dan karyawan/wati Program Magister Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan pelayanan terbaik kepada penulis demi kelancaran menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Pemilik dan pimpinan CV. Praja Indogama Sew Surabaya yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian, beserta staf perkantoran dan karyawan pabrik yang senantiasa selalu membantu dan memberikan kemudahan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian.
6. Bapak Totok Suhodo dan Ibu Anis Yuliati selaku kedua orang tua saya yang telah banyak dan tak habis-habisnya memberikan do'a, dukungan dan pengorbanan baik secara moral maupun materil hingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
7. KH. Ahmad Zabidi Marzuqi selaku *murobbi ruuhina*, guru spiritual penulis selama menempuh pendidikan.

8. Bapak H. Khotib & Ibu Hj. Istiqomah selaku mertua saya yang tak henti-hentinya memberikan motivasi, arahan serta do'a sehingga tesis ini selesai
9. Farida Nadhifatul Jannah selaku istri saya dan Embun Dinihari Putri Zaini selaku putri pertama saya yang tak henti-hentinya memberikan doa, kasih sayang dan motivasi sehingga penulis berada pada titik ini.
10. Muhammad Fahim Ridho dan Zidan Fithoatillah selaku adik-adik saya yang memotivasi saya untuk menyelesaikan Pendidikan saya
11. Seluruh keluarga besar yang berada di desa Kebonduren, kabupaten Blitar Jawa Timur, terkhusus kepada Mbah Sofiyah yang telah merawat, membimbing saya dari kecil serta memberikan do'a hingga terselesaikannya tesis ini.
12. Seluruh karyawan Embun Laundry, Anis Guest House, dan Indowangi Tanah Grogot yang tak kenal lelah membantu penulis dalam menemani menjalankan usaha ditengah Pendidikan.
13. Segenap teman-teman MTI Angkatan 28 kelas *Block* yang membantu dan mensupport penulis sehingga tesis ini terselesaikan.
14. Seluruh teman-teman santri dan pengurus pondok Pesantren Nurul Ummah Kotagede Yogyakarta yang senantiasa memotivasi penulis
15. Seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu yang sudah membantu dan mensupport penulis selama menyelesaikan tugas akhir berupa tesis.

Penulis menyadari masih adanya kekurangan dalam menyusun laporan tesis ini, maka dari itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan oleh penulis. Oleh sebab itu penulis berharap tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 26 Agustus 2023

Penulis,



Muhammad Arul Zaini

## DAFTAR ISI

<b>Abstrak</b> .....	<b>i</b>
<b>Absract</b> .....	<b>ii</b>
<b>Pernyataan Keaslian Tulisan</b> .....	<b>iii</b>
<b>Halaman Persembahan</b> .....	<b>iv</b>
<b>Kata Pengantar</b> .....	<b>v</b>
<b>Daftar Isi</b> .....	<b>vii</b>
<b>Daftar Tabel</b> .....	<b>x</b>
<b>Daftar Gambar</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1.Latar Belakang .....	1
1.2.Rumusan Masalah .....	4
1.3.Batasan Masalah .....	4
1.4.Asusmsi .....	4
1.5.Tujuan Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1.Kajian Induktif.....	6
2.2.Penjadwalan .....	9
2.2.1. Penegrtian Penjadwalan.....	9
2.2.2. Tujuan Penjadwalan.....	9
2.2.3. Jenis-Jenis Aliran Proses Produksi .....	10
2.2.4. Klasifikasi Penjadwalan.....	12
2.2.5. Penjadwalan <i>Flowshop</i> .....	14
2.3.Penjadwalan <i>No-Wait Flow Shop</i> .....	15
2.4.Algoritma Genetika .....	20
2.5.Komponen-Komponen Utama Dalam Algoritma Genetika ...	21
2.5.1. Teknik Pengkodean.....	21
2.5.2. Metode Seleksi Dengan Rode <i>Roulette</i> .....	22
2.5.3. Crossover .....	24
2.5.4. Mutasi .....	25
2.6.Pendekatan Algoritma Genetika Pada Permasalahan	

<i>No-Wait Flow Shop Scheduling</i> .....	27
2.6.1. Fungsi Tujuan Minimasi <i>No-Wait Flow Shop Scheduling</i> .....	28
2.6.2. Perhitungan <i>Fitness</i> .....	28
2.6.3. Perhitungan Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy No-Wait Flow Shop</i> .....	29
2.6.4. Perhitungan Persentase Efektivitas Optimasi <i>Makespan Dan Waiting Time</i> .....	35
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>36</b>
3.1.Objek Dan Subjek Penelitian.....	36
3.2.Variable Penelitian .....	36
3.3.Isntrumen Penelitian .....	36
3.4.Metode Pengumpulan Data .....	36
3.5.Teknik Pengolahan Data .....	37
3.6.Kerangka Alur Penelitian.....	43
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....</b>	<b>45</b>
4.1.Gambaran Umum Perusahaan .....	45
4.1.1. Profil Perusahaan .....	45
4.1.2. Proses Bisnis Perusahaan.....	45
4.1.3. Tenaga Kerja .....	46
4.1.4. Struktur Organisasi Perusahaan .....	48
4.1.5. Proses Produksi.....	48
4.2.Pengolahan Data .....	53
4.2.1. Perhitungan Waktu Proses ( <i>Tij</i> ) Pada Mesin (M) .....	53
4.2.2. Optimasi Menggunakan Algoritma Genetika .....	55
1. Pembentukan Kromosom.....	55
2. Menentukan Nilai <i>Fitness</i> .....	56
3. Operator <i>Crossover</i> .....	63
4. Operator Mutasi .....	63
4.2.3. Penentuan Solusi Terbaik.....	64
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>65</b>

5.1. Verifikasi Dan Validasi Model.....	65
5.2. Analisis Keterkaitan <i>Makespan</i> Terhadap <i>Membership</i> <i>Fuzzy Waiting Time</i> .....	69
<b>BAB VI PENUTUP .....</b>	<b>72</b>
6.1. Kesimpulan.....	72
6.2. Saran .....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>74</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Contoh Data <i>NWFS Scheduling</i> .....	16
Tabel 2.2. <i>Waiting Time</i> .....	17
Tabel 4.1. Tingkat Pendidikan Karyawan CV. Pramasew Surabaya .....	47
Tabel 4.2. Kedudukan Karyawan CV Pramasew .....	47
Tabel 4.3. Jadwal Kerja Karyawan .....	47
Tabel 4.4. Jenis Produk Dan Urutan Pengerjaan.....	48
Tabel 4.5. Perolehan Waktu Proses .....	53
Tabel 4.6. Waktu Proses Produksi Tiap <i>Job</i> Pada Mesin .....	53
Tabel 4.7. <i>Sequencing</i> Sebagai Pembentukan Kromosom.....	55
Tabel 4.8. Pembentukan Kromosom Kombinatorial.....	55
Tabel 4.9. Waktu Proses Kondisi Aktual.....	56
Tabel 4.10. <i>Waiting Time</i> Setiap Stasiun Kerja/Mesin ( <i>d</i> ) Kondisi Aktual .....	58
Tabel 4.11. Fungsi Keanggotaan Waktu Tunggu ( $\mu(d)$ ) kondisi aktual ..	60
Tabel 4.12. Best <i>Fitness</i> Dari Masing-Masing Generasi .....	61
Tabel 4.13. Hasil Percobaan Generasi Terbaik .....	62
Tabel 4.14. Optimasi <i>makespan</i> dan <i>waiting time</i> akhir hasil algoritma genetika .....	63
Tabel 5.1. Hasil Minimasi <i>Waiting Time</i> Menggunakan <i>Fuzzy Logic</i> .....	66
Tabel 5.2. Perbandingan Dengan Kondisi Aktual .....	67
Tabel 5.3. <i>Job Sequencing</i> Setelah Optimasi .....	67
Tabel 5.4. Hasil Running 500 Generasi .....	70
Tabel 5.5. Perbandingan optimasi 500 dengan 1000 generasi .....	71

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 pola aliran pure flowshop.....	11
Gambar 2.2 pola aliran General Flowshop .....	11
Gambar 2.3. <i>gantt chart pure flowshop</i> .....	15
Gambar 2.4 <i>gantt chart</i> pola <i>no-wait flowshop</i> .....	16
Gambar 2.5 <i>Directed Graph NWFS</i> .....	17
Gambar 2.6. <i>Gantt Chart NWFS</i> .....	19
Gambar 2.7. <i>Flowchart</i> proses Algoritma Genetika secara umum .....	21
Gambar 2.8. <i>one-cut point crossover</i> .....	25
Gambar 2.9. Konsep dasar logika <i>fuzzy</i> .....	30
Gambar 2.11 Pengelompokan beberapa hewan ke himpunan ikan.....	32
Gambar 2.12. Bentuk dan fungsi kurva trapezium .....	33
Gambar 2.10 Irisan Dan Gabungan Dua Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	33
Gambar 2.13 Proses sistem inferensi <i>Fuzzy</i> .....	34
Gambar 3.1 Skema Pengkodean Kromosom .....	39
Gambar 3.2 Notasi kromosom .....	40
Gambar 3.3 Proses <i>Partially Mapped Crossover</i> .....	40
Gambar 3.4 Penentuan angka random .....	41
Gambar 3.5 Proses mutasi.....	41
Gambar 3.6 Hasil proses mutasi .....	41
Gambar 3.7 Penggabungan populasi.....	42
Gambar 3.8 hasil populasi setelah pengurtan <i>fitness</i> .....	42
Gambar 3.9 <i>Flow Chart</i> Metode Penelitian .....	44
Gambar 4.1 Logo CV. Praja Indogama Sew .....	45
Gambar 4.2. Struktur organisasi perusahaan CV. Peamasew.....	48
Gambar 4.3 Alur proses produksi.....	49
Gambar 4.4 <i>job sequencing</i> pada setiap mesin .....	52
Gambar 5.1 Grafik plot 100 generasi.....	66
Gambar 5.2 Grafik plot 500 generasi.....	71

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

CV. Praja Indogama Sew (PRAMASEW) merupakan salah satu UKM (Usaha Kecil dan Menengah) yang bergerak di bidang produksi fashion. CV. Pramasew adalah salah satu pabrik produksi yang memiliki pasaran luas, baik secara lokal, interlokal maupun internasional. Produk yang dihasilkan berupa perabot tas yang berbahan dasar kulit asli. Adapun *brand* tas kulit yang diproduksi oleh CV. Pramasew diantaranya adalah *Ashadewi Duffel*, *Ashadewi L*, *Canvas Man* dan lain-lain. Proses produksi pembuatan tas kulit pada perusahaan ini mengikuti tipe penjadwalan *no-wait flow shop* di mana pekerjaan tersebut dilakukan secara terus menerus atau tanpa menunggu sampai produk selesai.

Penjadwalan tipe seperti ini yang dalam hal ini diterapkan pada perusahaan tidak dapat mentolerir apabila terdapat *waiting time* yang lama sehingga akan menimbulkan waktu total produksi (*makespan*) yang besar. Pada kondisi aktual perusahaan, tas (*job*) harus menunggu untuk diproses ke mesin selanjutnya karena adanya penumpukan pekerjaan pada mesin lain sehingga terjadi *wasting time*. Berdasarkan data Maret 2022, perusahaan mengalami peningkatan biaya produksi sebesar 5 % dari periode sebelumnya. Hal ini dikarenakan lamanya waktu produksi yang disebabkan oleh *waiting time* yang lama. Proses produksi yang seharusnya sesuai dengan rencana jadwal produksi dan berjalan sesuai *deadline* akhirnya tidak tepat waktu sehingga dapat merugikan perusahaan. Berdasarkan pemaparan tersebut dapat diambil dua inti permasalahan yakni *sequencing job* yang kurang optimal dan waktu tunggu yang relatif lama. Oleh sebab itu, perlu dilakukan optimasi berupa perbaikan *sequence* agar mendapatkan *makespan* yang minim dan meminimasi *waiting time* yang sekaligus merupakan keunggulan dari penelitian ini. Pada penelitian

ini akan dilakukan optimasi berupa optimasi *sequence job* sehingga dapat meminimasi *makespan* serta *waiting time* yang ada.

Terdapat banyak metode yang dapat digunakan untuk dapat memecahkan permasalahan *job sequencing*. Dalam studi ini peneliti menggunakan metode algoritma genetika sebagai upaya memberikan usulan optimasi. Algoritma Genetika dapat melakukan optimasi dengan masalah yang kompleks dan ruang pencarian yang sangat luas. Karena dalam implementasinya, kromosom akan terus di *generate* melalui proses *crossover* dan mutasi sampai memperoleh nilai yang betul-betul optimal meskipun memiliki kekurangan yakni memerlukan jumlah generasi yang banyak untuk menghasilkan sebuah nilai yang optimal sehingga memakan lebih banyak waktu. Beberapa penelitian sejenis yang menggunakan Algoritma Genetika ialah penelitian yang dilakukan oleh Purwana, dkk. (2018), yang melakukan penelitian berupa penempatan dosen pembimbing dan penjadwalan seminar tugas akhir menggunakan Algoritma Genetika. Penelitian ini menunjukkan bahwa Algoritma Genetika telah berhasil menyelesaikan penelitian kedua adalah penelitian yang dilakukan oleh Jocom (2019). Dalam penelitiannya, ia bertujuan melakukan optimasi peningkatan laba persediaan produksi pakaian. Penelitian tersebut menggunakan salah satu metode metaheuristik yakni Algoritma Genetika. Penelitian ini menghasilkan optimasi produksi pakaian dengan hasil yang maksimal dan waktu komputasi yang tergolong cepat. Di lain pihak, penelitian Utomo, dkk. (2018) juga mengungkapkan bahwa Algoritma Genetika paling efektif dan efisien menentukan jadwal, waktu untuk memproses data, kerugian tiap *makespan*. Algoritma Genetika mampu menemukan solusi dengan mencoba menukarkan susunan-susunan yang diberikan dan/atau mencoba mengganti susunan tersebut secara langsung (*crossover* dan/atau *mutation*).

Selanjutnya adalah tentang meminimasi waktu tunggu. Karena penjadwalan *no-wait flow shop* pada CV. Pramasew ini memiliki pola aliran yang tetap pada seluruh mesin. Sering terjadi keterlambatan pengiriman pesanan pada produk *couple* yang diakibatkan proses produksi yang bersamaan

untuk semua *job* pada mesin yang sama menjadi alasan perlu dilakukan pengurutan pekerjaan atau penjadwalan produksi yang tidak menunggu (*no-wait*) agar dapat diketahui *job* mana yang harus dikerjakan terlebih dahulu dan mengurangi waktu penyelesaian total produksi, sehingga memungkinkan jika dilakukan proses produksi tas (*job*) tanpa harus menunggu antara mesin satu dan lainnya. Selain karena material yang tidak boleh memiliki *waiting time* yang lama, tetapi terdapat pula beberapa material yang masih dapat menunggu untuk *job* selanjutnya meskipun tidak dapat pula terlalu lama, sehingga *waiting time* material pada *job* perlu dikategorikan termasuk lama atau sebentar waktu menunggunya yang dalam hal ini akan dilakukan dengan pendekatan *fuzzy logic*. Mengapa menggunakan logika *fuzzy* agar solusi setiap *job* yang *waiting time* nya masih berada di atas target dapat diterima.

*Fuzzy logic* merupakan logika yang dapat mendefinisikan nilai dengan beberapa kategori. Seperti misalkan dalam Bahasa keseharian manusia yang menyatakan sesuatu dengan kata “sangat banyak”, “banyak”, “sangat sedikit”, “sangat panas”, “sangat dingin” dan seterusnya. Maka nanti output dari logika *fuzzy* tidak hanya berupa nilai 1 atau 0, melainkan ada beberapa nilai yang menjadi output yang akan digunakan untuk melakukan proses pada sistem kontrol (Budiharto & Suhartono, 2014). Karena terdapat beberapa *waiting time* material yang tidak dapat dikategorikan secara pasti mana yang cepat dan mana yang lama, maka diperlukan logika *fuzzy* ini. Sebagai contoh dalam pengerjaan tas *Ashadewi Duffel* pada *job* penyesetan, bahan baku kulit sapi yang tengah menunggu untuk diproses pada *job* selanjutnya perlu dikategorikan termasuk sudah lama atau belum waktu menunggunya sehingga operator dapat langsung melakukan tindakan selanjutnya. Dengan menggunakan pendekatan ini sebagai nilai *fitness* populasi awal, maka dapat diketahui data waktu produksi secara konstan yang akan digunakan sebagai populasi awal Algoritma Genetika, sehingga proses pencarian nilai *makespan* minimum pada Algoritma Genetika dapat dikendalikan dengan jumlah iterasi yang minimum.

Sejalan dengan paparan di muka, penelitian ini akan dilakukan identifikasi pada perbaikan pengurutan kerja atau *job sequencing* sehingga

mesin akan beroperasi dengan minimal *waiting time* sebisa mungkin pada stasiun kerja lain serta setiap *job* yang ada dapat dikerjakan sesuai dengan urutan yang tepat yang kemudian akan meminimasi waktu produksi (*makespan*). Hasil dari penelitian ini berupa pembobotan berdasarkan *fitness* terbaik yakni minimasi *makespan* dan maksimasi nilai keanggotaan setiap *job* dalam himpunan *fuzzy no-wait* untuk mendapatkan penjadwalan produksi yang optimal.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, maka dapat dibuat suatu rumusan masalah yakni “Bagaimana hasil optimasi penjadwalan *fuzzy no-wait flow shop* dengan metode algoritma genetika pada produksi tas kulit CV. Pramasew Surabaya?”

## 1.3 Batasan Masalah

Menurut latar belakang masalah berikut rumusan masalah yang dipaparkan, terdapat masalah-masalah yang berkaitan dengan penelitian ini. Masalah tersebut diidentifikasi sebagai batasan masalah berupa Jumlah *job* ditentukan sebanyak 17 *job* dengan mesin sebanyak 6 berdasarkan data permintaan tinggi pada periode 2 bulan terakhir.

## 1.4 Asumsi

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Mesin dan karyawan memiliki kondisi dan kapabilitas yang sama.
2. Setiap *stage* diasumsikan hanya terdiri dari satu mesin dan dalam kondisi yang baik.
3. Waktu proses pekerjaan pada mesin diketahui dan tidak dinamis
4. Waktu *set-up* mesin diketahui dan merupakan bagian dari waktu proses.

## 1.5 Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan masalah, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode algoritma genetika pada optimasi penjadwalan tipe *No-*

*Wait Flow Shop* (NWFS). Lebih spesifik dengan melakukan optimasi berupa minimasi *makespan* dan minimasi *waiting time* sehingga diketahui usulan terbaik terhadap *sequencing job* baru yang memiliki *makespan* dan *waiting time* yang lebih kecil.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kajian Induktif

Kajian induktif ini dilakukan kajian dengan membandingkan beberapa karakteristik seperti metode, variabel, dan tujuan dari penelitian-penelitian sebelumnya. Pada bagian ini pula dipaparkan beberapa penelitian terdahulu yang sejenis untuk dijadikan bahan perbandingan dengan penelitian ini. Perbandingan penelitian dilihat berdasarkan tujuan, metode, dan hasil penelitiannya. Berikut adalah hasil beberapa penelitian terdahulu.

Meshcheryakov, V. & Denisova, L. (2016) peneliti dari Omsk, Russian Federation menggunakan metode Computer-aided design of the fuzzy control system using the genetic algorithm guna memecahkan permasalahan algoritma genetika, ia mengemukakan bahwa berbasis logika fuzzy yang diturunkan menggunakan MATLAB/Global Optimization Toolbox diberikan. (1) dengan fungsi keanggotaan yang dapat disesuaikan, (2) dengan fungsi keanggotaan yang ditetapkan oleh seorang ahli dan dengan penyesuaian faktor skala input dan output. Ditunjukkan bahwa pendekatan kedua lebih disukai daripada yang pertama, karena lebih sederhana untuk diterapkan dan mengurangi waktu yang diperlukan untuk mengatur parameter pengontrol.

Muharni, dkk. (2019) melakukan Penelitian ini dengan menerapkan pendekatan heuristic metode LPT (*Longest Processing Time*) dan pendekatan metaheuristic dengan menggunakan metode *Cross Entropy* yang dikombinasikan dengan Genetic Algorithm yang dikenal dengan sebutan CEGA (*Cross Entropy Genetic Algorithm*). Algoritma *metaheuristic* diterjemahkan ke dalam Bahasa pemrograman Matlab. Hasil perbandingan kedua metode menunjukkan bahwa kedua metode usulan yaitu LPT dan CEGA lebih baik dari metode eksisting dan memiliki efisiensi sebesar 7.94%.

Utama, dkk. (2019) mengusulkan *Cross-Entropy Genetic Method Algorithm* (CEGA) untuk meminimalkan *mean tardiness* pada *flow shop problem*. Dalam beberapa literatur, algoritma CEGA digunakan dalam kasus meminimalkan *Makespan*. Namun, CEGA tidak digunakan dalam kasus meminimalkan keterlambatan total. Algoritma CEGA adalah kombinasi dari *Algoritma Cross-Entropy* yang berfungsi untuk memberikan distribusi sampling yang optimal dan algoritma genetika yang berfungsi untuk mendapatkan solusi baru. Dalam beberapa percobaan numerik, algoritma yang diusulkan memberikan kinerja yang lebih baik daripada beberapa algoritma. Untuk waktu komputasi, dipengaruhi oleh jumlah iterasi. Semakin tinggi iterasi, komputasi membutuhkan waktu yang lama.

Jocom, B.P. et al. (2018) pada penelitian yang ia lakukan di singapura pada pabrik garmen mengemukakan bahwa algoritma genetika dapat diterapkan pada masalah optimasi produksi pakaian dengan hasil yang maksimal dan waktu komputasi yang relatif cepat. Pengujian parameter algoritma genetika didapatkan nilai parameter terbaik yaitu jumlah kromosom 425, jumlah iterasi sebanyak 75, dan kombinasi cr dan mr sebesar 0.9 dan 0.1 memberikan nilai *fitness* sebesar 21704500 dan profit sebesar 500 dolar.

Nailwal, K.K et al. (2016) peneliti dari Taillard's instances, India menggunakan *No-wait flow shop scheduling with NEH and Heuristic Algorithm* kemudian menghasilkan kesimpulan pada penelitiannya bahwa Heuristik peningkatan mengungguli semua heuristik pada instansi Taillard dengan meningkatkan hasil NEH sebesar 27,85%, MNEH sebesar 22,56%, dan algoritma PCH sebesar 24,68%. Rata-rata persentase deviasi relatif yang menjadi parameter perbandingan dihitung dari batas atas yang paling dikenal yang ditemukan dalam literatur. Selanjutnya, persentase deviasi relatif rata-rata dari algoritma PIH adalah 4,12% untuk 120 instans benchmark Taillard yang dipertimbangkan dan NEH, MNEH, dan PCH adalah 5,71%, 5,32, dan 5,47%.

Yan, X, et al. (2016) dari Wuhan, Cina dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa dalam presisi optimasi dan kecepatan optimasi, algoritma baru lebih efisien daripada algoritma genetika tradisional dan algoritma baru lebih efisien daripada algoritma genetika tradisional dalam mengatasi masalah optimasi fungsi.

Sloss, A.N. & Gustafson, S. (2019) dari Bellevue, Washington D.C. pada tulisan terbarunya mengemukakan bahwa terdapat jalan panjang yang harus dilalui sehubungan dengan EA. Kami hanya membentuk bahasa umum yang dengannya kami dapat berkomunikasi dengan para ahli biologi. Ini adalah waktu yang menyenangkan karena penemuan dalam biokimia dan biologi sintetik terjadi pada tingkat yang belum pernah terjadi sebelumnya dan kemampuan perangkat keras digital datang ke tingkat yang dapat meniru bagian dari sistem biologis. Demikian pula, biologi juga dapat memanfaatkan beberapa wawasan baru yang diperoleh dari bidang Ilmu Komputer.

Drachal, K. and Pawlowski, M. (2021) dari Polandia menghasilkan Algoritma genetika kadang-kadang diungguli oleh beberapa alat yang bersaing. Namun, ada banyak ruang untuk pengembangan lebih lanjut mereka. Pertama-tama, hibrida lebih lanjut mungkin dibuat, dimana algoritma genetika mungkin masih berfungsi sebagai alat yang baik untuk mengoptimalkan parameter model. Selain itu, mereka masih dapat ditingkatkan, misalnya, melalui Pengembangan algoritma yang mirip dengan algoritma genetika multi-populasi (MPGA).

Utomo, dkk. (2017) mengemukakan Untuk *real code genetic algorithm*, metode seleksi yang lebih baik adalah binary tournament selection, sedangkan metode mutasi yang lebih baik adalah *reciprocal exchange mutation*. Untuk metode *crossover* yang cocok dan mudah diimplementasikan hanya satu yaitu *one-cut point crossover*. Perbandingan antara *crossover rate* dan *mutation rate* yang mendekati terbaik adalah 0.5:0.5. Sedangkan untuk jumlah generasi yang paling efektif dan efisien adalah relatif tergantung besarnya data yang diproses untuk dibentuk jadwal, waktu untuk memproses data, kerugian tiap *Makespan*, termasuk juga

spesifikasi kebutuhan perangkat keras yang digunakan untuk memproses sedangkan besaran populasi mungkin hanyalah masalah spesifikasi komputer yang digunakan.

## **2.2 Penjadwalan**

### **2.2.1 Pengertian Penjadwalan**

Penjadwalan adalah suatu fungsi dalam pengambilan keputusan yang biasa digunakan oleh perusahaan manufaktur atau jasa. Yang berkaitan dengan alokasi sumber daya untuk mengerjakan *job* selama waktu tertentu yang memiliki tujuan pengoptimalan (Hidayat, 2019). Penjadwalan juga dipahami sebagai proses perencanaan pengalokasian sumber daya dalam mengerjakan aktivitas *job* pada suatu waktu tertentu, yang kemudian akan dilakukan pengurutan kerja pada setiap pusat pemrosesan sehingga dicapai optimalitas dalam pengerjaannya (Haryanto, 2012). Penjadwalan melibatkan elemen dasar yaitu *job* atau operasi. Disetiap operasi dibutuhkan alokasi tenaga operator, mesin peralatan produksi, dan dari aspek lainnya. Sehingga fungsi penjadwalan produksi akan sangat membantu untuk pengambilan keputusan dalam proses kelangsungan produksi agar lebih efisien (Herjanto, 2016).

Dengan pengertian lain, penjadwalan merupakan pengurutan pembuatan atau pengerjaan produk secara menyeluruh yang dialokasikan untuk dikerjakan pada beberapa mesin dalam jangka waktu tertentu. Penjadwalan tersebut biasanya dilakukan pada pembuatan atau pengerjaan produk secara menyeluruh yang dikerjakan pada beberapa buah mesin.

### **2.2.2 Tujuan Penjadwalan**

Tujuan penjadwalan didasarkan pada pemahaman bahwa semakin baik suatu penjadwalan semakin menguntungkan juga bagi perusahaan dan bisa menjadi acuan untuk meningkatkan keuntungan dan strategi bagi perusahaan dalam kepuasan pelanggan (Bashori, 2015). Di lain pihak, tujuan penjadwalan adalah mengurangi waktu keterlambatan dari batas waktu yang

ditentukan agar dapat memenuhi batas waktu yang telah disetujui dengan konsumen, penjadwalan juga dapat meningkatkan produktivitas mesin dan mengurangi waktu menganggur (Herjanto, 2016). Produktivitas mesin meningkat maka waktu menganggur berkurang, maka secara tidak langsung perusahaan dapat mengurangi biaya produksi (Haryanto, 2012).

Menurut Baker & Trietsch (2009), tujuan yang ingin dicapai dengan dilaksanakannya penjadwalan adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan produktivitas mesin, yaitu dengan mengurangi waktu mesin menganggur
2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi dengan mengurangi jumlah rata-rata *job* yang menunggu antrian suatu mesin karena mesin tersebut sibuk. Pengurangan persediaan barang (*work in process inventory*) berdampak pada pengurangan biaya penyimpanannya
3. Mengurangi keterlambatan karena telah melampaui batas waktu dengan cara mengurangi maksimum keterlambatan dan mengurangi jumlah *job* yang terlambat
4. Meminimasi ongkos produksi
5. Pemenuhan batas waktu yang telah ditentukan (*due date*), karena dalam kenyataan jika terjadi keterlambatan pemenuhan *due date* dapat dikenakan suatu denda (*penalty*).

### **2.2.3 Jenis – Jenis Aliran Proses Produksi**

Menurut Baker & Trietsch (2009), jenis-jenis aliran produksi menurut secara umum dimiliki banyak perusahaan yaitu :

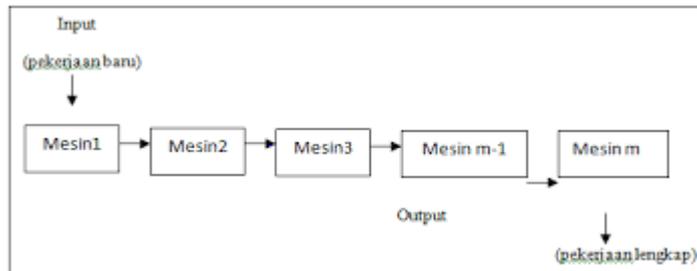
#### **1. Aliran Proses *Flowshop***

Dalam produksi tipe aliran ini jika produk sudah dikerjakan di mesin yang telah dilalui maka tidak bisa diproses kembali pada mesin sebelumnya. Berikut adalah tipe aliran *Flowshop* :

##### **a. *Pure Flow Shop***

Yaitu *flow shop* yang memiliki jalur produksi yang sama untuk semua *job*. *Pure Flow shop* dijadwalkan setiap *job* harus diproses pada Mk

sebelum  $M_i$ . Itu sama untuk semua *job*. Dengan kata lain urutan proses untuk tiap-tiap *job* pada mesin adalah identik (sama).

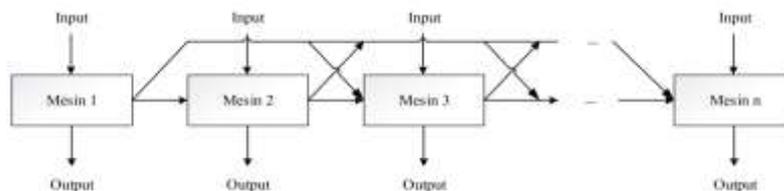


Sumber: Utama, D. M (2019)

**Gambar 2.1** Pola Aliran *Pure Flowshop*

b. *General Flow shop*

Pola aliran proses tidak identik, aliran proses ini operasinya tidak selalu membutuhkan mesin yang berdekatan dan awal serta akhir operasi tidak selalu di mesin awal dan mesin akhir, sehingga tidak semua *job* yang datang dikerjakan di semua mesin karena mungkin saja suatu proses ada yang dilewati.



Sumber: Utama, D. M (2019)

**Gambar 2.2** Pola Aliran *General Flowshop*

*General Flow Shop* dibagi menjadi 3 kategori yaitu :

1) *Skip Flow Shop*

Aliran pekerjaan pada jenis aliran proses ini cenderung melalui urutan proses yang sama, tetapi ada beberapa pekerjaan yang tidak diproses pada mesin-mesin tertentu.

2) *Reentrant flow Shop*

Yakni aliran proses dimana terdapat penggunaan satu atau beberapa mesin lebih dari sekali dalam membuat produk dimaksud.

3) *Compound Flow Shop*

Yakni aliran proses yang memuat kelompok jenis mesin pada setiap tahap prosesnya.

2. Aliran Proses *Job Shop*

Dalam rantai produksi stasiun kerja dan departemen dikelompokkan berdasarkan fungsinya. Karena setiap *order* dapat mempunyai urutan dari jumlah *lot* atau batch atau mesin yang berbeda, maka memungkinkan setiap stasiun kerja memproses beberapa item yang berbeda. Aliran Proses *job shop* merupakan proses transformasi dimana produk dibuat atas dasar pesanan dalam jumlah waktu tertentu. Setiap *order* dapat mempunyai urutan dari jumlah lot atau batch atau mesin yang berbeda. Artinya bahwa *job* diperbolehkan untuk diproses lebih dari satu kali pada mesin yang sama. Jika setiap mesin hanya dilalui satu kali, disebut aliran *job shop* murni sebaliknya disebut *job shop* umum.

#### 2.2.4 Klasifikasi Penjadwalan

Menurut Purnomo (2003) terdapat beberapa macam kriteria penjadwalan yang secara umum diperoleh dari kasus deterministik yang kemudian dapat digunakan untuk mengevaluasi sebuah performansi dari suatu sistem:

1. Waktu proses yaitu waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Dalam pemodelan waktu proses untuk tugas  $i$  dapat dinyatakan dengan  $t_i$ .
2. Waktu penyelesaian ( $C_i$ ) yaitu waktu kisaran antara awal dari tugas pekerjaan pertama hingga pekerjaan selesai, dimana waktu mengacu pada  $t = 0$ . Rentang waktu dapat dinyatakan dengan  $C$ .
3. Waktu aliran,  $F_i = C_i - r_i$  yaitu rentang waktu antara satu titik dimana tugas siap untuk diproses dengan suatu titik dimana tugas tersebut selesai.

Sehingga, *flow time* dapat diartikan penjumlahan antara waktu proses dengan waktu ketika tugas menunggu sebelum diproses (*idle time*). Dalam model *flow time* dapat dinyatakan dengan  $F_i$ .

4. *Due date* merupakan batas waktu yang telah ditentukan pada sebuah tugas. Apabila melewati batas waktu maka dapat dinyatakan dengan keterlambatan. Kemudian pada kasus riil denda akan diberikan apabila terjadi keterlambatan. *Due date* dapat dinyatakan dengan  $d_i$ .
5. Waktu menunggu,  $W_i = C_i - r_i - \sum_{j=1}^m t_{ij}$  adalah waktu yang dibutuhkan sebuah tugas ke- $i$  untuk dimulai proses dan mulai dihitung dari suatu proses selesai dikerjakan hingga saat operasi selanjutnya dimulai.
6. *Slack* yaitu sebuah nilai antara hasil pengurangan antara *due-date* dengan waktu prosesnya ( $Sl_i = d_i - t_i$ ). *Slack* dapat dinotasikan dengan  $Sl_i$ .
7. Keterlambatan,  $L_i = C_i - d_i$  adalah selisih waktu antara saat selesai suatu tugas ke- $i$  dan *due-date* ( $d_i$ ). Keterlambatan dapat bernilai negatif yang disebut dengan *earliness* dan bernilai positif yang disebut dengan *tardiness*.
8. *Earliness*,  $E_i = \min\{L_i, 0\}$ , yaitu waktu selesai *job* ke- $i$  sebelum waktu yang telah ditentukan.
9. *Tardiness*,  $T_i = \max\{0, L_i\}$  merupakan waktu keterlambatan saat selesai suatu *job* ke- $i$  atau ukuran dari *lateness* positif. Jika tugasnya selesai cepat, maka akan memiliki *lateness* negatif tetapi *tardiness* sama dengan 0. Jika tugas memiliki *lateness* positif, maka akan memiliki *tardiness* positif pula.
10. *Makespan* merupakan waktu keseluruhan yang diperlukan untuk menyelesaikan semua pekerjaan (*job*) yang ada pada proses produksi, yang terdiri dari waktu *set up* antar *job* ( $s_{[i-1],[i]}$ ) dan waktu proses per *job* ( $t_i$ ). Untuk  $n$  buah *job* diperoleh *Makespan*  $M = \sum_{i=1}^{n+1} s_{[i-1],[i]} + \sum_{i=1}^n t_i$ .
11. *Manufacturing lead-time* adalah waktu yang diperlukan dari suatu *job* berada di *shop-floor* manufaktur dimana waktu ini terdiri dari waktu *setup*, waktu proses dan waktu *non-process*.

### 2.2.5 Penjadwalan *Flowshop*

Menurut Harto, dkk. (2016), kriteria performansi dari permasalahan penjadwalan *flow shop* dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. MONPR (*Most Operation Remaining*) merupakan aturan dimana operasi dengan jumlah *successor* operasi paling banyak dijadikan prioritas.
2. LTWK (*Least Total Work*) merupakan aturan dimana operasi dari *job* dengan jumlah operasi terkecil diprioritaskan.
3. MWKR (*Most Work Remaining*) merupakan aturan yang mana *job* dengan jumlah sisa waktu operasi paling banyak diprioritaskan.
4. LWKR (*Least Work Remaining*) merupakan aturan yang mana *job* dengan jumlah sisa operasi paling pendek diprioritaskan.
5. FCFS (*First Come First Serve*) merupakan aturan yang mana pengerjaan produk yang dipesan pertama pada awal masa pembuatan pemesanan.
6. SPT (*Shortest Processing Time*) merupakan aturan yang mana operasi dengan waktu proses operasi paling singkat diprioritaskan.
7. LPT (*Longest Processing Time*) merupakan aturan yang mana operasi dengan waktu proses terlama diprioritaskan.
8. EDD (*Earliest Due Date*) merupakan aturan yang mana operasi dengan *Due Date* paling mendesak diprioritaskan
9. *Slack Time* merupakan aturan yang mana operasi dengan nilai *slack* terkecil diprioritaskan.
10. *Random* merupakan aturan yang mana pemilihan operasi dilakukan secara acak.

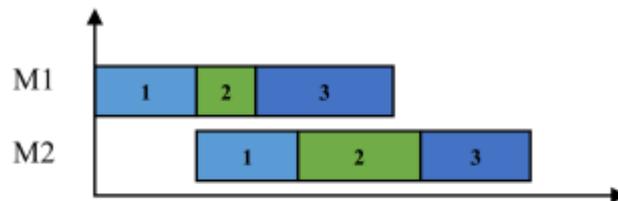
Jika akan dilakukan penyusunan jadwal mesin atau operasi *job* hendak akan dilakukan, maka perlu memperhatikan 4 faktor sebagai berikut::

1. Pola kedatangan *job* pada masing-masing mesin.
2. Total mesin yang akan dilewati oleh *job*.
3. Pola *Flow Production*.
4. Model yang digunakan guna mengevaluasi hasil penjadwalan.

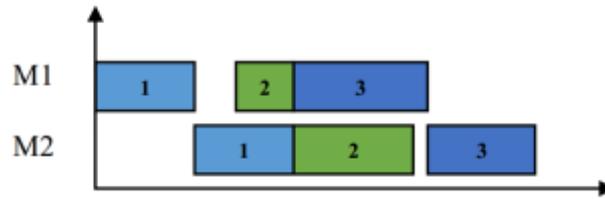
### 2.3 Penjadwalan *No-Wait Flow Shop*

Penjadwalan *no-wait flow shop* (NWFS) adalah penjadwalan suatu urutan kerja di mana setiap pekerjaan harus diproses dari mesin pertama hingga terakhir secara berurutan dengan meminimalkan waktu tunggu. (Barkhah, A.M. 2015). Penjadwalan NWFS termasuk salah satu dari jenis-jenis *flow shop* yang ada. Perbedaan *pure flow shop* dengan NWFS adalah waktu tunggu pada NWFS harus seminimal mungkin saat perpindahan dari satu mesin ke mesin berikutnya sedangkan *pure flow shop* tidak mempermasalahkan adanya waktu tunggu tersebut. Pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2 ditunjukkan perbedaan dari kedua *flow shop* tersebut dengan menggunakan *Gantt Chart*.

Pada *pure flow shop* pekerjaan 1,2, dan 3 dapat langsung diproses oleh mesin pertama secara berurutan. Pada saat pekerjaan 2 selesai diproses oleh mesin pertama, pekerjaan 2 tidak dapat diproses oleh mesin kedua karena mesin kedua masih memproses pekerjaan 1. Hal tersebut menyebabkan terdapatnya waktu tunggu pada pekerjaan 2. Hal yang sama terdapat pada pekerjaan 3, pekerjaan 3 tidak dapat langsung diproses setelah dari mesin pertama karena mesin kedua masih memproses pekerjaan 2. Pada NWFS, pemrosesan pekerjaan 2 oleh mesin pertama ditunda. Penundaan tersebut dilakukan agar pekerjaan 2 dapat diproses dari mesin pertama ke mesin kedua secara langsung. Pekerjaan 3 dapat diproses langsung setelah pekerjaan 2 selesai diproses pada mesin pertama. Hal tersebut disebabkan karena pekerjaan 3 dapat dipastikan tidak perlu menunggu jika telah selesai pada mesin pertama.



Gambar 2.3. gantt chart pola *Pure Flow Shop*



Gambar 2.4. Gantt Chart Pola No-Wait Flow Shop

Terdapat beberapa cara untuk menghitung waktu proses pada tipe penjadwalan *no-wait* yakni dengan *Directed graph* dan juga *gantt chart*. Direct graph adalah kumpulan dari suatu simpul yang saling terhubung oleh suatu sisi. Directed graph digunakan karena salah satu metode yang mudah digunakan untuk menerjemahkan perhitungan dari NWFS. Pemodelan directed graph dapat mudah dipahami karena pemodelan tersebut sederhana dan memiliki arah panah untuk mengikuti alur perhitungannya. Pada perhitungan *Makespan* dibutuhkan waktu tunggu yang seminimal mungkin. Waktu tunggu yang dimaksud adalah waktu kosong di antara pekerjaan satu dengan setelahnya pada mesin pertama. Waktu tunggu ini sangat penting karena mempengaruhi waktu yang dilalui oleh suatu pekerjaan dari awal hingga akhir. Waktu tunggu antar pekerjaan didapat dari perhitungan yang dilakukan oleh Reddy & Ramamoorthy [6]. Perhitungan tersebut ditunjukkan oleh Persamaan 2.9.

$$d_{il} = \max \left( \sum_{i=2}^k t_{ij} - \sum_{i=11}^{k-1} t_{ij}, 0 \right) \quad (2.1)$$

Agar lebih mudah untuk memahami perhitungan *Makespan*, diberikan suatu contoh kasus penjadwalan NWFS seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 2.1. Tabel 2.1 menunjukkan terdapat penjadwalan *flow shop* dengan spesifikasi tiga mesin dan tiga pekerjaan.

Tabel 2.1. Contoh data NWFS Scheduling

Pekerjaan	Waktu proses pada mesin (t)		
	1	2	3
1	2	4	4

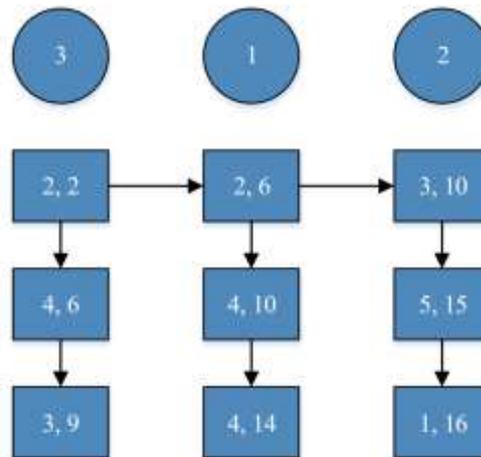
2	3	5	1
3	2	4	3

**Tabel 2.2.** *Waiting time*

<i>Waiting time</i>		<i>Job</i>		
		1	2	3
<i>Job (t)</i>	1	-	1	2
	2	3	-	3
	3	2	1	-

Dari Tabel 2.1 dapat diambil asumsi bahwa urutan pekerjaan 3-1-2 adalah yang terbaik. Waktu tunggu dihitung 12 dengan menggunakan perhitungan pada Persamaan 2.9. Waktu tunggu tersebut ditunjukkan oleh Tabel 2.2.

Tabel 2.2 menunjukkan waktu tunggu antar pekerjaan. Pada urutan pekerjaan 3-1-2, pekerjaan 1 harus menunggu selama 2t sebelum dapat memulai pemrosesan pada mesin pertama. Begitu juga dengan pekerjaan 2 yang harus menunggu selama 1t agar dapat memproses pekerjaannya pada mesin pertama.



Sumber: Utama, D. M (2019)

**Gambar 2.5.** *Directed Graph NWFS*

Perhitungan untuk mencari nilai *Makespan* setelah diketahui waktu tunggu adalah dengan cara melakukan perhitungan dengan metode directed

graph seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. Pada gambar tersebut, bentuk lingkaran menunjukkan urutan pekerjaan sementara bentuk persegi panjang menunjukkan waktu proses dan waktu selesai pekerjaan  $i$  pada mesin  $j$ . Kolom menunjukkan pekerjaan sedangkan baris menunjukkan mesin.

Pada Gambar 2.3 terdapat arah panah yang berasal dari mesin  $j$  menuju ke  $j+1$  dan arah panah yang berasal dari pekerjaan  $i$  menuju ke  $i+1$ . Arah panah tersebut menunjukkan adanya penambahan waktu pada saat pemrosesan. Untuk memastikan semua pemrosesan memenuhi batasan-batasan yang ada, maka dibuat tiga kondisi perhitungan.

Kondisi yang pertama adalah jika  $j = 1$  dan  $i > 1$ , maka  $S_{ij} = F_{(i-1)j} + d_{ij}$ . Kondisi tersebut menggunakan Persamaan 2.10 sebagai adaptasi dari fungsi tujuan pada Persamaan 2.4.

$$F_{ij} = F_{i(j-1)} + P_{ij} = d_{il} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (2.2)$$

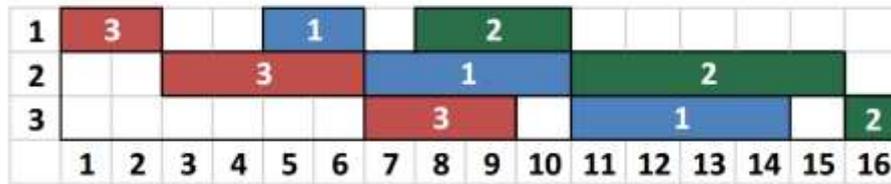
Kondisi yang kedua untuk menghitung  $F_{ij}$  adalah jika nilai  $F_{i(j-1)} \geq F_{(i-1)j}$ , maka  $S_{ij} = F_{i(j-1)}$ . Kondisi tersebut menggunakan Persamaan 2.11 sebagai adaptasi dari fungsi tujuan pada Persamaan 2.2.

$$F_{ij} = F_{i(j-1)} + P_{ij} = d_{il} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (2.3)$$

Kondisi yang ketiga untuk menghitung  $F_{ij}$  adalah jika nilai  $F_{i(i-1)j} > F_{i(j-1)}$ , maka  $S_{ij} = F_{i(i-1)j}$ . Kondisi tersebut menggunakan Persamaan 2.3 sebagai adaptasi dari fungsi tujuan pada Persamaan 2.3.

$$F_{ij} = F_{(i-1)j} + P_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (2.4)$$

Nilai *Makespan* dari Gambar 2.3 adalah  $F_{nm}$ . Untuk melakukan pembuktian apakah nilai *Makespan* tersebut benar dan memenuhi kriteria NWFS, maka digunakan suatu metode yang bernama Gantt Chart. Metode ini sederhana, robust, dan sering digunakan untuk merencanakan dan memonitor aktivitas proyek. Metode ini sering digunakan pada flow shop jenis apapun untuk melakukan pembuktian apakah nilai *Makespan* dan metode yang dijalankan valid atau tidak. Pembuktian keselarasan hasil<sup>14</sup> penggunaan directed graph pada metode NWFS ditunjukkan oleh Gambar 2.4.



Gambar 2.6. Gantt Chart NWFS

Dapat dilihat pada Gambar 2.4 bahwa *Makespan* dari *directed graph* dan gantt chart menghasilkan nilai yang sama. Selain itu, batasan-batasan yang terdapat pada NWFS juga terpenuhi. Pekerjaan 1 memundurkan waktu proses pada mesin 1 karena waktu selesai pada mesin 1 kurang dari waktu selesai pekerjaan 3 pada mesin 2. Begitu juga yang terjadi dengan pekerjaan 2 yang memundurkan waktu proses pada mesin 1.

Pada penjadwalan NWFS terdapat  $n$  pekerjaan dan  $m$  mesin dengan ketentuan  $M \geq 2$ . Permasalahan yang diselesaikan pada penjadwalan NWFS adalah meminimalisasi total waktu tempuh pada seluruh pekerjaan dari mesin pertama hingga terakhir atau biasa disebut dengan *Makespan*. Penjadwalan NWFS juga memiliki beberapa batasan permasalahan, diantaranya adalah semua mesin selalu tersedia sejak waktu 0, waktu pengolahan dan jumlah mesin yang dibutuhkan sudah diketahui dari awal, waktu perpindahan antar mesin dijadikan satu pada waktu proses, setiap mesin tidak dapat memproses lebih dari satu pekerjaan, mesin tidak dapat diinterupsi, setiap pekerjaan memiliki waktu prioritas yang sama, dan setiap pekerjaan mengikuti sesuai urutan yang sudah ditentukan. Untuk mendapatkan nilai *Makespan* yang memenuhi kriteria NWFS dibahas lebih lanjut pada subbab 2.1.3.

Cara yang ditempuh agar mendapatkan *Makespan* terbaik adalah mencari urutan pekerjaan yang terbaik diantara beberapa kemungkinan yang ada. Permasalahan NWFS dapat diterjemahkan menjadi pemodelan matematis seperti persamaan-persamaan yang terdapat pada subbab 2.1.1 dan

2.1.2. Subbab 2.1.1 dan subbab 2.1.2 menjelaskan mengenai fungsi tujuan dan fungsi batasan pada NWFS. Penjelasan mengenai notasi-notasi yang digunakan dapat dilihat pada Daftar Notasi.

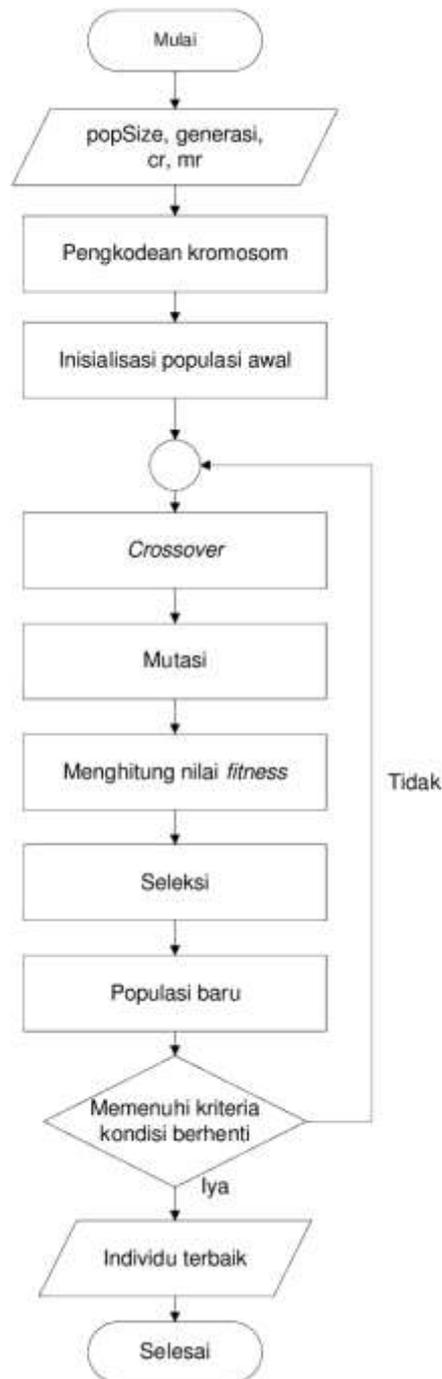
## 2.4 Algoritma Genetika

Algoritma Genetika merupakan suatu pendekatan yang sering diaplikasikan sebagai alat untuk memecahkan suatu permasalahan dalam hal optimasi produksi (Arkeman, 2015). John Holland selaku penemu metode ini melakukan adaptasi dari teori evolusi yang berprinsip pada pencarian alternatif solusi permasalahan di lapangan. Adapun mekanisme dalam melakukan algoritma genetika adalah diawali dengan inisialisasi, reproduksi, evaluasi dan seleksi. Pada tahap seleksi, individu yang akan mengalami perubahan gen yang akan menjadikan individu itu lebih baik dari individu sebelumnya, dan bisa beradaptasi pada lingkungan yang baru (Krisnanda, 2020).

Sebelum algoritma genetika dijalankan, maka perlu dilakukan perancangan sebuah kode yang representatif. Kode yang dimaksudkan disini yakni kromosom/string. Kromosom merupakan titik solusi dalam ruang suatu permasalahan. Kromosom terdiri atas komponen genetik terkecil yaitu gen sebagaimana teori evolusi dan genetika. Dalam penerapannya, metode ini melibatkan beberapa objek yakni:

1. Operasi evolusi yang melibatkan proses seleksi (*selection*) di dalamnya
2. Operasi genetika yang melibatkan objek berpindah silang (*crossover*) dan mutasi (*mutation*).

Sebagaimana teori optimasi, dalam metode ini juga diperlukan fungsi, yakni fungsi *fitness*. Fungsi *fitness* akan menandakan solusi atau proyeksi yang sudah dikodekan. Selama berjalan, induk harus digunakan untuk reproduksi, pindah silang dan mutasi untuk menciptakan keturunan. Solusi optimal akan tercapai manakala algoritma ini diaplikasikan secara baik sehingga populasi akan mengalami konvergensi. Adapun alur kerja dari algoritma genetika adalah sebagai berikut:



Gambar 2.7. Flowchart proses Algoritma Genetika secara umum

## 2.5 . Komponen-Komponen Utama Dalam Algoritma Genetika

### 2.5.1. Teknik Pengkodean

Teknik pengkodean merupakan salah satu cara yang digunakan dalam algoritma genetika untuk bagaimana mengkodekan gen dari kromosom dimana gen merupakan bagian dari kromosom. Satu gen biasanya akan mewakili satu variabel, (Sri Kusumadewi, 2003). Gen dapat direpresentasikan dalam bentuk bit, bilangan real, daftar aturan, elemen permutasi, elemen program atau representasi lainnya yang dapat diimplementasikan untuk operator genetika (Sri Kusumadewi, 2003). Dengan demikian kromosom dapat direpresentasikan dengan menggunakan:

String bit: 10011, 01101, 11101, dst.

Bilangan real: 65.65, -67.98, 562.88, dst.

Elemen permutasi: E2, E10, E5, dst.

Daftar aturan: R1, R2, R3, dst.

Elemen program: Pemrograman genetika.

Namun hal ini sangat sulit dikarenakan proses pengkodean yang digunakan berbeda-beda tergantung dengan apa permasalahan yang akan diselesaikan, sebab tidak semua pengkodean bisa digunakan. Proses pengkodean ini bermaksud untuk mendapatkan string atau kromosom yang terdiri dari beberapa bit/gen, sehingga satu kromosom merupakan sekumpulan dari beberapa gen (Jocom, B.P. et al., (2018).

Ada beberapa macam teknik pengkodean dalam menyelesaikan permasalahan yang bisa dilakukan pada algoritma genetika. Teknik pengkodean tersebut berupa *binary encoding*, *permutation encoding*, *value encoding* dan *tree encoding*. Sedangkan pada penelitian ini teknik pengkodean yang akan digunakan adalah *kromosom kombinatoral*. Pada Teknik ini, setiap stasiun kerja akan diwakili dengan angka dan angka tersebut merupakan dari gen yang akan terbentuk menjadi sebuah kromosom. Pada penelitian ini, kromosom dibentuk dari gen-gen yang merupakan *job-job* yang terangkai berdasarkan urutan atau *sequencing job*.

### **2.5.2. Metode Seleksi Dengan Roda *Roulette***

Metode seleksi ini bertujuan untuk memberikan kesempatan reproduksi yang lebih besar bagi anggota populasi yang paling *fitness*/kuat (Kusumadewi et al., 2005). Langkah pertama dalam melakukan seleksi ini adalah pencarian nilai *fitness*. Masing-masing individu dalam suatu wadah seleksi akan menerima probabilitas reproduksi yang tergantung pada nilai objektif dari semua individu dalam wadah seleksi tersebut. Nilai *fitness* inilah yang akan nantinya digunakan pada tahap-tahap berikutnya. Metode seleksi wheel roulette merupakan metode yang paling sederhana yang dikenal dengan nama stochastic sampling with replacement. Metode ini individu-individu yang dipetakan dalam suatu segmen garis secara berurutan hingga tiap-tiap segmen individu memiliki ukuran yang sama dengan ukuran *fitness*nya. Proses ini diulangi hingga memperoleh sejumlah individu yang diharapkan (Kusumadewi, 2003: 285).

Cara lain menerapkan penekanan selektif adalah memilih orang tua yang lebih baik ketika membuat keturunan baru. Dengan metode ini, hanya kromosom sebanyak yang dipelihara dalam populasi yang perlu dibuat bagigenerasi berikutnya. Walaupun penekanan selektif tidak diterapkan ke level keturunan, metode ini akan terus menghasilkan kromosom yang lebih baik,karena adanya penekanan selektif yang diterapkan ke orang tua. Ada beberapa metode untuk memilih kromosom yang sering digunakan antara lain adalah seleksi roda rolet (*roulette wheel selection*), seleksi *ranking* (*rank selection*) dan seleksi turnamen (*tournament selection*).

Pada permasalahan penelitian ini akan digunakan metode *roulette wheel selection*, metode ini yang paling sering digunakan dan dianggap bisa menyelesaikan dengan secara optimal. Pada proses seleksi digunakan satu parameter yang disebut dengan *fitness* untuk menentukan seberapa baik kromosom yang akan bertahan hidup. Dalam penelitian ini fungsi *fitness* akan didefinisikan sebagaimana berikut:

$fitness = \text{Makespan setiap } n \text{ job pada } m \text{ mesin}$

$$F_{ij} = S_{ij} + P_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (2.5)$$

### 2.5.3. *Crossover*

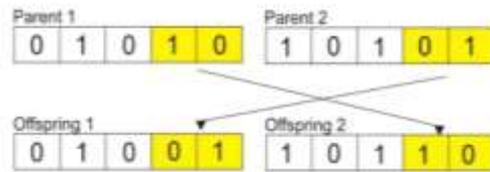
Proses *crossover* (penyilangan) atau lebih sering dikenal dengan istilah proses rekombinasi adalah dilakukan atas 2 kromosom untuk menghasilkan kromosom baru (*offspring*) yang diharapkan akan lebih baik dari pada induknya. Kromosom baru yang berbentuk akan mewakili sebagian sifat kromosom induknya. Ada beberapa metode rekombinasi (*Crossover*) yang bisa digunakan dalam algoritma genetika antara lain: *Partially Mapped Crossover* (PMX), *Order Crossover*, *Cycle Crossover* dan lain-lain.

Operator *crossover* yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *one-cut repairing with strategy* yakni Sebuah titik pada kromosom kedua parent dipilih secara acak, dan ditetapkan sebagai 'titik persilangan'. Bit di sebelah kanan titik itu ditukar antara dua kromosom induk. Ini menghasilkan dua keturunan, masing-masing membawa beberapa informasi genetik dari parent (Aristoteles, et.Al, 2015).

Syarif A (2014) menulis di dalam bukunya Metode tersebut dilakukan dengan cara menukar masing masing gen sebelah kanan titik *crossover*. Untuk menemukan titik *crossover* tersebut, pembangkitan bilangan bulat random dilakukan.

Prosedur dalam menggunakan *one-cut point* diawali dengan menentukan terlebih dahulu dua posisi pada kromosom dengan cara acak, *substring* yang berada di dalam dua posisi ini dinamakan daerah pemetaan, kemudian tukar *substring* antara kedua induk untuk mendapatkan keturunan, lalu tentukan hubungan *mapping* diantara kedua daerah pemetaan, dan terakhir adalah menentukan keturunan

kromosom yang mengacu pada hubungan mapping (Khoirussoleh, 2014). Proses dan persamaan *one cut point* adalah sebagai berikut:



Sumber: Purnomo, A.M. D. dkk. (2019)

**Gambar 2.8.** *one-cut point crossover*

#### 2.5.4. Mutasi

Setelah proses rekombinasi, mutasi ini dilakukan dengan cara memilih secara acak kromosom mana yang akan diubah, kemudian memilih lokasi mutasi pada kromosom tersebut. Berdasarkan kemungkinan mutasi yang telah ditentukan, jumlah kromosom ditentukan (P. Irving Vitra, 2014). Semua kromosom populasi akan mengalami mutasi jika peluang mutasinya 100%. Sebaliknya, jika probabilitas mutasi diatur ke 0, maka tidak ada mutasi pada kromosom populasi tersebut. Algoritma genetika dapat digunakan untuk memecahkan masalah dengan menggunakan berbagai pendekatan mutasi. Mirip dengan metode rekombinasi, teknik mutasi dikembangkan untuk digunakan dengan masalah tertentu. Akibatnya, tidak setiap pendekatan mutasi dapat digunakan untuk setiap masalah. Mutasi adalah proses yang dilakukan setelah proses rekombinasi dengan cara memilih kromosom yang akan dimutasi secara acak, selanjutnya ditentukan titik mutasi pada kromosom yang akan dimutasi dengan cara acak pula. Proses mutasi dalam sistem biologi berlangsung dengan mengubah isi allele gen pada suatu lokus dengan alel yang lain. Proses mutasi ini bersifat acak sehingga tidak selalu menjamin bahwa setelah proses mutasi akan diperoleh kromosom dengan *fitness* yang lebih baik. Ini akan mengakibatkan perubahan nilai secara acak pada suatu bit dengan posisi tertentu. Kemudian kita dapat menggantikan bit 1 dengan

bit 0, atau dengan sebaliknya, sebab pada mutasi ini sangat dimungkinkan akan memunculkan kromosom baru yang semula belum muncul dalam populasi awal. Banyaknya kromosom yang akan mengalami mutasi dihitung berdasarkan probabilitas mutasi yang telah ditentukan terlebih dahulu. Jika probabilitas mutasi yang dianggap adalah 100% maka akan semua kromosom yang terdapat dalam populasi akan dimutasi. Begitu juga sebaliknya, jika probabilitas mutasi yang digunakan adalah 0% maka tidak terdapat mutasi kromosom pada populasi tersebut.

Pada mutasi ada satu parameter yang sangat penting yaitu peluang mutasi ( $p_m$ ). Peluang mutasi menunjukkan presentasi jumlah total gen pada populasi yang akan mengalami mutasi. Untuk melakukan mutasi, kita harus terlebih dahulu menghitung jumlah total gen pada populasi tersebut. Kemudian membangkitkan bilangan random yang akan menentukan posisi dimana yang akan dimutasi (gen keberapa pada kromosom keberapa).

Ada bermacam-macam teknik mutasi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah dengan GA. Seperti pada teknik rekombinasi, teknik mutasi juga dirancang untuk digunakan pada suatu masalah yang spesifik sehingga tidak setiap teknik mutasi dapat diterapkan pada suatu masalah yang akan diselesaikan. Selain itu, teknik mutasi yang digunakan juga harus sesuai dengan teknik encoding yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

Proses mutasi ini bersifat acak sehingga tidak selalu menjamin bahwa setelah proses mutasi akan diperoleh kromosom dengan *fitness* yang lebih baik. Untuk melakukan mutasi, kita harus terlebih dahulu menghitung jumlah total gen pada populasi tersebut. Kemudian membangkitkan bilangan random yang akan menentukan posisi dimana yang akan dimutasi (gen keberapa pada kromosom keberapa).

Karena permasalahan yang digunakan adalah maksimasi dari nilai random pada setiap gen, maka teknik mutasi yang digunakan pada

penelitian ini adalah teknik *Aritmathic Mutation*, artinya setiap nilai gen pada suatu kromosom ditambah dengan bilangan acak sebanyak panjang kromosom pada interval tertentu. Silva, et al, (2019).

$$Child = Parent_x \times x_{random} \quad (2.6)$$

Dimana: Panjang total gen =  $8 \times 6$ , sehingga : Panjang total gen = 48 gen. Untuk posisi gen yang dipilih kemudian dimutasi dilakukan dengan cara membangkitkan bilangan acak yang dimulai dari antara 1 – total jumlah gen yaitu gen 1 – sampai dengan pada gen 48, kemudian dapat ditentukan berapa parameter mutasi (PM) yang akan digunakan untuk memutasi gen. Semisal PM yang ditentukan adalah = 25 %, maka jumlah gen yang akan dimutasi yaitu:  $0,25 \times 48 = 12$ . Sehingga gen yang akan dimutasi adalah sebanyak 12 gen dengan posisi yang telah ditentukan secara acak.

## **2.6 Pendekatan *algoritma* genetika pada permasalahan penjadwalan *no-wait flow shop***

Algoritma genetika (GA) adalah salah satu metode pencarian heuristik yang meniru dari proses seleksi alam dan berdasarkan pada prinsip-prinsip genetika. GA termasuk dalam kelompok *Evolutionary Algorithm* (EA).

Algoritma Genetika adalah metode penyelesaian untuk masalah optimasi dengan menggunakan Teknik meniru dari proses seleksi alam, seperti mutasi, seleksi, dan kawin silang. Prosedur pencarian di dalam algoritma genetika hanya didasarkan pada nilai fungsi tujuan dan tidak menggunakan nilai gradient atau teknik kalkulus. Alur pencarian algoritma genetika dibagi dalam enam tahap, yakni:

1. Tahap pertama adalah membangkitkan populasi awal secara acak sesuai ukuran populasi yang diinginkan.
2. Mengevaluasi nilai setiap kromosom di dalam populasi awal dengan menggunakan fungsi *fitness*.
3. Tahap ketiga adalah menyeleksi kromosom terbaik untuk disalin dalam jumlah tertentu untuk menggantikan kromosom lainnya dan melakukan

seleksi kompetitif untuk memilih anggota populasi sebagai induk agar ditahap berikutnya siap untuk melakukan kawin silang.

4. Melakukan kawin silang antar induk yang terpilih lalu menyeleksi *child* terbaik yang dihasilkan dari kawin silang tersebut dan melakukan mutasi terhadap *child* terbaik tersebut.
5. menggabungkan semua populasi dengan semua *child*.

Menggunakan fungsi *fitness* hitung nilai *Makespan* dan urutkan secara *ascending* berdasarkan *Makespan*. Diagram alir proses GA ditunjukkan oleh Gambar 2.5.

### 2.6.1. Fungsi tujuan minimasi penjadwalan *no-wait flow shop*

Subbab ini membahas mengenai tujuan dari minimasi *makespan* penjadwalan *no-wait flow shop*. Meminimalisasi total waktu proses/*makespan* sebagaimana yang ditunjukkan oleh Persamaan 2.1. Nilai *Makespan* adalah nilai waktu pada saat pekerjaan terakhir selesai diproses oleh mesin terakhir seperti yang ditunjukkan oleh Persamaan 2.2. Perhitungan untuk mendapatkan nilai *Makespan* secara umum adalah dengan cara menambahkan waktu mulai pekerjaan *i* pada mesin *j* dengan waktu proses pekerjaan *i* pada mesin *j* seperti yang ditunjukkan oleh Persamaan 2.3. Sedangkan perhitungan untuk menentukan waktu dimulainya proses pada mesin pertama oleh suatu pekerjaan ditunjukkan oleh Persamaan 2.4.

$$\text{Minimalisasi } C_{max} \quad (2.7)$$

$$C_{max} = F_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (2.8)$$

$$F_{ij} = S_{ij} + P_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (2.9)$$

$$F_{ij} = S_{ij} + P_{ij} + d_{il} \quad i, l = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (2.10)$$

### 2.6.2. Perhitungan nilai *fitness*

Sedangkan untuk menghitung nilai *fitness*, dalam penelitian ini digunakan selisih nilai *makespan* yang diperoleh dengan *big number* yakni 50.000. hal ini dilakukan dengan asumsi bahwa nilai *makespan* akan sama dengan  $x - 50.000$ . dikurangi dengan hasil kali dari keseluruhan total waktu

produksi masing-masing *job* (*makespan*) dengan  $1/\mu(d)$ . Pengurangan dengan *big number* ( $y$ ) ini bertujuan agar nilai *fitness* dari setiap kromosom dapat mewakili 2 tujuan utama berupa minimasi *waiting time* dan *makespan* dalam 1 fungsi *fitness*. Sehingga secara matematis dapat ditulis seperti berikut:

$$\mathbf{Fitness} = \mathbf{y} - ((\mathbf{1} - \sum\mu(\mathbf{d})) \times \mathbf{makespan}) \quad (2.11)$$

Dimana:

$$y = 50.000 \text{ s}$$

$$\sum\mu(d) = \text{jumlah rata-rata membership waiting time}$$

$$\text{Makespan} = \text{total waktu keseluruhan proses}$$

### 2.6.3. Perhitungan fungsi keanggotaan *fuzzy no-wait flow shop*

Subbab ini menjelaskan mengenai detail dan metode yang digunakan untuk perhitungan *fuzzy no wait membership function* pada penjadwalan NWFS. Metode perhitungan *Makespan* pada NWFS adalah dengan menggunakan metode *trapezoidal membership function*.

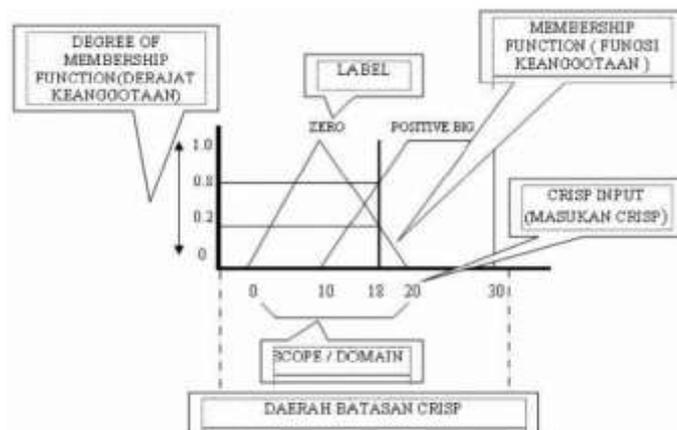
Logika *fuzzy* yang pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh, memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 (nol) hingga 1 (satu), Berbeda dengan sistem kontrol konvensional yang mendefinisikan sesuatu dengan kategori benar dan salah (1 atau 0) selain nilai itu akan dibulatkan atau diabaikan, logika *fuzzy* disini dapat mendefinisikan nilai dengan beberapa kategori. Seperti misalkan dalam Bahasa keseharian manusia yang menyatakan sesuatu dengan kata “sangat banyak”, “banyak”, “sangat sedikit”, “sangat panas”, “sangat dingin” dan seterusnya. Maka nanti output dari logika *fuzzy* tidak hanya berupa nilai 1 atau 0, melainkan ada beberapa nilai yang menjadi output yang akan digunakan untuk melakukan proses pada sistem kontrol (Budiharto & Suhartono, 2014).

Himpunan *fuzzy* pertama kali dikembangkan pada tahun 1965 oleh Zadeh, teori himpunan *fuzzy* telah banyak dikembangkan dan diaplikasikan dalam berbagai masalah real. Konsep himpunan *fuzzy* yang dikembangkan oleh Zadeh.

Profesor Lotfi A. Zadeh adalah guru besar pada *University of California* yang merupakan pencetus sekaligus yang memasarkan ide tentang cara mekanisme pengolahan atau manajemen ketidakpastian yang kemudian dikenal dengan logika *fuzzy*. Dalam penyajiannya variabel-variabel yang akan digunakan harus cukup menggambarkan ke-*fuzzy*-an tetapi di lain pihak persamaan-persamaan yang dihasilkan dari variabel-variabel itu haruslah cukup sederhana sehingga komputasinya menjadi cukup mudah. Karena itu Profesor Lotfi A Zadeh kemudian memperoleh ide untuk menyajikannya dengan menentukan “derajat keanggotaan” (*membership function*) dari masing-masing variabelnya. Menurut Sudrajat adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik input data kedalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan ketika menggunakan metode pengolahan data *fuzzy logic* adalah sebagai berikut:

- **Derajat Keanggotaan (*membership function*)** adalah: derajat dimana nilai *crisp* dengan fungsi keanggotaan (dari 0 sampai 1), juga mengacu sebagai tingkat keanggotaan, nilai kebenaran, atau masukan *fuzzy*.
- **Label** adalah nama deskriptif yang digunakan untuk mengidentifikasi sebuah fungsi keanggotaan..
- **Fungsi Keanggotaan** adalah mendefinisikan *fuzzy set* dengan memetakan masukan *crisp* dari domainnya ke derajat keanggotaan.



Sumber: Meshcheryakov, V. & Denisova, L. (2016)

**Gambar 2.9.** Konsep dasar logika *fuzzy*

- **Masukan *Crisp*** adalah masukan yang tegas dan tertentu.
- **Lingkup/*Domain*** adalah lebar fungsi keanggotaan. Jangkauan konsep, biasanya bilangan, tempat dimana fungsi keanggotaan dipetakan.
- **Daerah Batasan *Crisp*** adalah jangkauan seluruh nilai yang dapat diaplikasikan pada variabel sistem.

Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika *fuzzy*:

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti. Karena logika *fuzzy* menggunakan dasar teori himpunan, maka konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* tersebut cukup mudah untuk dimengerti
2. Logika *Fuzzy* sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan, dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat. Jika diberikan sekelompok data yang cukup homogen, dan kemudian ada beberapa data yang “eksklusif”, maka logika *fuzzy* memiliki kemampuan untuk menangani data eksklusif tersebut.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.

Sebagai contoh,  $X$  merupakan himpunan universal. Maka himpunan bagian *fuzzy*  $A$  dari  $X$  didefinisikan dengan fungsi keanggotaan (*membership function*)

$$\mu_A : X \rightarrow [0,1]$$

Dimana setiap elemen  $x \in X$  dan bilangan real  $\mu_A(x)$  pada interval  $[0,1]$ , dimana nilai  $\mu_A(x)$  menunjukkan tingkat keanggotaan (*membership*) dari  $x$  pada  $A$ .

Himpunan *fuzzy* dari  $A$  didefinisikan:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) / x \in X\}$$

Definisi ini dapat digeneralisasikan jika interval tertutup  $[0,1]$  adalah diganti dengan elemen maksimum atau minimum.

Perhatikan  $A, B \subset X$  dua himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaannya  $\mu_A(x)$  dan

$\mu_B(x)$ . Katakan bahwa  $A$  adalah himpunan bagian dari  $B$ , notasikan  $A \subset B$ , jika dan hanya jika

$$\mu_A(x) \leq \mu_B(x), \forall x \in X$$

Dari contoh yang telah dipaparkan, diperoleh bahwa  $A$  adalah sama dengan  $B$ , dinotasikan  $A = B$ , jika dan hanya jika

$$\mu_A(x) = \mu_B(x), \forall x \in X$$

Komplemen  $\bar{A}$  dari himpunan *fuzzy fuzzy*  $A$  didefinisikan:

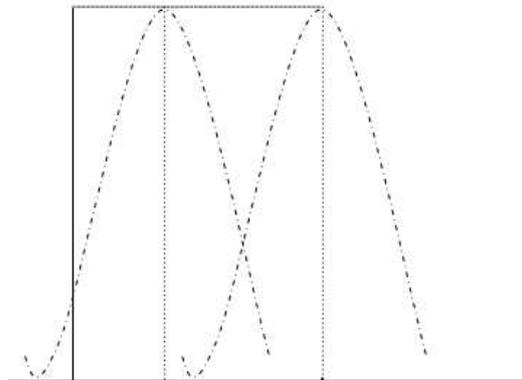
$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x), \forall x \in X$$

Gabungan dua himpunan *fuzzy*  $A$  dan  $B$  adalah himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaannya

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_{\bar{A}}(x), \mu_B(x)) = \mu_{\bar{A}}(x) \vee \mu_B(x), \forall x \in X$$

Dan fungsi keanggotaan dari irisan dua himpunan *fuzzy*  $A$  dan  $B$  adalah

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_{\bar{A}}(x), \mu_B(x)) = \mu_{\bar{A}}(x) \wedge \mu_B(x), \forall x \in X$$

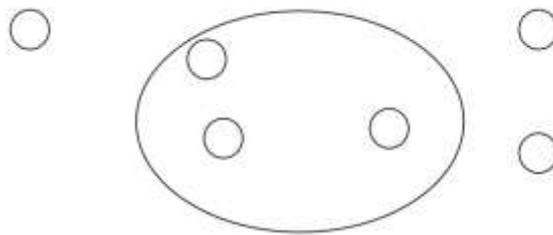


Sumber: Kurniawati, D.O. et.all (2014)

**Gambar 2.10** Irisan Dan Gabungan Dua Himpunan *Fuzzy*

Pada teknik digital, Dubois dan Prade dikenal dua macam logika yaitu 0 dan 1 serta tiga operasi dasar yaitu *NOT*, *AND* dan *OR*. Logika semacam ini disebut dengan *crisp logic*. Logika ini sering dipergunakan untuk mengelompokkan suatu himpunan. Contoh lain adalah, dikenal dua macam logika yaitu 0 dan 1 serta tiga operasi dasar yaitu *NOT*, *AND* dan *OR*. Logika

semacam ini disebut dengan *crisp logic*. Logika ini sering dipergunakan untuk mengelompokkan suatu himpunan. Sebagai contoh, akan dikelompokkan beberapa macam hewan, yaitu ‘hiu’, ‘kakap’, ‘pari’, ‘kucing’, ‘kambing’, ‘ayam’ ke dalam himpunan ikan. Sangat jelas bahwa hiu, kakap dan pari adalah anggota himpunan ikan sedangkan kucing, kambing, ayam adalah bukan anggotanya, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6. (Dubois and Prade, 1998)



Sumber: Majumder, A., Jaggi, C. K., & Sarkar, B. (2018)

**Gambar 2.11** Pengelompokan beberapa hewan ke himpunan ikan

Dalam penerapannya, langkah-langkah dalam melakukan *fuzzy logic* adalah sebagai berikut:

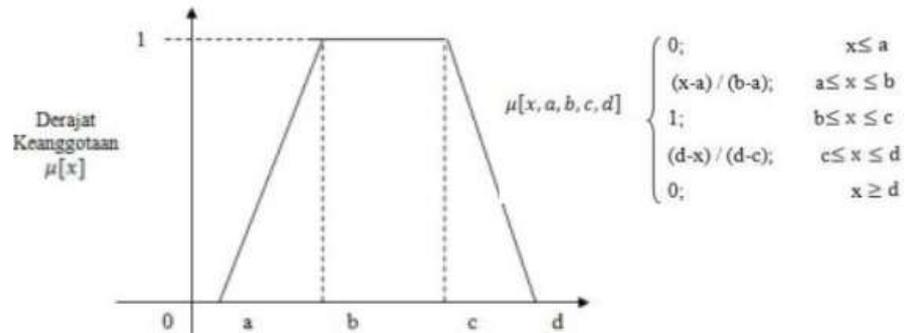
1. Fuzzifikasi (*Fuzzification*)

Menentukan variable-variabel yang akan digunakan dalam *fuzzy logic*. Variable awal berbentuk nilai *crisp* (nilai tegas).

2. *Fuzzy Inference*

Menjadikan variabel-variabel yang telah ditentukan menjadi fungsi keanggotaan. Pada penelitian ini, fungsi keanggotaan yang digunakan adalah kurva trapesium. Pada dasarnya kurva trapesium (Trapezoidal) memiliki kemiripan dengan kurva segitiga perbedaannya adalah pada kurva segitiga hanya ada 1 titik atau nilai yang memiliki derajat keanggotaan = 1 sedangkan pada kurva trapesium ada beberapa nilai atau titik yang punya nilai keanggotaan = 1 yaitu  $b \leq x \leq c$ . Yang menjadikan perbedaan adalah jumlah atau banyaknya

parameter yang digunakan. Pada kurva trapesium menggunakan 4 parameter yaitu a, b, c dan d. sebagaimana pada gambar berikut:



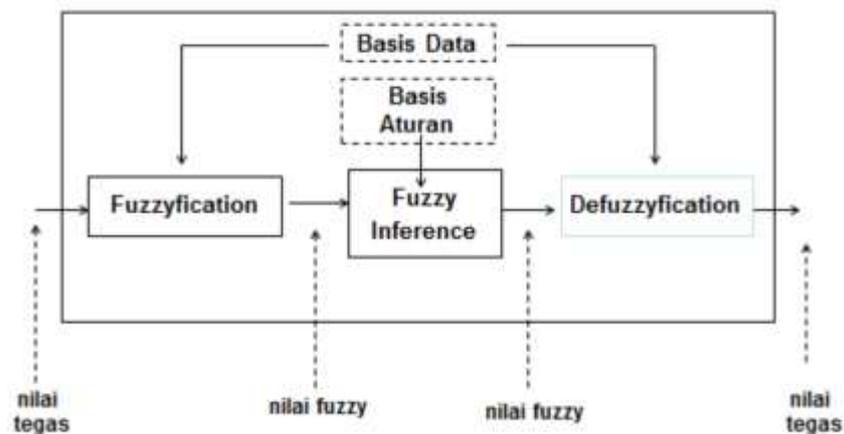
Sumber: Kurniawati D.O et.al

**Gambar 2.12.** Bentuk dan fungsi kurva trapesium

Data *crisp* diubah menjadi Bahasa linguistik (nilai *fuzzy*) yang selanjutnya diolah sesuai dengan metode-metode yang ada.

### 3. Penegasan (*defuzzy*)

Input dari proses *defuzzifikasi* adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai outputnya



Sumber: Kurniawati D.O et.al

**Gambar 2.13** Proses sistem inferensi *Fuzzy*

#### 2.6.4. Perhitungan persentase efektivitas optimasi *makespan* dan *waiting time*

Pada sub bab ini menjelaskan mengenai seberapa besar persentase hasil optimasi antara program peneliti dengan kondisi aktual. Nilai yang dibandingkan adalah hasil optimasi atau minimasi *makespan* dari kondisi aktual dan maksimasi fungsi keanggotaan *fuzzy waiting time*. Perhitungan perbedaan nilai *Makespan* tersebut dijelaskan pada Persamaan 2.11. Penggunaan persentase tersebut dapat dilihat lebih lanjut pada Bab 5 mengenai hasil uji coba dan evaluasi.

$$\frac{MP - MCR}{MCR} \times 100\% \dots\dots\dots(2.13)$$

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Objek dan Subjek Penelitian**

Objek penelitian ini adalah total waktu produksi (*makespan*) dan waktu tunggu (*waiting time*) tas kulit asli pada waktu 14 februari 2023 hingga 1 Maret 2023 CV. Praja Indogama Sew (PRAMASEW) yang terletak di Jl. Taman Manyar Indah AB 10, Surabaya. Sedangkan subjek dari penelitian ini adalah pada bagian operator tentang penjadwalan produksi. Brand tas kulit yang diproduksi oleh CV. Pramasew antara lain Ashadewi Duffel, Ashadewi L dan Canvas Man.

#### **3.2. Variabel Penelitian**

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari data perusahaan CV. Paramasew. Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian optimasi penjadwalan *No-wait flow shop* berupa:

$T$  = waktu penyelesaian produksi ( $s$ )

$h$  = banyaknya mesin (unit)

$d$  = waktu tunggu mesin ( $s$ )

#### **3.3. Instrumen Penelitian**

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari berbagai studi literatur sejenis dari peneliti sebelumnya. Sedangkan untuk optimasi menggunakan aplikasi *Microsoft excel*.

#### **3.4. Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data merupakan suatu tahapan yang bertujuan untuk mengumpulkan seluruh data dan informasi yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Data didapatkan secara primer atau langsung melalui wawancara dan observasi yang dilakukan di CV. Paramasew.

### 1. **Data Primer**

Data primer yang digunakan adalah data waktu proses produksi, data *waiting time*, data jumlah mesin dan jumlah produksi

### 2. **Data Sekunder**

Yakni dengan Studi Pustaka. Hal ini dilakukan untuk pengumpulan data dan informasi yang mendukung penelitian yang berasal dari dokumen perusahaan, buku-buku penunjang serta literatur ataupun referensi lainnya seperti internet dan buku penunjang kuliah. Tujuan dilakukannya studi pustaka yaitu untuk mencari konsep secara teoritis yang dapat membantu dan mendukung penelitian studi pustaka yang terkait dengan penelitian ini yakni metode algoritma genetika.

## **3.5. Teknik Pengolahan Data**

### 1. Studi & observasi awal

Pada Langkah ini, yang dilakukan peneliti adalah meninjau apakah terdapat permasalahan dalam suatu perusahaan yang kemudian dari permasalahan-permasalahan tersebut diambil salah satu untuk dijadikan obyek penelitian yang akan dicari penyelesaiannya. Dalam hal ini isu optimasi penjadwalan menjadi salah satu problem diperusahaan ini.

### 2. Menentukan rumusan masalah dan tujuan penelitian

Pada CV. Pramasew problem yang diangkat adalah optimasi penjadwalan. Sehingga secara umum rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana optimasi penjadwalan pada CV. Pramasew menggunakan algoritma genetika sedangkan tujuannya adalah menghasilkan penjadwalan yang lebih optimal dari kondisi sebelumnya/aktual.

### 3. Tinjauan Pustaka

Langkah selanjutnya adalah melakukan tinjauan pustaka berupa mempelajari *coding* algoritma genetika dengan python menggunakan *Jupyter notebook* untuk menyelesaikan permasalahan NWFS dan fungsi keanggotaan *fuzzy no-wait* sehingga dapat menyelesaikan dan menjawab rumusan dan tujuan dari penelitian dengan dukungan teori yang digunakan.

#### 4. Tinjauan lapangan

Sedangkan dengan dilakukannya tinjauan lapangan yaitu untuk mengetahui kebijakan yang dipakai oleh pihak perusahaan dan informasi pendukung lainnya seperti penetapan waktu rata-rata produksi pada  $n$  job  $m$  mesin, waktu tunggu rata-rata dan lain-lain.

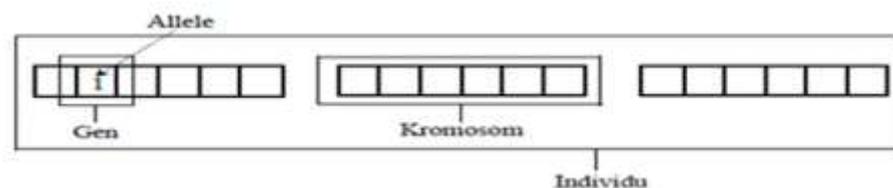
#### 5. Pengumpulan data

Dalam langkah pengumpulan data dibagi menjadi dua bagian, yaitu data primer dan data sekunder. Dimana data primer tersendiri dapat mencakup dari waktu produksi, *makespan* masing-masing *job*, *idle time* dan *waiting time* pada setiap mesin. Sedangkan dari data sekunder tersendiri adalah berupa literatur-literatur yang digunakan seperti jurnal, karya ilmiah terdahulu yang berkaitan dengan yang akan diteliti serta video-video pembelajaran terkait algoritma genetika. Ini dimaksudkan agar dapat memperkuat latar belakang dan dasar teori yang digunakan.

#### 6. Pengolahan data

Setelah melakukan pengumpulan data maka selanjutnya dilakukan pengolahan data. Pengolahan data dimaksudkan adalah mengolah data- data yang telah didapatkan dengan menggunakan metode-metode terkait, sehingga dapat menghasilkan sebuah nilai untuk menentukan solusi. Selanjutnya pengolahan data dengan menggunakan metode Algoritma Genetika.

- 1) Teknik pengkodean: Teknik pengkodean dilakukan dengan bilangan integer (bilangan bulat) yang merepresentasikan mesin yang digunakan dalam proses produksi.



**Gambar 3. 1** Skema Pengkodean Kromosom

Teknik pengkodean yang digunakan pada penelitian ini adalah *value encoding*, setiap mesin yang dilalui oleh material akan diwakili oleh sebuah angka. Kemudian dari angka tersebut merupakan sebuah gen yang ada pada sebuah kromosom. Pada setiap kromosom yang ada dalam satu generasi dapat merepresentasikan kombinasi urutan mesin yang dilalui oleh material seperti 1, 2, 3, 4, 5, .... n ini menunjukkan bahwa angka tersebut adalah angka yang dapat mewakili nama mesin yang dilalui oleh bahan baku pada saat proses produksi.

2) Menentukan nilai *fitness*: penentuan nilai *fitness* ini merupakan bagian pokok dari sebuah algoritma genetika. Dengan fungsi *fitness* ini dapat diperoleh solusi optimal dari suatu masalah. Pada penelitian ini terdapat 3 langkah yang dilakukan terlebih dahulu yakni:

a) Minimasi *makespan*

Masing-masing dari urutan *job* yang dihasilkan, kemudian dihitung *makespan*. Setelah itu dilakukan perkalian terhadap *waiting time* yang dihasilkan

b) Menentukan total *waiting time*

*Waiting time* yang diperoleh kemudian dijumlahkan dan kemudian dirata-rata. Agar hasil yang diperoleh memiliki tujuan yang sama dengan optimasi *makespan* yaitu minimasi, maka hasil tersebut dibagi dengan 1 yang secara matematis dinotasikan sebagai berikut:

$$z = 1 / \bar{(\sum d)} \quad (3.1)$$

Dimana:

$$z = \text{hasil } 1 / \bar{(\sum d)}$$

$$\bar{(\sum d)} = \text{rata-rata total } \textit{waiting time} \text{ mesin}$$

Setelah mendapatkan kedua nilai tersebut maka dapat di tentukanlah nilai *fitness* dengan cara mengurangi *big number* dengan hasil perkalian antara *makespan* dengan *z*, *big number* disini merupakan angka besar yang dipilih secara random untuk memperkecil nilai *fitness* yang dihasilkan. Sehingga secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Fitness = y - (z \times makespan) \quad (3.2)$$

Dimana:

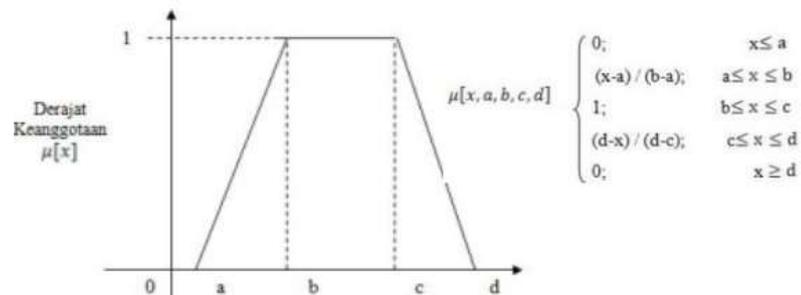
$$y = 50.000 \text{ s}$$

$$z = \text{hasil } 1 / \sqrt{\sum d}$$

*Makespan* = total waktu keseluruhan proses

c) Menentukan *waiting time membership function*

Dalam konsep logika *fuzzy* perlu dilakukan fuzzifikasi atau merubah nilai tegas menjadi nilai *fuzzy*. Pada penelitian ini fuzzifikasi dilakukan agar dapat diketahui *sequence* baru mana yang *waiting timenya* dapat ditoleransi atau dapat masuk kriteria perusahaan atau tidak. Pada penelitian ini fungsi keanggotaan menggunakan trapezoidal membership function yang mana tipe membership ini memiliki 3 kriteria penilaian sehingga hasil optimasi yang diperoleh dapat memiliki 3 toleransi. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:



Dimana:

$1$  = baik (*waiting time kecil/minimum*)

$0$  = kurang baik (*waiting time terlalu lama*)

$0 \leq x \leq 1$  = baik tapi masih dapat diterima

3) *Crossover*: Proses *crossover* dilakukan dengan menggunakan metode *one-point crossover*. Dengan cara pindah silang dua poin dengan menambahkan beberapa prosedur tambahan.

Prosedur dalam menggunakan *one-point crossover* adalah yang pertama tentukan terlebih dahulu dua posisi pada kromosom dengan cara acak, substring yang berada di dalam dua posisi ini dinamakan daerah

pemetaan, kemudian tukan substring antara kedua induk untuk mendapatkan keturunan, lalu tentukan hubungan *mapping* diantara kedua daerah pemetaan, dan terakhir adalah menentukan keturunan kromosom yang mengacu pada hubungan *mapping* (Khoirussoleh, 2014). Contoh proses PMX adalah sebagai berikut:

- a. Pilih secara acak angka random yang menotasikan kromosom

**POPULASI A**

	gen	gen	gen	gen	gen	fitness
	1	2	3	4	5	
kromosom 1	10	9	2	8	2	19928,86
kromosom 2	1	10	3	6	6	22515,54
kromosom 3	2	6	7	9	7	20154,59
kromosom 4	3	9	8	1	5	19190,74

**Gambar 3.2** notasi kromosom

Misalkan angka random yang terpilih adalah 1 dan 4, artinya yang mengalami *crossover* adalah kromosom 1 dan 4.

- b. Menjumlahkan nilai pada gen 1 dengan gen 4 kemudian dibagi dengan 2, maka anak hasil dari kawin silang adalah sebagai berikut:

	gen1	gen2	gen3	gen4	gen5	fitness
anak cr	$(10+3)/2$	$(9+9)/2$	$(2+8)/2$	$(8+1)/2$	$(2+5)/2$	$(6+1)/2$
anak cr	6,5	9	5	4,5	3,5	0,035

**Gambar 3.3** proses *Partially Mapped Crossover*

4) Mutasi: Teknik mutasi yang digunakan dalam makalah adalah teknik insertion mutation. Teknik ini diawali dengan memilih dua bilangan acak kemudian gen yang berada pada posisi bilangan acak pertama ditukar dengan gen yang berada pada bilangan acak kedua. Proses mutasi dilakukan agar mengeksplorasi gen agar solusi tidak terjebak pada local optimal, artinya setiap nilai gen pada suatu kromosom ditambah dengan bilangan acak sebanyak panjang kromosom pada interval tertentu (Silva, et al, 2019). Terkait teknis mutasi telah digambarkan pada persamaan 2.15.

Misal bilangan acaknya adalah bilangan random antara interval -1 dan 1, maka:

**POPULASI A**

	gen1	gen2	gen3	gen4	gen5	angka random				
k 1	10	9	2	8	2	0,00	-0,86	0,79	0,82	-0,88
k 2	1	10	3	6	6	-0,73	-0,69	0,40	0,98	-0,49
k 3	2	6	7	9	7	0,67	-0,23	0,12	0,43	-0,74
k 4	3	9	8	1	5	-0,15	0,67	0,84	-0,04	-0,59

**Gambar 3.4** penentuan angka random

Jumlahkan bilangan random dengan nilai gen pada kromosom kemudian tentukan *fitness* berdasarkan hasil penjumlahan bilangan random (*popm*) dengan nilai gen:

	gen1	gen2	gen3	gen4	gen5	<i>fitness</i>
anak1	10+(0)	9+(-0,86)	2+(0,79)	8,82	1,12	19928,86
anak2	1+(-0,69)	9,31	3,4	6,98	5,51	22515,54

anak3	2,67	5,77	7,12	9,43	6,26	20154,59
anak4	2,85	9,67	8,84	0,96	4,41	19190,74

**Gambar 3.5** proses mutasi

Maka hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

	gen1	gen2	gen3	gen4	gen5	fitness
anak1	10	8,14	2,79	8,82	1,12	19928,86
anak2	0,27	9,31	3,4	6,98	5,51	22515,54
anak3	2,67	5,77	7,12	9,43	6,26	20154,59
anak4	2,85	9,67	8,84	0,96	4,41	19190,74

**Gambar 3.6** hasil proses mutasi

- 5) Hasil individu terbaik: pada tahap ini populasi dari hasil kromosom *crossover* (*popc*) dan mutasi (*popm*) digabungkan sebagai berikut:

	gen1	gen2	gen3	gen4	gen5	fitness
k1	10	9	2	8	2	19928,86
k2	1	10	3	6	6	22515,54
k3	2	6	7	9	7	20154,59
k4	3	9	8	1	5	19190,74
anak cr	6,5	9	5	4,5	3,5	30346,69
anak1	10	8,14	2,79	8,82	1,12	29805,53
anak2	0,27	9,31	3,4	6,98	5,51	12571,5
anak3	2,67	5,77	7,12	9,43	6,26	29419,69
anak4	2,85	9,67	8,84	0,96	4,41	25412,53

**Gambar 3.7** penggabungan populasi

Kemudian diurutkan berdasarkan *fitness* terbaik sebanyak jumlah kromosom dalam suatu populasi. Karena pada penelitian ini adalah bertujuan untuk minimasi *makespan*, maka dipilih nilai terkecil sebanyak jumlah populasi untuk dilanjutkan pada generasi berikutnya.

	gen1	gen2	gen3	gen4	gen5	<i>fitness</i>
k1	10	9	2	8	2	19928,86
k3	2	6	7	9	7	22515,54
anak1	10	8,14	2,79	8,82	1,12	20154,59
anak3	2,67	5,77	7,12	9,43	6,26	19190,74
anak cr	6,5	9	5	4,5	3,5	30346,69
anak4	2,85	9,67	8,84	0,96	4,41	29805,53
k2	1	10	3	6	6	12571,5
k4	3	9	8	1	5	29419,69
anak2	0,27	9,31	3,4	6,98	5,51	25412,53

**Gambar 3.8** hasil populasi setelah pengurutan *fitness*

#### 7. Analisis dan pembahasan

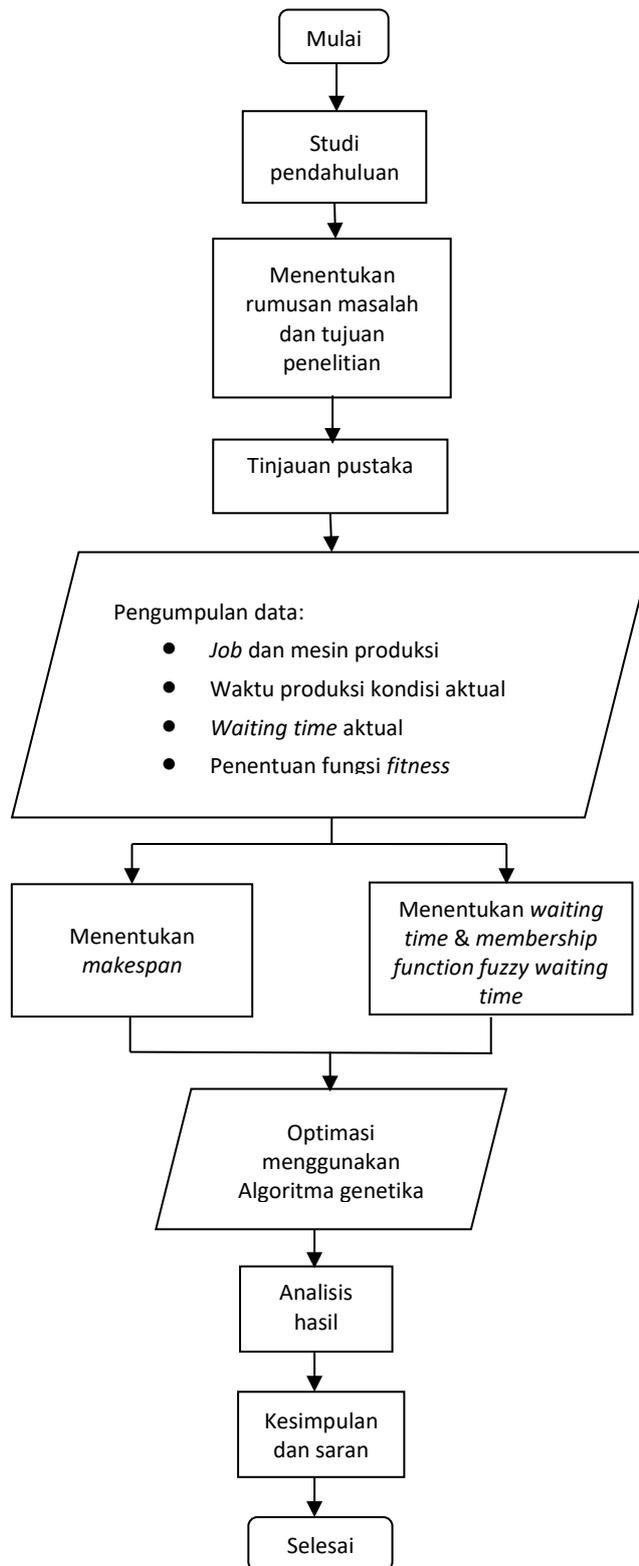
Selanjutnya dilakukan langkah analisis hasil dan pembahasan dalam pemecahan masalah dengan mencakup dengan optimasi penjadwalan yang baru didapatkan. Dan langkah yang terakhir adalah peneliti menerjemahkan kesimpulan dan saran yang telah didapatkan dari hasil pengolahan dan dan analisis oleh peneliti pada penelitian ini. Pembahasan hasil penelitian dilanjutkan dengan kesimpulan dan saran.

#### 8. Kesimpulan

Setelah analisis dan pembahasan dilakukan akan diperoleh kesimpulan yang akan menjawab rumusan masalah yang berada di awal. Dalam bab ini hasil olah data menggunakan *excel* baik minimasi *makespan* atau maksimasi fungsi keanggotaan *fuzzy no-wait* akan dibobotkan, mana yang lebih penting antara keduanya. Lalu dibandingkan dengan kondisi aktual perusahaan sehingga memperoleh kesimpulan apakah penelitian ini dapat memberikan solusi optimal terhadap penjadwalan produksi pada perusahaan CV. Pramasew

### **3.6. Kerangka Alur Penelitian**

Agar dapat mencapai tujuan yang diharapkan, maka adapun tahapan yang akan dilakukan pada penelitian ini divisualisasikan dalam kerangka alur penelitian sebagai berikut:



**Gambar 3.9.** Flowchart Metode Penelitian

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1. Gambaran Umum Perusahaan**

##### **4.1.1. Profil Perusahaan**

Praja Indogama Sew (Pramasew) berdiri sejak Januari 2013 di Surabaya. Berangkat dari pengalaman pendiri perusahaan pada pameran di Sourcing Magic at Las Vegas pada tahun 2012, kemudian pada 2 tahun berikutnya 2013 dan 2014 yang kemudian timbul rasa peduli bahwa ternyata kebutuhan produksi barang-barang kulit dari Indonesia juga diperhitungkan dan memiliki daya saing secara kualitas bahkan dengan pabrik dari China sekalipun. Awalnya tenaga kerja perusahaan merupakan spesialis di bidang produksi barang yang terbuat dari kulit, seperti tas, dompet, aksesoris/merchandise. Namun seiring dengan perkembangan desain dan kebutuhan pasar, perusahaan juga berinovasi dengan memproduksi barang-barang yang terbuat dari kanvas, sintetis, denim dan bahan fabrikasi lainnya yang ternyata juga dapat dikombinasikan dengan bahan kulit.



**Gambar 4.1** logo CV. Praja Indogama Sew

##### **4.1.2. Proses Bisnis Perusahaan**

CV. Pramasew adalah perusahaan yang bergerak pada bidang usaha produk tas untuk pasar lokal dan internasional. Kegiatan produksi

dilakukan di bagian RnD (Research and Development) dan di bagian produksi.

Kebutuhan tas untuk pasar lokal dengan merk Bucini dikerjakan di bagian RnD. Untuk pasar lokal perusahaan melayani pemesanan mulai dari 1 pcs tas. Perusahaan CV. Pramasew menerapkan sistem produksi yang dapat dicustom oleh customer. Proses kerja dari bagian RnD tidak jauh berbeda dengan bagian produksi. Bagian RnD lebih banyak membuat sampel tas untuk dipasarkan di pasar lokal serta melayani produksi untuk kebutuhan lokal dengan sistem custom ataupun produksi massal yang dijual di *showroom* milik CV. Pramasew.

Produksi tas untuk kebutuhan ekspor atau pasar internasional dengan merk *John Anglo* dan *Canvas man* dikerjakan di bagian produksi, dimana proses awalnya dimulai dari proses desain yang ditentukan oleh customer atau dengan contoh produk yang sudah jadi. Kemudian dibawa ke bagian RnD untuk dibuat pola dengan adanya perubahan ataupun tanpa perubahan sesuai kebutuhan customer. Setelah pola jadi, maka pihak pemotongan menyiapkan bahan dasar yaitu kulit serta kainnya untuk *lining* kemudian dipotong. Pemotongan masih menggunakan sistem manual, kemudian setelah bahan dipotong maka bahan diserahkan kepada bagian perakitan hingga proses penjahitan selesai dan sudah menjadi produk jadi. Perakitan merupakan proses merakit antara kulit dengan kain serta pemasangan aksesoris dan penjahitan. Setelah dirakit kemudian produk yang sudah jadi di *finishing* lalu masuk *packing*.

#### **4.1.3. Tenaga Kerja**

Dalam sebuah perusahaan kecil maupun besar tentu memiliki struktur organisasi dan tenaga kerja sebagai pelaku dalam perusahaan tersebut. Tenaga kerja merupakan unsur terpenting dalam perusahaan karena tenaga kerja adalah subjek dalam proses produksi. Sebuah perusahaan tanpa tenaga kerja maka tidak akan berjalan karena tidak memiliki subjek dalam menjalankan proses produksi.

Secara keseluruhan tenaga kerja staf dan karyawan yang dimiliki oleh CV. Pramasew adalah 80 karyawan. Adapun tingkat pendidikan, kedudukan dari staf-staf dan karyawan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.1** Tingkat pendidikan karyawan CV. Pramasew

<b>Tingkat Pendidikan</b>	<b>Jumlah Karyawan</b>
Sarjana	10 orang
D III	9 orang
SLTA	40 orang
SLTP	14 orang
SD	7 orang
<b>Jumlah</b>	<b>80 orang</b>

**Tabel 4.2** Kedudukan karyawan CV. Pramasew

<b>Kedudukan karyawan</b>	<b>Jumlah karyawan</b>
Staf	12 orang
non staf	66 orang
Keamanan	2 orang
<b>Jumlah</b>	<b>80 orang</b>

Hari kerja CV. Pramasew dimulai dari Senin sampai Sabtu, dan libur di hari Minggu. Apabila terdapat pekerjaan yang mendesak serta mengejar target, maka karyawan masuk kerja sampai malam dan dihitung sebagai kerja lembur. Hal ini dilakukan karena produksi dari perusahaan berdasarkan pesanan dan target produksi yang harus diselesaikan sesuai waktu kesepakatan.

Adapun rincian jadwal kerja dapat dilihat pada tabel berikut:

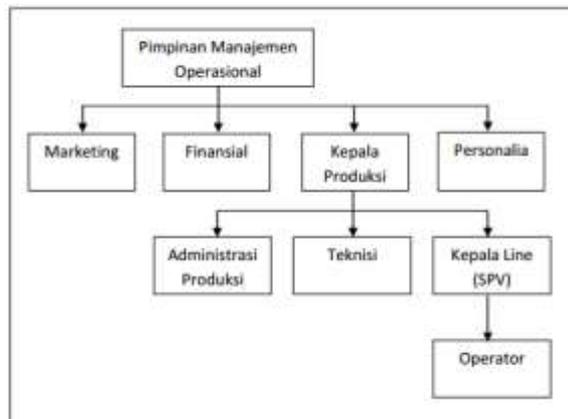
**Tabel 4.3** Jadwal kerja karyawan

<b>No</b>	<b>Hari</b>	<b>Jam</b>	<b>Keterangan</b>
1	Senin-Kamis	07.30-12.00	Kerja
		12.00-13.00	Istirahat
		13.00-15.00	Kerja
2	Jumat	07.30-11.30	Kerja
		11.30-13.00	Istirahat Kerja

		13.00-15.00	
3	Sabtu	07.30-12.00 12.00-12.30 12.30-14.00	Kerja Istirahat Kerja

#### 4.1.4. Struktur Organisasi Perusahaan

Untuk mencapai tujuan dari sebuah perusahaan, maka diperlukan sebuah struktur organisasi yang akan mengatur atau membagi tugas dan wewenang masing-masing bagian. Hal ini bertujuan untuk menghindari adanya tugas ganda antara jabatan atau bagian yang telah berikan. Dengan diberikannya tugas dan wewenang maka akan menimbulkan tanggung jawab dari masing-masing individu, untuk melakukan dan melaksanakan tanggung jawab dengan baik dan maksimal. adalah bagan struktur organisasi yang terdapat di CV. Pramasew:



**Gambar 4.2.** Struktur Organisasi Perusahaan CV. Pramasew

#### 4.1.5. Proses Produksi

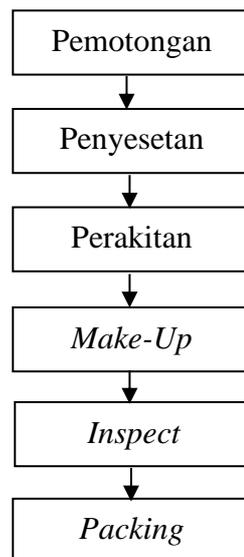
Data yang akan diolah merupakan data total waktu produksi pada setiap produk. Adapun produk dan urutan proses pengerjaan produk yang akan dikaji adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.4** jenis produk dan urutan pengerjaan

Urutan job	Kode produk yang dikerjakan	Nama brand
1	91304	canvas man typel 4
2	91302	canvas man type 2

3	11406	jhon anglo type 6
4	91301	canvas man type 1
5	71301	Ashadewi L type 1
6	61301	Ashadewi Duffel type 1
7	91303	Canvas man type 3
8	71302	jhon anglo type 2
9	11405	jhon anglo type 5
10	11401	jhon anglo type 1
11	61303	Ashadewi Duffel type 3
12	11404	jhon anglo type 4
13	11402	jhon anglo type 2
14	71304	Ashadewi L type 4
15	11403	jhon anglo type 3
16	71303	ashadewi L type 3
17	61302	Ashadewi Duffel type 2

Adapun proses produksi yang kemudian dinotasikan sebagai mesin 1 dan seterusnya pada perusahaan terkait adalah sebagai berikut:



**Gambar 4.3.** Alur proses produksi

Proses pembuatan tas kulit di CV. Pramasew rata-rata membutuhkan waktu 1 jam/ produk. Proses produksi dilakukan melalui beberapa aktivitas yang dikelompokkan menjadi stasiun kerja. Berikut ini adalah gambaran secara umum flow dari proses produksi yang berlangsung di CV. Praja Indogama Sew Surabaya.

1. Pemotongan (*MI*)

Dalam pemotongan terdapat 2 teknik, yaitu teknik manual dan teknik mesin. Pemotongan dengan teknik manual dilakukan oleh karyawan bagian pemotongan pola pada kulit. Dimana karyawan menggunakan contoh pola dari karton kemudian menekannya pada permukaan lembaran kulit. Pemotongan dengan teknik manual dilakukan menggunakan pisau cutter. Adapun pemotongan menggunakan mesin dilakukan untuk memotong handle. Pisau potong diatur sesuai ketebalan handle yang diinginkan. Dalam satu kali pemotongan, bisa menghasilkan 5-10 potong handle.

#### 2. Penyesetan (*M2*)

Proses penyesetan dilakukan menggunakan mesin seset dengan lebar sesetan 0,7 cm. Bagian yang diseset tersebut digunakan untuk proses pelipatan dan penjahitan dengan komponen tas secara keseluruhan.

#### 3. Perakitan (*M3*)

Sebelum dilakukan perakitan, terlebih dahulu dilakukan proses pelipatan. Secara umum, proses perakitan terdiri atas aktivitas melipat kulit, memberikan lem diatas kulit, mengelem kain atau bagian lain yang akan di lem, menyatukan kedua bagian yang hendak dirakit, memukul-mukul bagian yang telah disatukan, dan menjahit bagian tersebut agar lebih kokoh. Proses perakitan tas terdiri atas beberapa elemen sebagai berikut:

- a. Perakitan pada bagian depan tas
- b. Perakitan pada bagian belakang tas
- c. Perakitan bagian tutup tas
- d. Penggabungan bagian depan, bagian belakang, tepong & bagian tutup
- e. Perakitan bagian *lining* tas
- f. Penggabungan komponen tas dengan *lining*
- g. Perakitan *handle*

#### 4. *Make-Up (M4)*

Proses make up dilakukan dengan tujuan untuk mempercantik tas yang sudah jadi. Dalam proses *Make-Up* ini terdapat aktivitas seperti memasang gantungan rit ke kepala rit, memotong sisa-sisa benang yang tidak rapi menggunakan gunting, membersihkan sisa-sisa lem yang menempel pada produk jadi menggunakan karet *crepe*, dan membersihkan sisa-sisa tinta perak yang terdapat pada produk jadi dengan menuangkan bensin di atas spon dan menggosokkannya pada bagian yang terkena tinta perak.

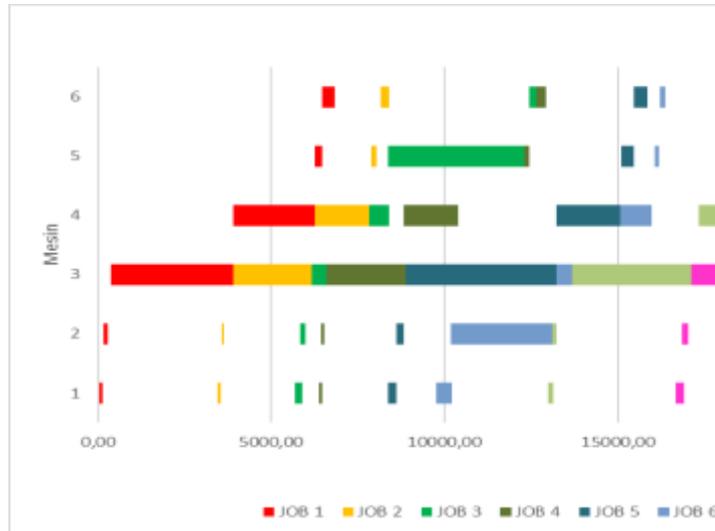
#### 5. *Inspect (M5)*

Dalam proses *Inspect* terdapat aktivitas berupa pengecekan produk jadi. Tujuan aktivitas tersebut adalah memastikan bahwa produk yang sudah jadi benar-benar memenuhi standar kualitas yang ditetapkan perusahaan. Produk yang tidak lolos *Inspect* akan diberi tanda dan dikembalikan ke bagian perakitan untuk diperbaiki. Adapun produk yang lolos *Inspect* akan dilanjutkan ke proses penyamaan warna untuk menyeragamkan warna produk.

#### 6. *Packing (M6)*

Pada divisi ini *Packing* dilakukan aktivitas pengemasan produk. Sebelum produk di kemas, terlebih dahulu dilakukan pelipatan *handle* agar produk menjadi lebih rapi. Setelah produk *handle* dilipat, maka dibungkus dengan kertas *plano* dan direkatkan dengan selotip. Setelah itu produk diberi label, *leather bag*, dan dimasukkan ke dalam plastic dengan tambahan pengawet tas dan artikel tas.

Sistem yang dilakukan adalah pengerjaan suatu produk (*job*) dikerjakan hingga tuntas pada suatu mesin tanpa tunggu (*no-wait*). Beberapa mesin memiliki *waiting time* relatif tinggi, kecil dan juga tidak ada waktu tunggu sama sekali. Berikut adalah 6 *job* awal alur proses produksi perusahaan jika diplotkan menggunakan *gantt chart*:



**Gambar 4.4.** *job sequencing* pada setiap mesin

Berdasarkan Gambar 4.4. menunjukkan bahwa terdapat *waiting time* yang terjadi pada setiap mesin seperti pada *job* ke 3 pada mesin 3 untuk melanjutkan proses menuju mesin 4 dia harus menunggu beberapa lama agar bisa segera diproses. Begitu pula pada *job* 6 pada mesin 3 untuk melanjutkan proses produksi ke mesin 4, produk harus menunggu sekian waktu agar bisa melanjutkan proses produksi. Hal ini lah yang menjadikan perlu adanya evaluasi agar tidak terjadi *wasting time*.

## 4.2. Pengolahan Data

### 4.2.1. Perhitungan waktu proses *job* ( $t_j$ ) pada mesin ( $M$ )

Setelah dilakukan pengambilan data untuk digunakan sebagai sampel penelitian, maka untuk menghitung waktu proses masing-masing elemen kerja, digunakan formula sebagaimana yang tertera pada bab II. Pada bab ini, peneliti memberikan contoh untuk perhitungan *job* 1 ( $j1$ ) yakni produk *Ashadewi duffel* pada mesin 1 ( $M1$ ). Contoh perhitungan waktu standar produk *Ashadewi duffel* pada elemen kerja pemotongan body depan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5. perolehan waktu proses

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu proses (t) pengamatan ke-							Total Waktu (Σt)	rata-rata (Σt)
		1	2	6	7	8	9	15		
Pemotongan	Pemotongan body depan	28,5	28,73	30,19	24,87	27,98	27,46	24,22	27,42	456,66
	Pemotongan body belakang bawah	63,13	69,98	66,68	60,78	70,87	69,3	65,00727	65,11	
	Pemotongan body belakang atas	123,48	123,41	124,67	124,77	122,97	124,02	124,87	124,5	
	Pemotongan tutup luar	20,17	18,49	18,15	17,99	17,99	21,45	19,48048	19,09	
	Pemotongan tutup dalam	23,11	23,7	23	20,22	22,78	22,66	22,63067	23,07	
	Pemotongan stopan kuping kanan	30,32	31,7	33,5	39,81	37,6	33,79	39,47261	35,98	
	Pemotongan stopan kuping kiri	12,48	11,31	10,87	11,89	12,11	11,25	11,48999	11,49	
Penyesetan	Penyesetan body depan	366,52	283,17	218,17	226,52	223,55	256,67	296,84	287,57	2391,95
	Penyesetan body belakang bawah	404,99	289,98	291,01	262,17	274,95	292,61	298,59	281,87	
	Penyesetan body belakang atas	413,59	397,3	285,29	332,63	344,96	272,54	391,72	312,96	
	Penyesetan tutup luar	392,28	306,34	298,12	217,4	399,64	248,01	216,82	274,75	
	Penyesetan tutup dalam	441,43	262,97	344,13	295,89	299,47	239,93	344,12	309,67	
	Penyesetan stopan kuping kanan	401,9	313,14	305,15	319,63	291,7	282,99	243,04	297,57	
	Penyesetan stopan kuping kiri	356,46	219,05	338,91	291,57	344,22	224,39	218,1	274,27	
Perakitan	pasangan bantalan magnet pada body depan	12,48	11,31	10,87	11,89	12,11	11,25	11,45	11,49	464,22
	Perakitan body belakang	28,5	28,73	30,19	24,87	27,98	27,46	24,22	27,42	
	Penjahitan bagian belakang	63,13	69,98	66,68	60,78	70,87	69,3	65,01	65,11	
	Pemasangan tutup magnet pada tutup dalam	12,48	11,31	10,87	11,89	12,11	11,25	11,45	11,49	
	Perakitan bagian belakang dengan tutup	20,17	18,49	18,15	17,99	17,99	21,45	19,48	19,09	
	Penjahitan bagian belakang dengan tutup	23,11	23,7	23	20,22	22,78	22,66	22,63	23,07	
	Perakitan stopan kuping kanan	30,32	31,7	33,5	39,81	37,6	33,79	39,47	35,98	
	Penjahitan stopan kuping kanan	11	11,09	9,95	11,05	12,08	10,37	10,34	10,99	
	Perakitan stopan kuping kiri	11,04	11,14	10,53	10,48	9,96	10,26	10,34	10,81	
	Penjahitan stopan kuping kiri	12,1	11	11,12	11,14	10,52	12,11	9,75	11,01	
	Perakitan tas	11,15	12,18	11,24	11,99	11,49	9,54	11,38	11,11	
	Penjahitan tas	11,22	10,7	12,16	10,21	10,17	10,71	11	11,14	
	perakitan bagian lining	12,19	11	11,37	10,22	11,18	12,02	11,74	11,13	
	penjahitan bagian lining	11,82	10,92	10,91	12,21	10,8	12,13	10,52	10,86	
	Perakitan tas dengan bagian lining	9,92	11,61	11,02	10,75	11,75	9,52	10,86	10,95	
	Penjahitan tas dengan bagian lining	10,55	11,71	11,52	11,1	11,95	10,28	9,62	10,75	
	Penggabungan handle	12,05	9,61	11,04	10,33	11,99	10,69	11,28	10,92	
Penjahitan akhir handle	11,11	10,71	10,69	9,46	9,62	11,78	11,95	10,88		
Make-Up	Pemasangan gantungan rit	31,77	32,96	32,88	31,39	32,39	32,44	32,21	32,3	906,2
	Pembersihan bagian dalam produk	254,92	260,13	259,81	237,16	244,9	296,66	258,1	244,99	
	Pembersihan bagian luar produk	344,3	344,78	345,52	343,69	343,44	345,17	344,2	344,18	
Inspect	Pengecekan	33,04	32,19	32,32	32,89	33,18	33,06	32,9	32,89	119,37
	Penyamaan warna	129,14	66,58	59,47	49,74	49,36	57,15	28,15	54,84	
Packing	Pelipatan handle	64,94	64,95	64,54	64,45	64,54	64,94	64,3	64,48	163,12
	Pemasangan label	52,21	53,74	52,13	52,88	53,08	53,66	53	52,91	
	Pengemasan produk	54,48	55	54,82	54,28	54,62	54,28	54,35	54,47	

Berdasarkan tabel 4.5. dapat dilihat bahwa waktu yang kemudian akan digunakan sebagai waktu proses ( $t$ ) adalah hasil rata-rata dari total sub *job*/ sub proses pada stasiun kerja pemotongan ( $MI$ ). Dalam hal ini untuk stasiun kerja 1 ( $MI$ ) memiliki waktu produksi sebesar 456,66 detik. Untuk tabel waktu standar ( $t$ ) setiap *job* terlampir pada Lampiran 2.

Setelah diperoleh waktu proses masing-masing elemen kerja (*job*), kemudian waktu standar tersebut dijumlahkan per stasiun kerja. Selanjutnya, hasil jumlah dari setiap stasiun kerja tersebut dinyatakan

sebagai waktu standar produksi untuk *job* ke-*n* pada mesin *m* untuk semua *job*. Data seluruh *job* yang kemudian akan diteliti adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.6.** Tabel waktu proses produksi tiap *job* pada mesin

No	Kode produksi	Job sequencing	Mesin (s)					
			M1	M2	M3	M4	M5	M6
1	91304	1	135,62	121,96	3510,18	2360,75	213,38	372,92
2	91302	2	90,45	81,46	2282,55	1573,46	142,30	248,50
3	11406	3	197,82	149,32	430,24	584,11	3910,70	237,15
4	91301	4	90,20	81,43	2282,08	1573,88	142,55	248,02
5	71301	5	241,82	215,66	4335,04	1839,83	368,22	378,59
6	61301	6	456,66	2930,95	464,22	906,20	119,37	163,12
7	91303	7	135,17	122,61	3424,42	2360,26	213,85	373,02
8	71302	8	240,74	180,60	4335,04	1794,38	1089,00	387,12
9	11405	9	196,74	148,52	431,21	561,37	3809,12	237,15
10	11401	10	194,14	149,44	427,29	560,19	3576,36	237,15
11	61303	11	456,78	2905,23	463,52	895,51	134,61	163,34
12	11404	12	195,39	148,27	448,22	693,77	3553,93	237,15
13	11402	13	196,97	149,88	428,50	574,35	4005,38	237,15
14	71304	14	240,94	180,44	4347,38	1880,38	364,75	385,94
15	11403	15	196,80	148,88	432,35	580,22	3788,21	237,15
16	71303	16	241,56	183,71	4351,61	1811,75	367,49	362,58
17	61302	17	455,09	2911,42	462,47	896,77	215,36	163,14

Berdasarkan tabel 4.6. di atas diperoleh informasi untuk *job* ke -1 (*j1*) pada mesin 1 memiliki waktu standar proses sebesar 136 detik atau 4 menit 16 detik. Untuk *job* ke-2 mesin 2 memiliki waktu standar proses sebesar 121,96 atau sebesar 3 menit 2 detik begitu seterusnya.

#### 4.2.2. Optimasi menggunakan Algoritma Genetika

##### 1. Pembentukan Kromosom

Langkah pertama yang dilakukan dalam algoritma genetika adalah membentuk kromosom yang terdiri dari beberapa kode gen. Proses pengkodean ini bermaksud untuk mendapatkan string atau kromosom yang terdiri dari beberapa bit/gen, sehingga satu kromosom merupakan kumpulan dari beberapa gen (Jocom, B.P. et al., (2018). Pada penelitian ini pembentukan kromosom menggunakan kromosom kombinatorial yang

mana urutan pekerjaan atau *job sequence* akan diwakili dengan notasi *job* ke – *n* dan notasi tersebut mewakili gen yang akan terbentuk menjadi sebuah kromosom.

Adapun pembentukan kromosom pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.7.** urutan *sequencing* sebagai pembentukan kromosom

<b>job sequencing</b>	<b>Kode produk yang dikerjakan</b>	<b>nama brand</b>
1	91304	canvas man typel 4
2	91302	canvas man type 2
3	11406	jhon anglo type 6
4	91301	canvas man type 1
5	71301	Ashadewi L type 1
6	61301	Ashadewi Duffel type 1
7	91303	Canvas man type 3
8	71302	jhon anglo type 2
9	11405	jhon anglo type 5
10	11401	jhon anglo type 1
11	61303	Ashadewi Duffel type 3
12	11404	jhon anglo type 4
13	11402	jhon anglo type 2
14	71304	Ashadewi L type 4
15	11403	jhon anglo type 3
16	71303	ashadewi L type 3
17	61302	Ashadewi Duffel type 2

Berdasarkan tabel 4.7. dapat dilihat bahwa untuk pengerjaan *job* pada setiap mesin dilakukan berdasarkan urutan sesuai tabel diatas atau dengan kata lain:

**Tabel 4.8.** Pembentukan kromosom kombinatorial

<b>Kromosom 1</b>	<b>gen 1</b>	<b>gen 2</b>	<b>gen 4</b>	<b>gen ...+n</b>	<b>Gen 17</b>
job sequencing/kromosom	1	2	3	ji...+n	17
Kode produk yang dikerjakan	91304	91302	11406	71301	61301
Nama brand	canvas man typel 4	canvas man type 2	jhon anglo type 6	Ashadewi L type 1	Ashadewi Duffel type 2

Sehingga dapat diartikan dalam 1 kromosom terdapat 17 gen yang mewakili urutan tiap *job* pada proses produksi.

Pada penelitian ini banyaknya populasi yang digunakan sebagai running seterusnya adalah sebanyak 30 kromosom atau disebut *pop size*. Hal ini dikarenakan program yang tidak dapat merespon Ketika running dilakukan lebih dari 30 populasi sehingga ukuran pop size terbesar adalah 30. Selanjutnya ukuran pop size ini yang akan digunakan untuk percobaan-percobaan selanjutnya.

## **2. Menentukan nilai *fitness***

Terdapat 2 langkah penting dalam menentukan nilai *fitness* pada penelitian ini yakni penentuan nilai *makespan* kemudian penentuan nilai *waiting time* yang mana keduanya dihasilkan berdasarkan data aktual perusahaan.

### **A. Minimasi *makespan***

Tahap pertama adalah merancang perhitungan untuk menentukan total waktu produksi (*makespan*) sebagai contoh pada kondisi aktual memiliki waktu *makespan* yang tertera yakni sebesar 44330,31 detik. Berikut adalah waktu detail waktu proses M1, M2 dan M6 kondisi aktual perusahaan:

Tabel 4.9 waktu proses kondisi aktual

Sequence job	Kode produksi	nama brand	Machine 1			Machine 6		
			Start	Duration	Finish	Start	Duration	Finish
1	91304	canvas man type 4	0	135,62	135,62	6341,88	372,92	6714,8
2	91302	canvas man type 2	135,62	90,45	226,07	7844,26	248,5	8092,76
3	11406	jhon anglo type 6	226,07	197,82	423,89	12196,77	237,15	12433,92
4	91301	canvas man type 1	423,89	90,2	514,09	12433,92	248,02	12681,94
5	71301	Ashadewi L type 1	514,09	241,82	755,91	15305,71	378,59	15684,3
6	61301	Ashadewi Duffel type 1	755,91	456,66	1212,57	15963,06	163,12	16126,17
7	91303	Canvas man type 3	1212,57	135,17	1347,74	19560,41	373,02	19933,43
8	71302	jhon anglo type 2	1347,74	240,74	1588,48	24204,72	387,12	24591,84
9	11405	jhon anglo type 5	1588,48	196,74	1785,22	28013,85	237,15	28251
10	11401	jhon anglo type 1	1785,22	194,14	1979,37	31590,21	237,15	31827,37
11	61303	Ashadewi Duffel type 3	1979,37	456,78	2436,14	31827,37	163,34	31990,7
12	11404	jhon anglo type 4	2436,14	195,39	2631,54	35278,75	237,15	35515,9
13	11402	jhon anglo type 2	2631,54	196,97	2828,51	39284,13	237,15	39521,28
14	71304	Ashadewi L type 4	2828,51	240,94	3069,44	39648,88	385,94	40034,82
15	11403	jhon anglo type 3	3069,44	196,8	3266,25	43437,1	237,15	43674,25
16	71303	ashadewi L type 3	3266,25	241,56	3507,81	43804,59	362,58	44167,17
17	61302	Ashadewi Duffel type 2	3507,81	455,09	3962,9	44167,17	163,14	<b>44330,31</b>

Diketahui dari tabel diatas bahwa waktu total proses produksi (*makespan*) perusahaan adalah sebesar 44330,31 detik dengan *sequencing job* 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17.

#### B. Penentuan *waiting time* (*d*)

Setelah dilakukan pengambilan data perusahaan berdasarkan waktu proses sebagai sampel penelitian, maka secara matematis untuk memperoleh waktu tunggu (*d*) untuk masing-masing elemen kerja digunakan persamaan 2.9 yakni waktu mulai proses *job* ke-*n* dikurangi waktu selesai proses *job* sebelumnya. Contoh perhitungan waktu tunggu dilakukan pada produk Ashadewi duffel pada elemen kerja pemotongan adalah sebagai berikut:

$$d_{ij} = t_{ij} - t_{yj} \text{ s}$$

$$d_{ij} = 257,57 - 226,06 \text{ s}$$

$$d_{ij} = 31,50 \text{ s}$$

Setelah diperoleh waktu tunggu ( $d$ ) masing-masing elemen kerja, kemudian waktu tunggu tersebut dijumlahkan per stasiun kerja. Selanjutnya, hasil jumlah dari setiap stasiun kerja kondisi aktual perusahaan tersebut dinyatakan sebagai waktu tunggu untuk *job* ke- $n$  pada mesin  $m$ .

**Tabel 4.10** *waiting time* setiap stasiun kerja/mesin ( $d$ ) kondisi aktual

Job	Waiting time ( $d$ )						$\Sigma d$
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	31,50	3428,72	78,19	0,00	0,00	3538,42
3	0	0,00	5477,09	1221,41	0,00	0,00	6698,51
4	0	59,12	5825,90	0,00	1860,26	94,61	7839,89
5	0	0,00	7791,05	0,00	0,00	0,00	7791,05
6	0	0,00	8954,14	1375,60	0,00	0,00	10329,74
7	0	2795,78	9295,75	0,00	0,00	0,00	12091,53
8	0	2677,66	12539,57	0,00	0,00	0,00	15217,22
9	0	2661,51	16726,09	1363,17	527,64	0,00	21278,40
10	0	2615,88	17007,87	1497,24	3776,57	0,00	24897,56
11	0	2308,54	14529,93	1593,91	6457,42	102,55	24992,36
12	0	5018,38	14845,19	2041,20	5898,26	0,00	27803,02
13	0	4969,67	15143,53	2306,47	8877,84	0,00	31297,51
14	0	4878,61	15391,59	0,00	9536,28	0,00	29806,48
15	0	4862,24	19590,10	1448,04	9320,82	0,00	35221,20
16	0	4769,56	19838,74	0,00	8973,93	0,00	33582,23
17	0	4498,17	21278,93	1349,27	8444,65	147,22	35718,25

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat diperoleh informasi bahwa untuk setiap waktu tunggu pada *job* pertama dan pada mesin pertama adalah 0. Lalu pada *job* 2 mesin 2 memiliki *waiting time* sebesar 31 detik begitupun seterusnya.

### C. Menentukan *membership function fuzzy waiting time* ( $\mu(d)$ )

Selanjutnya adalah menentukan fungsi keanggotaan dari total *waiting time* ( $\Sigma d$ ). Fungsi keanggotaan sendiri merupakan grafik yang mewakili besar dari derajat keanggotaan ( $\mu$ ) masing-masing variabel input yang berada dalam interval 0 dan 1 (Krisnanda (2020)). Dalam penelitian ini variabel input dari fungsi keanggotaan adalah waktu

tunggu setiap *job*. Perhitungan dilakukan menggunakan kurva trapesium (*trapezoidal membership function*) sebagaimana yang tertera pada gambar 2.7:

$$\mu [x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x-a) / (b-a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d-x) / (d-c) & c \leq x \leq d \end{cases}$$

Dimana :

$x = \text{total waiting time Job pada } M =$

$a = \text{target}$

$b = \text{rata-rata } \sum d = 19300$

Target yang dimaksud dalam penelitian adalah berapa persentase acuan atau tujuan yang dikehendaki dalam upaya minimisasi *waiting time*. Dalam hal ini peneliti menggunakan target harapan 70%. Sehingga target (a) secara matematis adalah:

$$a = \sum d \times 70\%$$

$$a = 19300 \times 30\%$$

$$a = 5790$$

Sebagai contoh untuk  $\sum d \text{ job } 3$  dimisalkan  $x$  dengan nilai 6698,51, karena nilai  $5790 \leq 6698,51 \leq 19300$  maka nilai derajat keanggotaan atau *membership function* untuk  $\sum d \text{ job } 3$  adalah:

$$\mu(d) = a \leq 6698,51 \leq b$$

$$\mu(d) = 5790 \leq 6698,51 \leq 19300$$

$$\text{jika } a \leq x \leq b \text{ maka } \frac{x-a}{b-a}$$

$$\mu(d) = \frac{6698,1 - 5790}{19300 - 5790}$$

$$\mu(d) = 0,93$$

Setelah mengubah total waktu tunggu menjadi fungsi keanggotaan, selanjutnya seluruh *membership function* (di cari rata-ratanya. Karena

Upaya optimasi *waiting time* adalah dengan memaksimalkan nilai fungsi keanggotaan *waiting time* serta agar fungsi tujuan antara minimasi *makespan* dengan maksimasi. Untuk keseluruhan hasil perhitungan membership function ( $\mu(d)$ ) diwakilkan pada tabel berikut:

**Tabel 4.11** Fungsi keanggotaan waktu tunggu ( $\mu(d)$ ) kondisi aktual

Job	Waiting time (d)						Total waiting time ( $\sum d$ )	Membersh ip function ( $\mu(d)$ )
	M1	M2	M3	M4	M5	M6		
1	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	31,50	3428,72	78,19	0,00	0,00	3538,42	1
3	0	0,00	5477,09	1221,41	0,00	0,00	6698,51	0,93
4	0	59,12	5825,90	0,00	1860,26	94,61	7839,89	0,85
5	0	0,00	7791,05	0,00	0,00	0,00	7791,05	0,85
6	0	0,00	8954,14	1375,60	0,00	0,00	10329,74	0,66
7	0	2795,78	9295,75	0,00	0,00	0,00	12091,53	0,53
8	0	2677,66	12539,57	0,00	0,00	0,00	15217,22	0,30
9	0	2661,51	16726,09	1363,17	527,64	0,00	21278,40	0
10	0	2615,88	17007,87	1497,24	3776,57	0,00	24897,56	0
11	0	2308,54	14529,93	1593,91	6457,42	102,55	24992,36	0
12	0	5018,38	14845,19	2041,20	5898,26	0,00	27803,02	0
13	0	4969,67	15143,53	2306,47	8877,84	0,00	31297,51	0
14	0	4878,61	15391,59	0,00	9536,28	0,00	29806,48	0
15	0	4862,24	19590,10	1448,04	9320,82	0,00	35221,20	0
16	0	4769,56	19838,74	0,00	8973,93	0,00	33582,23	0
17	0	4498,17	21278,93	1349,27	8444,65	147,22	35718,25	0
$\mu(d)^- = 19300,12$								<b>Z = 0,64</b>

Sesuai dengan metode yang telah dipaparkan, fuzzy logic dalam penelitian ini menggunakan 3 kriteria dalam mengkategorikan *membership function* ( $\mu(d)$ ) yakni:

- 1 = baik (*waiting time* kecil/minimum)
- 0 = kurang baik (*waiting time* terlalu lama)
- $0 \leq x \leq 1$  = baik tapi masih dapat diterima

Berdasarkan tabel 4.11 Hasil keseluruhan *waiting time* ( $\sum \mu(d)$ ) kemudian di rata-rata dan dibagi dengan 1 agar nilai rata-rata *waiting time* ( $\mu(d)^-$ ) sama dengan maksud tujuan *makespan* yakni semakin kecil

*membership fuzzy waiting time* ( $\mu(d)^-$ ) maka optimal pun begitu pula *makespan*, semakin kecil *makespan* maka semakin optimal.

Setelah menentukan *makespan* dan *waiting time* pada proses produksi, barulah nilai *fitness* dapat ditentukan. Nilai *fitness* diperoleh dari *big number* ( $y$ ) dikurangi dengan hasil kali dari keseluruhan total waktu produksi masing-masing *job* (*makespan*) dengan  $1/\mu(d)^-$ . Pengurangan dengan *big number* ( $y$ ) ini bertujuan agar nilai *fitness* dari setiap kromosom dapat mewakili 2 tujuan utama berupa minimasi *waiting time* dan *makespan* dalam 1 fungsi *fitness*. Sehingga secara matematis dapat ditulis seperti berikut:

$$Fitness = y - (z \times makespan)$$

Dimana:

$$z = \text{hasil } 1/\mu(\sum d)$$

$$y = 50.000 \text{ s}$$

$$Makespan = \text{total waktu keseluruhan proses}$$

Dalam penelitian ini, dilakukan sebanyak 3 percobaan sebagai pembandingan generasi terbaik sehingga akan diperoleh *fitness* terkecil/terbaik pula. Karena kasus yang diteliti adalah minimasi *Makespan*, maka nilai *fitness* paling kecil yang akan menjadi solusi terbaik dalam permasalahan minimasi *Makespan* ini. Berikut merupakan hasil nilai *fitness* untuk generasi terbaik.

**Tabel 4.12** *best fitness* dari masing-masing generasi

<i>Generasi</i> <i>i</i>	<i>Best fitness</i>	<i>Makespan</i> <i>n</i>	<i>Rata-rata waiting time</i>	<i>Persentase Pengurangan waiting time</i>
100	33099,9	39226,46	13329,24	69%
500	31309,8 2	35786,54	10325,35	53%
1000	27559,5 1	35741,73	10429,63	54%

Berdasarkan tabel 4.12 dapat dilihat bahwa untuk percobaan pertama dengan generasi sebanyak 100 kali menghasilkan nilai *fitness*

sebesar 33099,9. Artinya nilai *fitness* ini paling tinggi dari percobaan lainnya serta penurunan waktu tunggu sebesar 69% dari kondisi waktu aktual perusahaan. Begitupun pada percobaan 2 dan 3.

Kriteria penentuan hasil yang dianggap paling optimal dan terbaik pada penelitian ini yang pertama adalah dilihat dari *best fitness*. Apabila *best fitness* yang didapatkan adalah sangat minimum maka itulah yang terbaik sebab dalam penelitian ini yaitu untuk mencari *makespan* yang minimum.

Langkah selanjutnya yakni menentukan generasi terbaik. Pada penelitian ini dilakukan 3 kali percobaan untuk menentukan banyaknya generasi yang dilakukan agar mendapatkan *fitness* paling minimum. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.13** hasil percobaan generasi terbaik

Percobaan	Makespan (s)	Rata-rata Waiting time (d)	Persentase minimasi waktu tunggu (%)	Pop size	Generasi
1	39226,46	13329,24	69%	30	100
2	35786,54	10325,35	53%	30	500
3	35741,73	10429,63	54%	30	1000

Generasi terbaik adalah generasi yang memiliki nilai *fitness* paling minimum karena jika *fitness* kecil menunjukkan bahwa *makespan* yang dihasilkan pun kecil. Berdasarkan tabel 4.13 dapat dilihat bahwa dari ketiga percobaan yang telah dilakukan, percobaan ke 3 yang menunjukkan nilai *fitness* paling minimum dengan *makespan* sebesar 35741,73 s, sehingga dapat dikatakan bahwa pada penelitian ini 1000 generasi adalah generasi terbaik agar mendapatkan solusi optimal. Sedangkan untuk tabel minimasi *fuzzy no wait*. Semakin kecil nilai waktu tunggu, maka semakin kecil juga waktu tunggu yang diperoleh ketika proses produksi.

### 3. Operator *crossover*

Prosedur *crossover* melibatkan persilangan dua kromosom sebagai induk yang dipilih, yang akan menghasilkan kromosom untuk

keturunannya. *Generate* kromosom yang muncul akan meningkatkan variasi solusi potensial. Pendekatan *one-point crossover* akan digunakan dalam penelitian ini. Untuk menerapkan metode ini, setiap gen dialihkan ke kanan titik persilangan. Pembuatan bilangan bulat acak digunakan untuk menentukan titik *crossover* (Syarif, A. 2014).

#### **4. Operator mutasi**

Proses mutasi ini dilakukan setelah proses rekombinasi dengan cara memilih kromosom yang akan dimutasi secara acak, dan kemudian menentukan titik mutasi pada kromosom tersebut secara acak pula. Banyaknya kromosom yang akan mengalami mutasi dihitung berdasarkan probabilitas mutasi yang telah ditentukan terlebih dahulu. Apabila probabilitas mutasi adalah 100% maka semua kromosom yang ada pada populasi tersebut akan mengalami mutasi. Sebaliknya, jika probabilitas mutasi yang digunakan adalah 0% maka tidak ada kromosom yang mengalami mutasi pada populasi tersebut (Lukas, S. et. Al 2015).

Pada penelitian ini probabilitas mutasi adalah sebesar 50%. Artinya 50% dari populasi mengalami proses penukaran bilangan acak antara gen satu dengan yang lain.

##### **4.2.3. Penentuan solusi terbaik**

Hasil optimasi dengan menggunakan algoritma genetika untuk mengoptimalkan *Makespan* produksi, dan setelah dilakukan optimasi didapatkan adanya pengurangan *Makespan* antara kondisi aktual dan sesudah dilakukan optimasi. Tabel 4.14 menunjukkan perbandingan *makespan* sebelum (aktual) dan sesudah dioptimasi dengan menggunakan algoritma genetika sebagai berikut:

**Tabel 4.14** optimasi *makespan* dan *waiting time* akhir hasil algoritma genetika

<i>Makespan</i> aktual (s)		<i>Waiting time</i> (t)	
aktual	Setelah optimasi	aktual	Setelah optimasi
44330,31	35741,73	19300	10429,63

Dari Tabel 4.14 menunjukkan bahwa pengurangan *makespan* antara kondisi aktual dan sesudah dioptimasi adalah sebesar 35741,73 s/hari. Kemudian digunakan persamaan 2.13 tentang pembobotan persentase hasil optimasi, dengan demikian persentase pengurangan *makespan* yang didapatkan dari hasil *running* dengan menggunakan software *excel* adalah sebesar  $\frac{10429,63}{19300} \times 100\% = 54\%$  dari total *Makespan* awal. Dengan kata lain hasil hasil pengolahan data menggunakan algoritma genetika dengan *pop size* sebesar 30, probabilitas mutasi 50% dan probabilitas mutasi sebesar 40% , generasi sebanyak 100 dengan urutan pengerjaan *job* ke 10 – 3 – 16 – 11 – 15 – 2 – 17 – 4 – 6 – 13 – 1 – 9 – 7 – 12 – 14 – 8 - 5 adalah hasil terbaik dengan pengurangan waktu tunggu sebesar 53% terhadap kondisi aktual perusahaan dan *makespan* sebesar 35741,73 s.

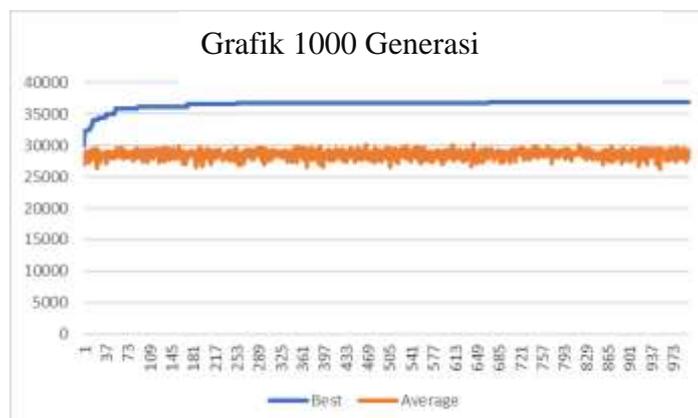
## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas tentang hasil, tujuan penelitian dan kesesuaian yang didapatkan selama dalam penelitian untuk menghasilkan sebuah rekomendasi.

#### 5.1. Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi dilakukan untuk memastikan program dibuat tanpa kesalahan dan dapat dijalankan dengan sempurna. Hal ini dilakukan dengan melihat program yang dihasilkan, jika terdapat kesalahan ditandai dengan tanda kesalahan (*error*). Pada program yang dirancang pada *excel* tidak menunjukkan adanya *error*, sehingga model dapat diverifikasi. Jika program tidak menunjukkan kesalahan, langkah selanjutnya adalah merunning ulang model kemudian melakukan validasi model. Validasi model merupakan proses untuk mengetahui apakah model optimasi yang dibuat sudah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Salah satu cara validasi yang dapat dilakukan dengan melihat plot grafik pencarian *makespan*. Tujuannya adalah agar hasil yang diolah tidak terjebak pada optimum lokal. Karena dalam melakukan *running* data telah dilakukan 3 kali uji coba dan menghasilkan *fitness* terbaik yakni 1000 generasi maka berikut adalah hasil plot grafik beserta hasil dari *membership function waiting time*:



**Grafik 5.1.** grafik plot 1000 generasi

Nilai *average* merupakan hasil rata-rata dari 30 *fitness* kromosom. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa setiap nilai *fitness* pada setiap iterasi berada diatas rata-rata *fitness* pada setiap iterasi. Tampak hampir mendekati pada iterasi 1-37 dan iterasi ke 73 tetapi terus naik pada iterasi selanjutnya. Semakin nilai *fitness* mendekati *average* maka dapat dikatakan hasil *fitness* terjebak dalam lokal optimal.

Berikut ini merupakan hasil dari minimasi *waiting time* berdasarkan urutan *job* setelah di running. Adalah sebagai berikut:

**Tabel 5.1.** hasil minimasi *waiting time* menggunakan *fuzzy*

Job	Waiting Time						Total	Members hip
	M1	M2	M3	M4	M5	M6		
10	0	0	0	0	0	0	0	1
9	0	0	231,4676	128,9753	3014,995	0	3375,438	1
4	0	58,31836	581,2474	0	3658,502	94,60766	4392,676	1
2	0	49,30065	2781,864	0	1518,922	200,331	4550,418	1
17	0	0	1828,665	1110,984	764,4537	233,4687	3937,571	1
12	0	2716,025	2142,874	1559,529	286,0457	0	6704,473	0,932311
1	0	2728,674	2469,139	0	222,348	23,77674	5443,938	1
11	0	2393,856	3074,094	1897,225	0	0	7365,174	0,883407
6	0	4842,426	606,6621	2328,512	0	0	7777,6	0,852879
3	0	7575,555	921,5641	2804,474	0	0	11301,59	0,592036
5	0	7483,054	1136,146	0	1124,42	0	9743,62	0,707356
15	0	7501,906	5322,309	1407,48	912,4254	0	15144,12	0,307615
7	0	7515,61	5632,04	0	903,6565	23,30745	14074,61	0,386779
14	0	7397,287	8876,018	0	0	0	16273,3	0,224034
13	0	7380,754	13073,53	1451,884	0	0	21906,16	0
8	0	7289,891	13321,43	0	0	0	20611,32	0
16	0	7228,928	17472,76	0	0	0	24701,69	0
			$\mu(d)^- =$	10429,63			$z =$	0,359623

Dengan hasil *makespan* dan *fitness* sebagai berikut:

**Tabel 5.2.** Perbandingan dengan kondisi aktual

<i>Makespan</i> aktual (s)		<i>Waiting time</i> (t)		<i>Best fitness</i>
aktual	Setelah optimasi	aktual	Setelah optimasi	
44330,31	35741,73	19300	10429,63	27559,51

Dengan kata lain dapat disimpulkan bahwa perbaikan *sequencing* yang dapat diusulkan adalah dengan merubah urutan kerja menjadi 10 – 3 – 16 – 11 – 15 – 2 – 17 – 4 – 6 – 13 – 1 – 9 – 7 – 12 – 14 – 8 - 5 yang menghasilkan *makespan* sebesar 35741,73 s dan penurunan *waiting time* menjadi 10429,63 detik dengan persentase penurunan mencapai 54% dari angka yang ditargetkan berdasarkan kondisi aktual perusahaan. Untuk perbaikan *sequencing job* pada perusahaan berdasarkan solusi terbaik adalah sebagai berikut:

**Tabel 5.3.** *job sequencing* setelah optimasi

urutan <i>job</i>	kode produk	Nama brand	mesin (M)					
			M1 (pemotongan)	M2 (penyesetan)	M3 (perakitan)	M4 (make-up)	M5 (inspact)	M6 (packing)
10	11405	jhon anglo type 5	196,74	148,52	431,21	561,37	3809,12	237,15
9	11404	jhon anglo type 4	195,39	148,27	448,22	693,77	3553,93	237,15
4	91303	Canvas man type 3	135,17	122,61	3424,42	2360,26	213,85	373,02
2	61303	Ashadewi duffel type 3	456,78	2905,23	463,52	895,51	134,61	163,34
17	91302	canvas man type 2	90,45	81,46	2282,55	1573,46	142,3	248,5
12	11401	jhon anglo type 1	194,14	149,44	427,29	560,19	3576,36	237,15
1	61302	Ashadewi duffel type 2	455,09	2911,42	462,47	896,77	215,36	163,14
11	71302	jhon anglo type 2	240,74	180,6	4335,04	1794,38	1089	387,12
6	61301	ashadewu duffel type 1	456,66	2930,95	464,22	906,2	119,37	163,12
3	11402	jhon anglo type 2	196,97	149,88	428,5	574,35	4005,38	237,15
5	91304	canvas man type 4	135,62	121,96	3510,18	2360,75	213,38	372,92
15	11403	jhon anglo type 3	196,8	148,88	432,35	580,22	3788,21	237,15
7	71301	Ashadewi L type 1	241,82	215,66	4335,04	1839,83	368,22	378,59
14	71303	Ashadewi L type 3	241,56	183,71	4351,61	1811,75	367,49	362,58
13	11406	jhon anglo type 6	197,82	149,32	430,24	584,11	3910,7	237,15
8	71304	Ashadewi L type 4	240,94	180,44	4347,38	1880,38	364,75	385,94
16	91301	canvas man type 1	90,2	81,43	2282,08	1573,88	142,55	248,02

Berdasarkan tabel 5.3 jika pada kondisi aktual perusahaan produk yang pertama kali dikerjakan adalah canvas man type 4 maka setelah optimasi, produk yang dikerjakan diawal adalah john anglo type 5 begitupun seterusnya.

## 5.2. Analisis keterkaitan *makespan* terhadap *membership fuzzy waiting time*

Pada tabel 5.1. dapat dilihat bahwa terdapat 6 *job* yang memiliki derajat keanggotaan bernilai 1 semisal pada *job* 13 dengan waktu tunggu sebesar 5443, 9 detik lebih kecil dari pada target waktu tunggu yang ditentukan yakni 5790 detik artinya dengan total waktu yang tertera peneliti mampu melakukan minimasi sesuai target. Terdapat 5 *job* dari 17 *job* yang berhasil artinya nilai *membership* mereka lebih kecil dari target yang ditentukan.

Sedangkan untuk *job* yang memiliki nilai *membership* diantara 1 dan 0 seperti *job* 10 dalam hal ini, memang upaya optimasi pada penelitian ini tidak berhasil memenuhi target sepenuhnya, akan tetapi memberikan nilai sebesar 0,86 artinya mendekati sempurna atau mendekati 1 begitupun seperti *job* 17 nilai keanggotaan yang dihasilkan adalah 0,86 artinya meskipun belum dibawah target

tetapi dengan *fuzzy logic* seperti ini dapat di *job* yang memiliki *waiting time* lebih besar daripada target tetapi lebih kecil dari *waiting time* aktual tetap dapat diterima. Untuk *waiting time* yang keluar dari batas toleransi hanya 3 dari 17 *job* yang ada, artinya semakin sedikit *waiting time* yang tidak dapat di toleransi.

Dari hasil *running* yang dilakukan pada penelitian ini pula, dapat dilihat bahwa antara *makespan* dan *waiting time* memiliki keterkaitan satu sama lain. Sebagaimana pada hasil *running* 500 generasi sebagai berikut:

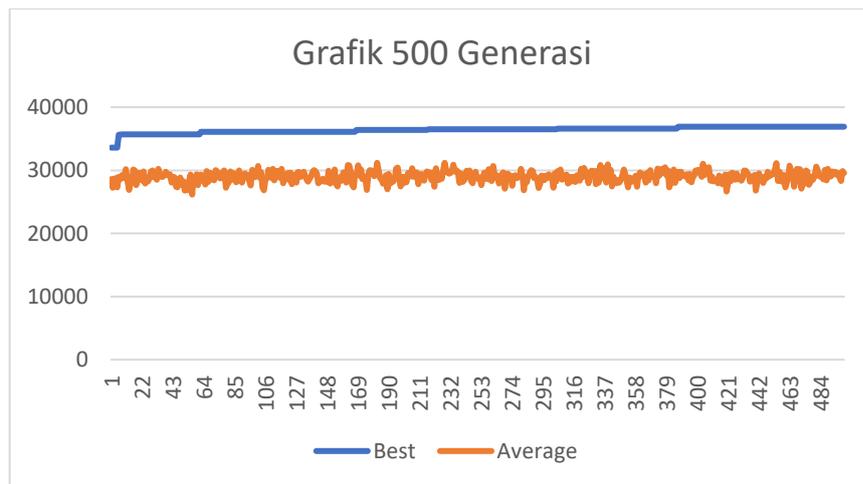
**Tabel 5.4.** Hasil *running* 500 generasi

<i>Job</i>	Machine 6 (s)			<i>Members hip</i>	<i>best fitness</i>	persentase optimasi
	Start	Duratio n	Finish			
10	4907,428	237,1541	5144,582	1	25107,77	53%
15	8695,642	237,1541	8932,796	1		
16	9063,134	362,5822	9425,716	1		
6	9425,716	163,1169	9588,833	1		
9	12991,63	237,1541	13228,78	0,928535		
4	13228,78	248,022	13476,81	0,85324		
17	13476,81	163,1355	13639,94	0,898625		
2	13639,94	248,4997	13888,44	0,863174		
11	14080,94	163,3375	14244,28	0,887961		
3	18441,15	237,1541	18678,3	0,629865		
7	18678,3	373,0227	19051,32	0,699798		
13	22735,54	237,1541	22972,69	0,342781		
1	22972,69	372,9249	23345,62	0,412848		
12	26502,85	237,1541	26740	0,065192		
14	26867,6	385,9368	27253,54	0,198794		
8	31748,25	387,1194	32135,37	0		
5	35407,95	378,5947	<b>35786,54</b>	0		

Berdasarkan tabel hasil *running* 5.4. kita dapat mengetahui bahwa urutan *job* berubah dari kondisi aktual perusahaan yakni menjadi 10 – 15 – 16 – 6 -9 – 4 – 17 – 2 – 11 – 3 – 7 – 13 – 1 – 12 -14 – 8 – 5. Adapun nilai *membership function* yang ada termasuk optimal karena hanya ada 2 *job* yang masih memiliki nilai dibawah target yakni *job* ke-8 dan 5. Akan tetapi jika dilihat dari sisi *makespan*, hasil ini memiliki *fitness* yang belum optimal karena hanya memenuhi target sebesar 53 % selain itu *makespan* yang dihasilkan pun masih lebih lama dari *running* data sebanyak 100 generasi atau solusi terbaik. Sehingga dalam upaya

untuk optimasi penjadwalan pada CV. Pramasew Surabaya, peneliti belum dapat memberikan solusi paling baik artinya *makespan* dan *waiting time* sama-sama minim, tetapi solusi terbaik telah dihasilkan yakni berupa perbaikan urutan pengerjaan *job* sehingga menghasilkan *makespan* minimum dan *waiting time* yang dapat di toleransi. Sedangkan grafik yang dihasilkan adalah kurang lebih seperti grafik solusi terbaik dengan *running* 100 generasi. Rata-rata *fitness* pada setiap iterasi memiliki nilai lebih rendah daripada *best fitness*. Sehingga menunjukkan bahwa minimasi *makespan* dan *waiting time* dengan algoritma genetika sebanyak 500 generasi menghasilkan solusi yang cukup baik tetapi belum yang paling optimal.

Adapun grafik iterasi yang dihasilkan dari *running* sebanyak 500 generasi adalah sebagai berikut:



**Gambar 5.2** Grafik plot 500 generasi

Berdasarkan grafik 5.2 dapat dilihat bahwa setiap nilai *fitness* pada setiap iterasi berada diatas rata-rata *fitness* pada setiap iterasi. Tampak hampir mendekati pada iterasi 1-22 dan iterasi ke 64 tetapi terus naik pada iterasi selanjutnya. Semakin nilai *fitness* mendekati *average* maka dapat dikatakan hasil *fitness* terjebak dalam lokal optimal. Artinya ditinjau secara grafik, solusi dengan 500 generasi ini juga termasuk dalam kategori baik. Perbandingan yang dihasilkan dapat disajikan sebagai berikut:

**Tabel 5.5.** perbandingan optimasi 500 dengan 1000 generasi

<i>Makespan</i> aktual (s)			<i>Waiting time</i> (t)		
aktual	Setelah optimasi 1000 generasi	Setelah optimasi 500 generasi	aktual	Setelah optimasi 1000 generasi	Setelah optimasi 500 generasi
44330,31	35741,73	35786,54	19300	10429,63	10325,35

Berdasarkan table 5.5. dapat dilihat hasil *makespan* dengan 500 generasi yakni sebesar 35741,73 detik, begitupun dengan *waiting time* yang dihasilkan. Akan tetapi selisih waktu beda dari keduanya hanya sedikit yakni sekitar 40 detik. Hal ini sebenarnya tidak menjadi masalah ketika dipilih hasil optimal adalah dengan 500 generasi, tetapi jika dilihat dari *waiting time membership function* terdapat selisih yang cukup jauh. Pada *waiting time membership function* 1000 generasi, terdapat lebih banyak *job* yang minim waktu tunggu dibandingkan dengan 500 generasi. Inilah alasan mengapa dipilih bahwa solusi paling optimal adalah dengan 1000 generasi. Meskipun hasil *waiting time* dan *makespan* sama, akan tetapi toleransi waktu tunggu yang dihasilkan lebih banyak pada 1000 generasi.

## BAB VI PENUTUP

Pada bab ini akan berisi kesimpulan dan saran mengenai dengan hasil yang telah didapatkan atau dicapai pada penelitian ini sehingga dapat dijadikan sebagai suatu bentuk rekomendasi terhadap penelitian berikutnya.

### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa algoritma optimasi yang diusulkan yaitu optimasi penjadwalan *No Wait Flow Shop* dengan minimasi *makespan* dan maksimasi fungsi keanggotaan *fuzzy waiting time* terbukti mampu memberikan solusi optimal dari total waktu produksi tas untuk meminimalkan waktu produksi (*makespan*) dan meminimalkan waktu tunggu. Dapat dilihat pula bahwa 2 model perancangan optimasi yang dihasilkan memiliki solusi optimal yakni:

1. Optimasi dengan minimasi total waktu produksi (*makespan*) sebesar 54 % atau 2 jam 54 menit lebih cepat dari kondisi aktual perusahaan. Serta waktu tunggu yang turun menjadi 2 jam 26 menit lebih efektif dari waktu produksi perusahaan. Dengan urutan pengerjaan *job* adalah 10 – 3 – 16 – 11 – 15 – 2 – 17 – 4 – 6 – 13 – 1 – 9 – 7 – 12 – 14 – 8 - 5. Urutan pengerjaan *job* seperti ini adalah *sequencing* paling optimal.
2. Memberikan solusi berupa toleransi perbaikan terhadap *waiting time* produk yang memiliki waktu di bawah waktu yang ditargetkan.

Sehingga CV. Pramasew hendaknya lebih mementingkan optimasi dalam segi mengurangi total waktu produksi. Artinya model optimasi dengan menggunakan algoritma genetika ini dapat membantu CV. Pramasew dalam melakukan pengurangan waktu produksi sehingga proses produksi tas kulit akan berjalan lebih cepat dan optimal.

## 6.2.Saran

Berikut adalah beberapa saran yang diberikan oleh penulis kiranya untuk dilakukan perbaikan dan penyempurnaan baik bagi perusahaan maupun bagi peneliti berikutnya, antara lain:

### 1. Bagi Perusahaan

Sebagaimana yang telah di jelaskan, berdasarkan data perusahaan dan upaya optimasi yang telah dilakukan CV. Pramasew hendaknya melakukan evaluasi terhadap waktu produksi sehingga menjadi lebih optimal. *Makespan* dan waktu tunggu yang dihasilkan juga dapat minimalisasi. Sehingga dapat terwujudnya proses produksi yang lebih efektif dan efisien.

### 2. Bagi peneliti selanjutnya

- a. Pada penelitian ini seluruh kapabilitas karyawan dianggap sama, disarankan pada penelitian selanjutnya dapat menjadikan kapabilitas karyawan ini variabel lain yang sifatnya dinamis sehingga hasil yang diperoleh akan semakin akurat
- b. Penelitian ini masih diasumsikan bahwa waktu proses bersifat tidak dinamis, sehingga akan rentan terjadi perbedaan manakala program *output* penelitian ini digunakan pada produksi yang memiliki waktu dinamis, peneliti selanjutnya diharapkan dapat menjadikan variabel waktu proses ini menjadi dinamis sehingga hasil penelitian menjadi lebih kontekstual dan dapat diaplikasikan pada setiap kondisi
- c. waktu *set-up* pada penelitian ini diasumsikan termasuk dari bagian waktu produksi. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah variabel waktu *set-up* dihadirkan secara terpisah sehingga program yang dihasilkan lebih kontekstual.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aristoteles et. Al, (2015). “Evaluasi Kinerja Genetic Algorithm (GA) dengan Strategi Perbaikan Kromosom Studi Kasus: Knapsack Problem”. Jurnal komputasi Vol. 3, No. 2 Unila.
- Arkeman, Y. (2019). *Algoritma Genetika Tujuan Jamak (Multi-Objective Genetic Algorithms): Teori dan Aplikasinya untuk Bisnis dan Agroindustri*. Bandung: IPB Press.
- Astuti, L. (2015). “Optimasi Penjadwalan Job Shop Dengan Metode Algoritma Differential Evolution Untuk Meminimumkan Total Biaya Keterlambatan Penyelesaian Pesanan Di Pt X” . *Skripsi : Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia*.
- Baker, K., & Trietsch, D. (2009). *Principles Of Sequencing And Scheduling, New Jersey: John Wiley & Sons*.
- Barkhah, A. M. (2015). “Penyelesaian Penjadwalan No-Wait Flow Shop Menggunakan Metode Metaheuristik Algoritma Genetika Dan Tabu Search,” Institut Teknologi Surabaya
- Bayani, L., Herlina, L., & Febianti, E. (2016). “Usulan Penjadwalan Produksi Pada Aliran Flow Shop dengan Algoritma Genetika untuk Meminimasi Makespan”. *Jurnal Teknik Industri Vol. 4 No. 3 November*.
- Budiharto, W., & Suhartono, D. (2014). *Artificial Intelligence Konsep dan Penerapannya*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Ginting, R. (2009). *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Harto, S., Garside, A. K., & Utama, D. M. (2016). “Penjadwalan Produksi Menggunakan Algoritma Jadwal *NonDelay* Untuk Meminimalkan Makespan Studi Kasus di CV. Bima Mebel”. *Spektrum Industri, Vol. 14, No. 1, 1 – 108*.
- Haryanto, E. V. (2012). *Sistem Operasi Konsep dan Teori*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Herjanto, E. (2016). *Manajemen Operasi (Edisi 3)*. Jakarta: Grasindo.

- Hidayat, H. (2019). *Menjadi Manajer Operasi (Manufaktur dan Jasa) : Petunjuk Teknis: Pengelolaan Rantai pasokan, Pengelolaan Persediaan, Sistem Just-In-Time, Rencana Agregat, Rencana Kebutuhan Material, Penjadwalan dan Proyek*. Jakarta: Unika Atma Jaya Press.
- Jocom, B.P. et al., (2018), “Application of Genetic Algorithm for Optimizing Profit Increase Clothing Production Inventory, *Journal of Information Technology and Computer Science Development; Vol. 2, No. 6, Juni 2018, hlm. 2168-2172*.
- Krisnanda, M. (2020). *Penjadwalan Pilot Maskapai Penerbangan Menggunakan Algoritma Genetika*. Klaten: Penerbit Lakeisha.
- Kurniawati, D.O. et.all (2014). “Diagnosis Penyakit Pasien Menggunakan Sistem Neuro Fuzzy Berbasis Sistem Informasi Rekam Medis Dan Pemeriksaan Laboratorium”. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi, ISSN: 2089-9813*.
- Lukas, S. et Al (2015), “Penerapan Algoritma Genetika Untuk Traveling Salesman Problem Dengan Menggunakan Metode Order Crossover Dan Insertion Mutation”, *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2005 (SNATI 2005) Yogyakarta, 18 Juni 2015 ISBN: 979-756-061-6*.
- Loucks, D. P., Stedinger, J. R., & Haith, D. A. (1981). *Water Resource Systems Planning and Analysis*. New Jersey: Prentice-Hall. Inc.
- Majumder, A., Jaggi, C. K., & Sarkar, B. (2018). A Multi Retailer Supply Chain Model with Backorder and Variable Production Cost. *RAIRO Operations Research, 52*, 943-958.
- Marchi, B., Ries, J. M., Zanoni, S., & Glock, C. H. (2016). A Joint Economic Lot Size Model with Financial Collaboration and Uncertain Investment Opportunity. *International Journal of Production Economics, 176*, 170-182.
- Meshcheryakov, V. & Denisova, L. (2016), “Computer-aided design of the fuzzy control system using the genetic algorithm”, DOI: [10.1109/Dynamics.2016.7819000](https://doi.org/10.1109/Dynamics.2016.7819000)

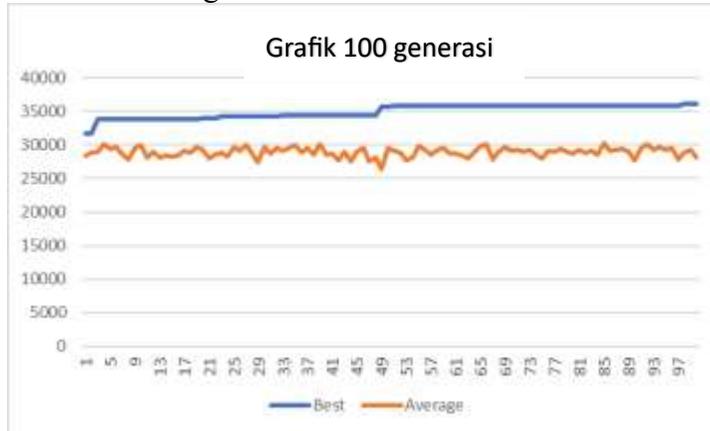
- Muharni, Y., M, A. I., & Rubyanti, T. E. (2019). "Penjadwalan Flow Shop Mesin Paralel Menggunakan Metode Longest Processing Time Dan Cross Entropy-Genetic Algorithm Pada Pembuatan Produk Steel Bridge B-60." *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Vol. 7 No. 3*, 213 – 225.
- Nailwal, K.K. et.al. (2016). "Heuristics for no-wait flow shop scheduling problem", *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 671–680
- Nurdiansyah, R. (2016). "Optimasi Penjadwalan Flow Shop Menggunakan Algoritma Hybrid Differential Evolution." *R.E.M. (Rekayasa, Energi, Manufaktur) Jurnal Vol. 1 No. 2*, 43-48.
- P, Irving Vitra. Perbandingan Metode-Metode dalam Algoritma Genetika untuk Traveling Salesman Problem. Yogyakarta. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi. 2004.
- Purnomo, A.M. D. Werdiastu, T. Raissa, R. Widodo, and V. N. Wijyaningrum, "Algoritma Genetika untuk Optimasi Komposisi Makanan Bagi Penderita Hipertensi," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 7, no. 1, 2019. doi: 10.14710/jtsiskom.7.1.2019.1-6, [Online].
- Putri, E. A. (2020). "Usulan Perbaikan Penjadwalan Produksi Flow Shop dengan Menggunakan Metode Nawaz Ensore Ham." *Scientific Journal of Industrial Engineering Volume 1 Number 1 Maret*, 10-12.
- Silva, F.T. et al, (2019), "A New Genetic Algorithm Approach Applied to Atomic and Molecular Cluster Studies", *ORIGINAL RESEARCH published: 05 November 2019 doi: 10.3389/fchem.2019.00707*.
- Sloss, A.N. & Gustafson, S. (2019), "2019 Evolutionary Algorithms Review", diakses pada 20-10-2021 pukul 15.55 WIB melalui [https://www.researchgate.net/publication/333971914\\_2019\\_Evolutionary\\_Algorithms\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/333971914_2019_Evolutionary_Algorithms_Review)
- Utama, D. M., Ardiansyah, L. R., & Garside, A. K. (2019). "Penjadwalan Flow Shop untuk Meminimasi Total Tardiness Menggunakan Algoritma Cross Entropy–Algoritma Genetika". *Jurnal Optimasi Sistem Industri VOL. 18 NO. 2*, 133-141.

- Utomo, M. C., Mahmudy, W. F., & Marji. (2017). "Penyelesaian Penjadwalan Flexible Job Shop Problem Menggunakan Real Coded Genetic Algorithm." *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Vol. 1, No. 1, Januari, 57-62.*
- Wignjosoebroto, S. (2008). *Teknik Tata Cara Dan Pengukuran Kerja Edisi Pertama Cetakan Keempat.* Jakarta: Guna Widya.
- Yan, X. et al., (2016), "An Improved Genetic Algorithm and Its Application", *TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering; Vol.10, No.5, September 2016, pp. 1081~1086.*

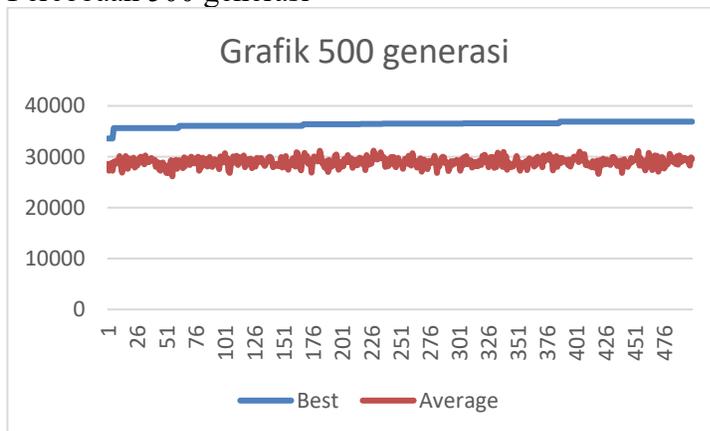
## **LAMPIRAN - LAMPIRAN**

## LAMPIRAN 1 GRAFIK PERCOBAAN

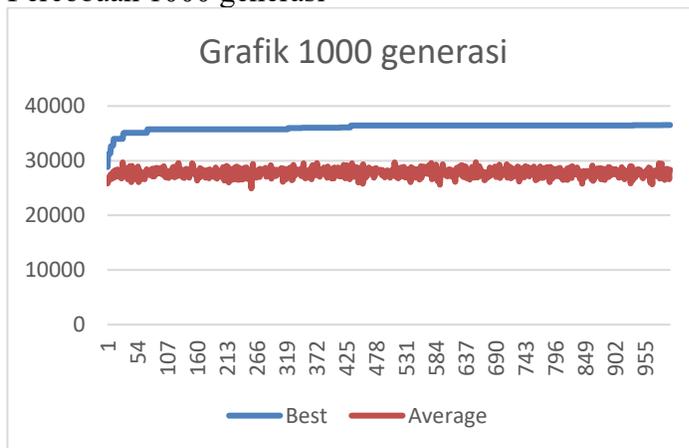
### 1. Percobaan 100 generasi



### 2. Percobaan 500 generasi



### 3. Percobaan 1000 generasi



**LAMPIRAN 2**  
**DATA PENELITIAN WAKTU PROSES**

**A. PRODUK ASHADEWI DUFFEL**

**1. Ashadewi Duffel type 1**

PRODUK ASHADEWI DUFFEL

KODE  
PRODUKSI            **61301**

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu proses (t) pengamatan ke-							Waktu siklus (WT)	Total Waktu
		1	2	6	7	8	9	15		
Pemotongan	Pemotongan body depan	28,50	28,73	30,19	24,87	27,98	27,46	24,22	27,42	<b>456,66</b>
	Pemotongan body belakang bawah	63,13	69,98	66,68	60,78	70,87	69,3	65,00727	65,11	
	Pemotongan body belakang atas	123,48	123,41	124,67	124,77	122,97	124,02	124,87	124,50	
	Pemotongan tutup luar	20,17	18,49	18,15	17,99	17,99	21,45	19,48048	19,03	
	Pemotongan tutup dalam	23,11	23,7	23	20,22	22,78	22,66	22,63067	23,07	
	Pemotongan stopan kuping kanan	30,32	31,7	33,5	39,81	37,6	33,79	39,47261	35,98	
	Pemotongan stopan kuping kiri	12,43	11,31	10,87	11,89	12,11	11,25	11,44939	11,49	
Penyesetan	Penyesetan body depan	366,52	283,17	218,17	226,52	223,55	256,67	296,84	287,57	<b>2930,95</b>
	Penyesetan body belakang bawah	404,99	289,93	231,01	262,17	274,95	292,61	298,59	281,87	
	Penyesetan body belakang atas	413,59	337,30	285,29	332,63	344,96	272,54	331,72	312,96	
	Penyesetan tutup luar	332,28	305,34	238,12	217,40	339,64	248,01	216,82	274,75	
	Penyesetan tutup dalam	441,43	262,97	344,13	295,89	239,47	233,93	344,12	303,67	
	Penyesetan stopan kuping kanan	401,90	313,14	305,15	319,63	291,70	282,93	243,04	297,57	
	Penyesetan stopan kuping kiri	356,46	219,05	338,91	291,57	344,22	224,39	218,10	274,27	
Perakitan	pemasangan bantalan magnet pada body depan	12,43	11,31	10,87	11,89	12,11	11,25	11,45	11,49	464,22
	Perakitan body belakang	28,50	28,73	30,19	24,87	27,98	27,46	24,22	27,42	
	Penjahitan bagian belakang	63,13	69,98	66,68	60,78	70,87	69,30	65,01	65,11	
	Pemasangan tutup magnet pada tutup dalam	12,43	11,31	10,87	11,89	12,11	11,25	11,45	11,49	

	Perakitan bagian belakang dengan tutup	20,17	18,49	18,15	17,99	17,99	21,45	19,48	<u>19,03</u>	
	Penjahitan bagian belakang dengan tutup	23,11	23,70	23,00	20,22	22,78	22,66	22,63	<u>23,07</u>	
	Perakitan stopan kuping kanan	30,32	31,70	33,50	39,81	37,60	33,79	39,47	<u>35,98</u>	
	Penjahitan stopan kuping kanan	11,00	11,09	9,95	11,05	12,08	10,37	10,34	<u>10,99</u>	
	Perakitan stopan kuping kiri	11,04	11,14	10,53	10,48	9,56	10,26	10,34	<u>10,81</u>	
	Penjahitan stopan kuping kiri	12,10	11,00	11,12	11,14	10,52	12,11	9,75	<u>11,01</u>	
	Perakitan tas	11,15	12,18	11,24	11,93	11,49	9,54	11,38	<u>11,11</u>	
	Penjahitan tas	11,22	10,70	12,16	10,21	10,17	10,71	11,00	<u>11,14</u>	
	perakitan bagian lining	12,19	11,00	11,37	10,22	11,18	12,02	11,74	<u>11,13</u>	
	penjahitan bagian lining	11,82	10,92	10,91	12,21	10,80	12,13	10,52	<u>10,86</u>	
	Perakitan tas dengan bagian lining	9,92	11,61	11,02	10,75	11,75	9,52	10,86	<u>10,95</u>	
	Penjahitan tas dengan bagian lining	10,55	11,71	11,52	11,10	11,95	10,28	9,62	<u>10,75</u>	
	Penggabungan handle	12,05	9,61	11,04	10,33	11,99	10,69	11,28	<u>10,92</u>	
	Penjahitan akhir handle	11,11	10,71	10,69	9,46	9,62	11,78	11,95	<u>10,88</u>	
Make-Up	Pemasangan gantungan rit	31,77	32,96	32,83	31,39	32,39	32,44	32,21	<u>32,30</u>	906,20
	Pembersihan bagian dalam produk	254,92	260,13	259,81	237,16	244,90	236,66	258,10	<u>244,93</u>	
	Pembersihan bagian luar produk	344,30	344,78	345,52	343,69	343,44	345,17	344,20	<u>344,18</u>	
Inspect	Pengecekan	33,04	32,19	32,32	32,89	33,18	33,06	32,90	<u>32,69</u>	119,37
	Penyamaan warna	129,14	66,58	59,47	49,74	48,36	57,15	28,15	<u>54,84</u>	
Packing	Pelipatan handle	64,94	64,95	64,54	64,45	64,54	64,94	64,30	<u>64,48</u>	163,12
	Pemasangan label	52,21	53,74	52,13	52,88	53,03	53,66	53,00	<u>52,91</u>	
	Pengemasan produk	54,43	55,00	54,82	54,28	54,62	54,28	54,35	<u>54,47</u>	

## 2. Ashadewi duffel type 2

### PRODUK ASHADEWI DUFFEL

KODE  
PRODUKSI 61302

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu proses (t) pengamatan ke-							Waktu siklus (WT)	Total Waktu
		1	2	6	7	8	9	15		
Pemotongan	Pemotongan body depan	28,50	28,73	30,19	24,87	27,98	27,46	27,38	13,01	455,09
	Pemotongan body belakang bawah	63,13	69,98	66,68	60,78	70,87	69,30	62,93	30,91	
	Pemotongan body belakang atas	123,23	124,06	124,90	123,96	125,84	125,33	126,85	58,28	
	Pemotongan tutup luar	20,17	18,49	18,15	17,99	17,99	21,45	20,50	8,98	
	Pemotongan tutup dalam	23,11	23,70	23,00	20,22	22,78	22,66	22,38	10,52	
	Pemotongan stopan kuping kanan	30,32	31,70	33,50	35,81	34,60	33,79	35,22	15,66	
	Pemotongan stopan kuping kiri	12,43	11,31	10,87	11,89	12,11	11,25	12,34	5,48	
Penyesetan	Penyesetan body depan	372,58	243,52	247,03	326,61	303,48	346,81	316,01	143,74	2911,42
	Penyesetan body belakang bawah	434,01	242,43	292,90	258,79	286,82	256,47	223,29	132,98	
	Penyesetan body belakang atas	351,66	255,87	337,28	255,91	237,06	328,78	261,31	135,19	
	Penyesetan tutup luar	355,60	252,32	269,80	297,15	297,66	218,64	295,37	132,44	
	Penyesetan tutup dalam	340,74	332,28	238,71	290,25	217,23	264,61	238,47	128,15	
	Penyesetan stopan kuping kanan	327,76	302,86	339,80	262,09	282,05	263,17	323,49	140,08	
	Penyesetan stopan kuping kiri	326,89	219,87	332,06	253,28	335,54	346,58	318,68	142,19	
Perakitan	pemasangan bantalan magnet pada body depan	12,43	11,31	10,87	11,89	12,11	11,25	11,45	5,42	462,47
	Perakitan body belakang	28,50	28,73	30,19	24,87	27,98	27,46	24,22	12,80	
	Penjahitan bagian belakang	63,13	69,98	66,68	60,78	70,87	69,30	65,01	31,05	
	Pemasangan tutup magnet pada tutup dalam	12,43	11,31	10,87	11,89	12,11	11,25	11,45	5,42	
	Perakitan bagian belakang dengan tutup	20,17	18,49	18,15	17,99	17,99	21,45	19,48	8,91	
	Penjahitan bagian belakang dengan tutup	23,11	23,70	23,00	20,22	22,78	22,66	22,63	10,54	
	Perakitan stopan kuping kanan	30,32	31,70	33,50	39,81	37,60	33,79	39,47	16,41	
	Penjahitan stopan kuping kanan	10,43	10,28	9,91	10,69	10,18	9,94	10,05	4,77	
	Perakitan stopan kuping kiri	11,71	9,99	10,73	10,06	9,73	11,98	10,20	4,96	
	Penjahitan stopan kuping kiri	10,27	11,10	11,95	9,68	12,14	9,72	10,69	5,04	

	Perakitan tas	10,23	9,67	11,58	11,71	10,00	9,90	10,47	4,90	
	Penjahitan tas	10,87	11,37	10,72	10,14	12,18	12,20	10,18	5,18	
	perakitan bagian lining	11,05	11,76	10,72	10,64	11,97	10,69	11,36	5,21	
	penjahitan bagian lining	12,13	10,48	12,14	9,82	11,42	11,70	9,61	5,15	
	Perakitan tas dengan bagian lining	12,09	9,57	11,94	10,41	9,56	9,78	11,32	4,98	
	Penjahitan tas dengan bagian lining	11,23	11,37	11,05	10,93	9,94	9,95	12,15	5,11	
	Penggabungan handle	12,00	11,62	10,56	11,73	12,10	9,47	10,70	5,21	
	Penjahitan akhir handle	11,66	10,74	11,17	10,84	10,65	10,89	12,13	5,21	
Make-Up	Pemasangan gantungan rit	31,77	32,96	32,83	31,39	32,39	32,44	32,21	15,07	
	Pembersihan bagian dalam produk	247,67	257,86	225,69	246,56	255,81	242,26	233,52	113,96	896,77
	Pembersihan bagian luar produk	344,30	344,78	345,52	343,69	343,44	345,17	344,20	160,74	
Inspect	Pengecekan	31,28	33,14	32,68	32,14	32,37	32,78	32,14	15,10	215,36
	Penyamaan warna	130,56	130,72	128,89	129,50	130,33	130,78	130,47	60,75	
Packing	Pelipatan handle	64,67	64,66	65,06	64,25	64,05	64,77	64,30	30,12	
	Pemasangan label	53,20	53,79	52,45	52,44	52,18	52,26	53,95	24,68	163,14
	Pengemasan produk	53,13	54,67	54,27	53,06	54,36	53,19	52,38	25,00	

### 3. Ashadewi duffel type 3

KODE  
PRODUKSI 61303

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu proses (t) pengamatan ke-							Waktu siklus (WT)	Total Waktu
		1	2	6	7	8	9	15		
Pemotongan	Pemotongan body depan	28,50	28,73	30,19	24,87	27,98	27,46	27,98	13,05	
	Pemotongan body belakang bawah	63,13	69,98	66,68	60,78	70,87	69,3	66,68	31,16	456,78
	Pemotongan body belakang atas	124,27	125,85	125,00	125,15	125,96	125,72	125,72	58,51	

	Pemotongan tutup luar	20,17	18,49	18,15	17,99	17,99	21,45	17,99	<u>8,82</u>	
	Pemotongan tutup dalam	23,11	23,7	23	20,22	22,78	22,66	21,8	<u>10,48</u>	
	Pemotongan stopan kuping kanan	30,32	31,7	33,5	39,81	37,6	33,79	37,6	<u>16,29</u>	
	Pemotongan stopan kuping kiri	12,43	11,31	10,87	11,89	12,11	11,25	10,25	<u>5,34</u>	
Penyesetan	Penyesetan body depan	387,15	226,23	347,54	336,33	287,20	280,25	275,22	142,66	2905,23
	Penyesetan body belakang bawah	448,38	337,89	275,82	294,98	311,10	263,63	224,52	143,75	
	Penyesetan body belakang atas	424,83	305,34	235,10	289,69	244,84	349,37	330,42	145,31	
	Penyesetan tutup luar	399,13	294,38	236,82	244,84	331,40	238,43	350,72	139,71	
	Penyesetan tutup dalam	441,08	264,00	300,68	237,13	258,12	336,61	302,60	142,68	
	Penyesetan stopan kuping kanan	361,36	231,70	296,52	218,76	233,78	264,59	304,14	127,39	
	Penyesetan stopan kuping kiri	418,40	237,90	247,87	324,13	230,50	275,82	331,95	137,77	
Perakitan	pemasangan bantalan magnet pada body depan	12,43	11,31	10,87	11,89	12,11	11,25	11,45	<u>5,42</u>	463,52
	Perakitan body belakang	28,50	28,73	30,19	24,87	27,98	27,46	24,22	<u>12,80</u>	
	Penjahitan bagian belakang	63,13	69,98	66,68	60,78	70,87	69,30	65,01	<u>31,05</u>	
	Pemasangan tutup magnet pada tutup dalam	12,43	11,31	10,87	11,89	12,11	11,25	11,45	<u>5,42</u>	
	Perakitan bagian belakang dengan tutup	20,17	18,49	18,15	17,99	17,99	21,45	19,48	<u>8,91</u>	
	Penjahitan bagian belakang dengan tutup	23,11	23,70	23,00	20,22	22,78	22,66	22,63	<u>10,54</u>	
	Perakitan stopan kuping kanan	30,32	31,70	33,50	39,81	37,60	33,79	39,47	<u>16,41</u>	
	Penjahitan stopan kuping kanan	10,41	11,90	12,16	11,60	12,04	11,56	10,56	<u>5,35</u>	
	Perakitan stopan kuping kiri	11,92	10,12	9,43	9,90	11,04	12,01	11,33	<u>5,05</u>	
	Penjahitan stopan kuping kiri	10,82	9,54	10,31	10,11	11,49	9,43	10,16	<u>4,79</u>	
	Perakitan tas	11,56	9,45	9,84	9,44	10,30	10,64	10,84	<u>4,80</u>	
	Penjahitan tas	11,82	11,19	10,36	10,89	11,16	11,68	10,90	<u>5,20</u>	
	perakitan bagian lining	9,59	11,39	11,65	11,63	10,35	10,84	9,77	<u>5,01</u>	
	penjahitan bagian lining	9,81	11,35	11,77	11,91	11,73	11,67	12,04	<u>5,35</u>	
	Perakitan tas dengan bagian lining	11,34	11,45	11,53	10,29	11,05	10,68	11,00	<u>5,16</u>	
Penjahitan tas dengan bagian lining	10,49	10,12	11,57	10,11	12,15	10,61	11,81	<u>5,12</u>		

	Penggabungan handle	9,66	9,75	12,06	10,51	11,40	9,92	11,06	4,96	
	Penjahitan akhir handle	11,65	9,83	11,63	11,46	10,75	9,45	10,51	5,02	
Make-Up	Pemasangan gantungan rit	31,77	32,96	32,83	31,39	32,39	32,44	32,21	15,07	
	Pembersihan bagian dalam produk	230,14	237,76	257,91	223,51	227,41	246,80	233,30	110,46	895,51
	Pembersihan bagian luar produk	344,30	344,78	345,52	343,69	343,44	345,17	344,20	160,74	
Inspect	Pengecekan	31,55	32,51	32,35	31,80	31,26	32,70	32,88	15,00	134,61
	Penyamaan warna	129,14	66,58	59,47	49,74	48,36	57,15	59,09	31,30	
Packing	Pelipatan handle	64,69	64,33	64,72	64,41	64,73	64,94	64,62	30,16	
	Pemasangan label	53,43	53,58	52,91	54,10	53,71	53,30	52,50	24,90	163,34
	Pengemasan produk	54,71	54,76	54,97	54,89	54,85	54,85	54,46	25,57	

## B. PRODUK ASHADEWI L

### 1. Ashadewi L type 1

#### PRODUK ASHADEWI L

KODE  
PRODUKSI

71301

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu proses (t) pengamatan ke-							Waktu siklus (WT)	Total Waktu
		1	2	5	6	7	8	15		
Pemotongan	Pemotongan body depan	35,74	34	34,53	34,35	38,15	37,76	36,95	16,77	
	Pemotongan body belakang bawah	23,21	22,89	25,02	25,28	25,67	24,11	22,42	11,24	
	Pemotongan body belakang atas	38,27	28,44	42,07	40,99	44,14	53,56	23,07	18,04	241,82
	Pemotongan tutup luar	17,46	17,68	17,51	19,13	18,58	17,15	18,47	8,40	
	Pemotongan tutup dalam	42,01	44,61	44,32	44,66	41,24	41,99	42,48	20,09	
Penyesetan	Penyesetan body depan	26,89	28,72	23,11	21,81	23,53	30,07	20,14	11,62	
	Penyesetan body belakang bawah	22,20	26,89	27,80	30,88	20,69	30,45	20,31	11,95	215,66
	Penyesetan body belakang atas	21,35	22,35	22,76	21,79	27,15	23,29	23,57	10,82	

	Penyesetan tutup luar	34,3	33,91	35,27	36,07	33,99	33,65	36,07	<u>16,22</u>	
	Penyesetan tutup dalam	37,84	40,43	35,79	32,84	33,13	37,99	41,36	<u>17,29</u>	
Perakitan	Pemasangan bantalan magnet pada body depan	173,06	200,48	161,19	160,99	178,71	164,45	171,42	<u>80,69</u>	4335,04
	Perakitan body depan	247,52	247,33	247,5	248,52	247,6	248,44	248,49	<u>115,69</u>	
	Penjahitan body depan	192,06	159,24	178,34	162,01	159,83	175,57	161,5	<u>79,24</u>	
	Pemasangan tutup magnet pada tutup	109,26	109,41	109,72	109,6	110,19	109,61	109,94	<u>51,18</u>	
	Perakitan body depan dengan tutup	111,36	110,15	110,22	110,4	111,36	110,67	110,31	<u>51,63</u>	
	Penjahitan body depan dengan tutup	195,15	180,6	193,82	166,12	196,18	170,8	171,07	<u>84,92</u>	
	Perakitan body belakang	271,7	271,05	271,85	271,09	271,04	271,78	271,19	<u>126,65</u>	
	Penjahitan bagian belakang	199,54	160,28	168,72	184,86	176,6	174,01	197,47	<u>84,10</u>	
	Perakitan body depan-belakang	184,83	184,2	184,43	184,24	184,47	184,88	184,71	<u>86,12</u>	
	Penjahitan body depan-belakang	167,72	166,37	183,94	177,03	163,74	171,6	188,49	<u>81,26</u>	
	Perakitan tas dengan handle	96,07	96,04	95,34	95,58	95,65	95,62	95,23	<u>44,64</u>	
	Penjahitan tas dengan handle	167,16	195,42	179,3	184,51	170,9	195,86	156,58	<u>83,32</u>	
	perakitan bagian lining	128,62	128,89	127,8	128,14	128,44	128,76	128,97	<u>59,97</u>	
	penjahitan bagian lining	54,97	52,58	53,17	55,42	52,96	54,87	54,29	<u>25,22</u>	
	Perakitan tas dengan bagian lining	198,69	199,1	199,06	198,51	198,57	198,8	198,71	<u>92,76</u>	
	Penjahitan tas dengan bagian lining	199,49	161,76	199,18	165,59	194,39	189,7	165,98	<u>85,07</u>	
	Penggabungan handle	127,82	128,23	127,87	128,35	128,84	128,41	128,31	<u>59,86</u>	
Penjahitan akhir handle	173,48	200,1	191,09	197,2	177,04	177,9	173,42	<u>86,02</u>		
Make-Up	Pemasangan gantungan rit	257,95	263,84	266,59	283,22	259,49	299,1	271,87	<u>126,80</u>	1839,83
	Pembersihan bagian dalam produk	472,56	467,31	450,46	436,53	487,55	463,89	483,65	<u>217,46</u>	
	Pembersihan bagian luar produk	458,95	583,25	461,36	596,94	585,74	564,22	503,15	<u>250,24</u>	
Inspect	Pengecekan	81,39	99,07	83,44	122,35	111,52	97,86	86,59	<u>45,48</u>	368,22
	Penyamaan warna	165,86	143,88	163,03	140,04	179,25	167,96	143,43	<u>73,56</u>	
Packing	Pelipatan handle	64,09	66,24	61,57	64,75	62,26	62	64,09	<u>29,67</u>	378,59
	Pemasangan label	126,75	81,12	114,63	80,81	81,74	78,03	133,7	<u>46,45</u>	

Pengemasan produk

86,67

76,77

76,25

85,8

90,92

110,32

123,51

43,35

## 2. Ashadewi L type 2

PRODUK ASHADEWI L

KODE

PRODUKSI

71302

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu proses (t) pengamatan ke-							Waktu siklus (WT)	Total Waktu
		1	2	5	6	7	8	15		
Pemotongan	Pemotongan body depan	35,81	34,58	34,18	33,87	38,03	37,53	35,45	16,63	240,74
	Pemotongan body belakang bawah	23,21	22,89	25,02	25,28	25,67	24,11	22,42	11,24	
	Pemotongan body belakang atas	38,27	28,44	42,07	40,99	44,14	53,56	23,07	18,04	
	Pemotongan tutup luar	17,46	17,68	17,51	19,13	18,58	17,15	18,47	8,40	
	Pemotongan tutup dalam	42,01	44,61	44,32	44,66	41,24	41,99	42,48	20,09	
Penyesetan	Penyesetan body depan	17,81	17,39	17,7	17,42	18,34	17,77	18,01	8,30	180,60
	Penyesetan body belakang bawah	17,29	17,92	18,43	17,65	18,5	18,27	18,22	8,42	
	Penyesetan body belakang atas	15,3	15,07	15,23	15,48	15,48	15,12	15,28	7,13	
	Penyesetan tutup luar	34,55	35,22	36,48	38,01	37,36	36,76	39,62	17,20	
	Penyesetan tutup dalam	34,18	34,28	36,15	35,3	40,09	38,11	35,1	16,88	
Perakitan	Pemasangan bantalan magnet pada body depan	173,06	200,48	161,19	160,99	178,71	164,45	171,42	80,69	4335,04
	Perakitan body depan	247,52	247,33	247,5	248,52	247,6	248,44	248,49	115,69	
	Penjahitan body depan	192,06	159,24	178,34	162,01	159,83	175,57	161,5	79,24	
	Pemasangan tutup magnet pada tutup	109,26	109,41	109,72	109,6	110,19	109,61	109,94	51,18	
	Perakitan body depan dengan tutup	111,36	110,15	110,22	110,4	111,36	110,67	110,31	51,63	
	Penjahitan body depan dengan tutup	195,15	180,6	193,82	166,12	196,18	170,8	171,07	84,92	
	Perakitan body belakang	271,7	271,05	271,85	271,09	271,04	271,78	271,19	126,65	
	Penjahitan bagian belakang	199,54	160,28	168,72	184,86	176,6	174,01	197,47	84,10	
	Perakitan body depan-belakang	184,83	184,2	184,43	184,24	184,47	184,88	184,71	86,12	
Penjahitan body depan-belakang	167,72	166,37	183,94	177,03	163,74	171,6	188,49	81,26		

	Perakitan tas dengan handle	96,07	96,04	95,34	95,58	95,65	95,62	95,23	44,64	
	Penjahitan tas dengan handle	167,16	195,42	179,3	184,51	170,9	195,86	156,58	83,32	
	perakitan bagian lining	128,62	128,89	127,8	128,14	128,44	128,76	128,97	59,97	
	penjahitan bagian lining	54,97	52,58	53,17	55,42	52,96	54,87	54,29	25,22	
	Perakitan tas dengan bagian lining	198,69	199,1	199,06	198,51	198,57	198,8	198,71	92,76	
	Penjahitan tas dengan bagian lining	199,49	161,76	199,18	165,59	194,39	189,7	165,98	85,07	
	Penggabungan handle	127,82	128,23	127,87	128,35	128,84	128,41	128,31	59,86	
	Penjahitan akhir handle	173,48	200,1	191,09	197,2	177,04	177,9	173,42	86,02	
Make-Up	Pemasangan gantungan rit	272,62	265,15	261,95	266,05	276,98	271,84	277,78	126,16	1794,38
	Pembersihan bagian dalam produk	462,62	463,4	433,9	441,92	468,95	468,17	490,63	215,31	
	Pembersihan bagian luar produk	482,88	560,91	545,89	424,49	529,8	539,84	439,2	234,87	
Inspect	Pengecekan	380,1	382,12	360,27	406,96	402,5	407,88	383,15	181,53	1089,00
	Penyamaan warna	404,89	420,78	397,28	354,68	434,1	369,81	431,75	187,55	
Packing	Pelipatan handle	61,54	62,72	62,74	62,29	61,38	61,9	61,59	28,94	387,12
	Pemasangan label	81,5	101,21	79,05	77,37	125,27	118,91	102,67	45,73	
	Pengemasan produk	79,95	92,12	88,22	118,12	119,64	121,2	133,87	50,21	

### 3. Ashadewi L type 3

PRODUK ASHADEWI L

KODE

PRODUKSI

71303

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu proses (t) pengamatan ke-							Waktu siklus (WT)	Total Waktu
		1	2	5	6	7	8	15		
Pemotongan	Pemotongan body depan	34,76	35,31	36,85	34,62	35,21	36,76	38,86	16,82	241,56
	Pemotongan body belakang bawah	23,21	22,89	25,02	25,28	25,67	24,11	22,42	11,24	
	Pemotongan body belakang atas	38,27	28,44	42,07	40,99	44,14	53,56	23,07	18,04	
	Pemotongan tutup luar	17,46	17,68	17,51	19,13	18,58	17,15	18,47	8,40	

	Pemotongan tutup dalam	42,01	44,61	44,32	44,66	41,24	41,99	42,48	<u>20,09</u>	
Penyesetan	Penyesetan body depan	17,8	18	17,44	17,47	18,6	17,53	17,49	<u>8,29</u>	183,71
	Penyesetan body belakang bawah	17,55	18,65	18,23	17,07	17,57	18,61	17,13	<u>8,32</u>	
	Penyesetan body belakang atas	15,11	15,44	15,14	15,12	15,13	15,45	15,32	<u>7,11</u>	
	Penyesetan tutup luar	36,06	41,65	37,62	37,89	36,36	35,23	41,39	<u>17,75</u>	
	Penyesetan tutup dalam	37,27	39,58	40,9	36,91	33,48	35,12	33,26	<u>17,10</u>	
Perakitan	Pemasangan bantalan magnet pada body depan	173,06	200,48	161,19	160,99	178,71	164,45	171,42	<u>80,69</u>	4351,61
	Perakitan body depan	247,52	247,33	247,5	248,52	247,6	248,44	248,49	<u>115,69</u>	
	Penjahitan body depan	192,06	159,24	178,34	162,01	159,83	175,57	161,5	<u>79,24</u>	
	Pemasangan tutup magnet pada tutup	109,26	109,41	109,72	109,6	110,19	109,61	109,94	<u>51,18</u>	
	Perakitan body depan dengan tutup	111,36	110,15	110,22	110,4	111,36	110,67	110,31	<u>51,63</u>	
	Penjahitan body depan dengan tutup	195,15	180,6	193,82	166,12	196,18	170,8	171,07	<u>84,92</u>	
	Perakitan body belakang	276,54	304,64	294,75	283,91	276,35	288,66	280,65	<u>133,70</u>	
	Penjahitan bagian belakang	199,54	160,28	168,72	184,86	176,6	174,01	197,47	<u>84,10</u>	
	Perakitan body depan-belakang	184,83	184,2	184,43	184,24	184,47	184,88	184,71	<u>86,12</u>	
	Penjahitan body depan-belakang	167,72	166,37	183,94	177,03	163,74	171,6	188,49	<u>81,26</u>	
	Perakitan tas dengan handle	96,07	96,04	95,34	95,58	95,65	95,62	95,23	<u>44,64</u>	
	Penjahitan tas dengan handle	167,16	195,42	179,3	184,51	170,9	195,86	156,58	<u>83,32</u>	
	perakitan bagian lining	128,62	128,89	127,8	128,14	128,44	128,76	128,97	<u>59,97</u>	
	penjahitan bagian lining	54,97	52,58	53,17	55,42	52,96	54,87	54,29	<u>25,22</u>	
	Perakitan tas dengan bagian lining	198,69	199,1	199,06	198,51	198,57	198,8	198,71	<u>92,76</u>	
	Penjahitan tas dengan bagian lining	199,49	161,76	199,18	165,59	194,39	189,7	165,98	<u>85,07</u>	
Penggabungan handle	127,82	128,23	127,87	128,35	128,84	128,41	128,31	<u>59,86</u>		
Penjahitan akhir handle	173,48	200,1	191,09	197,2	177,04	177,9	173,42	<u>86,02</u>		
Make-Up	Pemasangan gantungan rit	292,94	271,54	300,18	290,84	280,73	284,65	275,6	<u>133,10</u>	1811,75
	Pembersihan bagian dalam produk	470,72	434,17	443,3	484,29	488,4	443,89	430,76	<u>213,04</u>	
	Pembersihan bagian luar produk	431,75	454,52	577,32	569,4	518,3	425,15	597,18	<u>238,24</u>	

Inspect	Pengecekan	84,98	109,43	97,7	89,58	97,97	115,08	89,82	45,64	367,49
	Penyamaan warna	153,23	162,21	163,35	145,61	158,32	176,77	161,35	74,72	
Packing	Pelipatan handle	62,71	62,79	61,7	62,21	61,92	61,43	61,98	28,98	362,58
	Pemasangan label	87,74	92,61	111,13	113,4	109,53	89,21	83,75	45,82	
	Pengemasan produk	85,26	85,87	102,26	77,91	94,01	97,99	100,84	42,94	

### C. PRODUK CANVAS MAN

#### 1. Canvas Man type 1

##### PRODUK CANVAS MAN

KODE  
PRODUKSI

91301

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu proses (t) pengamatan ke-								WT	Total Waktu
		1	2	3	4	5	6	14	15		
Pemotongan	Pemotongan body depan	22,87	22,25	21,63	21,76	22,27	22,96	22,72	21,68	11,88	90,20
	Pemotongan body belakang	23,22	23,26	23,76	23,61	23,31	23,21	23,34	23,84	12,50	
	Pemotongan Tepong	14,16	14,18	14,86	14,78	14,8	14,31	14,83	14,43	7,76	
Penyesetan	Penyesetan body depan	18,41	17,02	17,26	17,76	17,23	18,1	17,03	17,15	9,33	81,43
	Penyesetan body belakang	18,44	17,95	17,21	17,45	18,45	18,14	16,97	17,74	9,49	
	Penyesetan Tepong	20,02	21,61	21,66	21,34	21,01	20,62	20,53	21,03	11,19	
Perakitan	Perakitan body depan	248,44	247,65	248,2	248,74	248,01	247,99	247,7	248,49	132,35	2282,08
	Penjahitan body depan	60,89	60,13	60,29	61,01	60,05	60,83	61,04	60,85	32,34	
	Perakitan tepong dengan body depan-belakang	189,57	189,77	189,86	189,94	189,24	189,76	189,48	189,84	101,16	
	Penjahitan tepong dengan body depan-belakang	96,84	96,04	96,75	97,03	97	96,07	96,14	96,95	51,52	
	Perakitan tas dengan handle	257,61	257,6	257,73	257,65	257,34	257,43	257,63	257,68	137,38	
	Penjahitan tas dengan handle	43,43	43,65	43,58	44,38	43,45	43,71	43,51	44,83	23,37	
	Perakitan bagian lining	130,63	130,1	130,36	130,81	130,35	130,61	130,19	130,05	69,54	

	Penjahitan bagian lining	53,62	54,03	54,01	54,09	54,19	54,17	54,00	54,09	28,81	
	Perakitan tas dengan bagian lining	192,91	192,45	192,23	192,7	192,83	192,14	192,45	192,82	102,70	
	Penjahitan tas dengan bagian lining	65,67	65,24	65,82	65,67	65,68	65,66	65,33	65,52	34,97	
	Penggabungan handle	133,24	133,25	133,14	133,18	133,12	133,31	132,88	133,19	71,02	
	Penjahitan akhir handle	51,65	51,97	51,5	52,03	52,01	51,94	51,73	51,7	27,64	
Make-Up	Pemasangan gantungan rit	37,15	37,38	37,85	37,74	37,8	37,49	36,97	37,03	19,96	
	Pembersihan bagian dalam produk	716,91	716,61	716,37	715,89	716,63	716	716,12	716,62	382,08	1573,88
	Pembersihan bagian luar produk	322,63	321,83	321,76	321,82	322,54	321,96	322,46	322,58	171,84	
Inspect	Pengecekan	47,71	46,27	47,87	45,96	47,13	47,27	46,17	46,63	25,00	142,55
	Penyamaan warna	55,17	55	55,14	54,98	54,95	55,19	55,11	54,93	29,36	
Packing	Pelipatan handle	62,5	62,73	62,67	62,96	63,21	63,22	63,03	62,9	33,55	
	Pemasangan label	63,06	63,33	64,38	63,05	63	64,29	63,53	63,03	33,84	248,02
	Pengemasan produk	50,92	50,62	51,85	51,73	51,89	50,9	51,85	50,65	27,36	

## 2. Canvas man type 2

### PRODUK CANVAS MAN

KODE  
PRODUKSI

91302

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu proses (t) pengamatan ke-								Waktu siklus (WT)	Total Waktu
		1	2	3	4	5	6	14	15		
Pemotongan	Pemotongan body depan	21,95	22,09	22,19	21,87	22,61	22,87	22,17	22,81	11,90	
	Pemotongan body belakang	23,64	23,55	23,56	23,37	23,69	23,7	23,78	23,43	12,58	90,45
	Pemotongan Tepong	14,37	14,53	14,33	14,42	14,04	14,84	14,14	14,85	7,70	
Penyesetan	Penyesetan body depan	17,96	17,51	17,29	17,53	17,5	18,09	18,56	17,48	9,46	
	Penyesetan body belakang	18,19	18,35	17,48	18,42	17,07	17,3	17,7	17,32	9,46	81,46
	Penyesetan Tepong	20,61	20,04	21,60	21,97	21,33	20,83	20,54	19,38	11,09	

Perakitan	Perakitan body depan	248,38	248,49	247,97	248,55	248,28	248,8	247,8	248,47	132,45	2282,55
	Penjahitan body depan	60,68	61,34	60,4	60,85	61,07	61,13	61,34	60,86	32,51	
	Perakitan tepong dengan body depan-belakang	189,79	189,81	189,21	189,9	190,02	189,9	189,54	189,4	101,17	
	Penjahitan tepong dengan body depan-belakang	96,26	97,11	96,7	96,5	96,75	96,19	96,29	96,97	51,52	
	Perakitan tas dengan handle	257,99	257,16	257,95	257,53	257,87	257,66	257,8	257,35	137,42	
	Penjahitan tas dengan handle	44,26	43,47	43,54	43,39	44,55	44,07	43,86	44,58	23,45	
	Perakitan bagian lining	130,15	130,65	130,04	130,08	130,59	130,24	130,81	130,73	69,55	
	Penjahitan bagian lining	53,62	54,16	54,01	54,19	54,20	54,00	54,18	54,20	28,84	
	Perakitan tas dengan bagian lining	192,5	192,38	192,24	192,53	192,33	192,46	192,74	192,34	102,63	
	Penjahitan tas dengan bagian lining	65,17	65,63	65,75	65,87	65,93	65,88	65,27	65,69	35,01	
	Penggabungan handle	133,19	132,85	133,16	133,15	133,26	133,15	133,06	133,3	71,01	
	Penjahitan akhir handle	51,38	51,75	51,33	51,22	51,23	51,24	51,36	51,35	27,39	
Make-Up	Pemasangan gantungan rit	37,49	37,34	37,46	37	37,09	37,11	37,78	37,43	19,91	1573,46
	Pembersihan bagian dalam produk	716,88	716,34	715,91	716,63	715,89	716,34	716,03	715,84	381,99	
	Pembersihan bagian luar produk	321,9	321,79	321,56	321,53	321,68	321,95	322	321,92	171,62	
Inspect	Pengecekan	46,28	46,95	46,34	46,94	47,5	45,98	47,58	46,51	24,94	142,30
	Penyamaan warna	55,22	54,94	55,06	54,87	54,92	55,19	55,21	55,03	29,36	
Packing	Pelipatan handle	63,3	63,21	62,55	62,83	62,8	63,21	62,73	63,13	33,58	248,50
	Pemasangan label	64,3	63,3	64,14	64,02	64,37	62,99	63,52	63,75	34,03	
	Pengemasan produk	51,13	51,02	51,89	51,05	51,82	51,67	51,77	52,02	27,49	

### 3. Canvas man type 3

#### PRODUK CANVAS MAN

KODE  
PRODUKSI

91303

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu proses (t) pengamatan ke-								WT	Total Waktu
		1	2	3	4	5	6	14	15		
Pemotongan	Pemotongan body depan	22,77	21,78	21,69	22,59	21,66	22,34	22,93	22,1	17,79	135,17

	Pemotongan body belakang	23,39	23,5	23,82	23,57	23,39	23,48	23,41	23,38	18,79	
	Pemotongan Tepong	14,48	14,12	14,39	14,54	14,46	14,38	14,54	14,12	11,50	
Penyesetan	Penyesetan body depan	18,63	17,11	17,39	17,17	18,19	18,65	17,3	18,37	14,28	122,61
	Penyesetan body belakang	18,19	18,12	17,48	17	18,12	16,89	17,73	17,47	14,10	
	Penyesetan Tepong	20,53	20,92	20,93	21,44	20,42	21,41	20,09	19,75	16,55	
Perakitan	Perakitan body depan	248,49	248,53	248,27	247,84	248,85	247,86	248,73	248,29	198,69	3424,42
	Penjahitan body depan	61,32	61,09	60,55	60,98	61,23	60,19	61,13	60,23	48,67	
	Perakitan tepong dengan body depan-belakang	190,02	190,03	189,73	189,56	189,44	189,45	189,23	189,44	151,69	
	Penjahitan tepong dengan body depan-belakang	96,96	96,11	97,21	96,08	96,72	96,08	96,76	96,74	77,27	
	Perakitan tas dengan handle	257,28	257,69	257,55	257,69	257,58	257,55	257,42	257,31	206,01	
	Penjahitan tas dengan handle	44,91	43,95	43,97	44,28	43,44	43,95	44,28	44,96	35,37	
	Perakitan bagian lining	130,18	130,23	130,56	130,41	130,01	130,38	130,69	130,64	104,31	
	Penjahitan bagian lining	53,62	54,15	54,09	54,01	54,09	54,21	54,22	54,08	43,25	
	Perakitan tas dengan bagian lining	192,27	192,5	192,83	192,88	192,28	192,65	192,15	192,58	154,01	
	Penjahitan tas dengan bagian lining	65,32	65,7	65,74	65,77	65,49	65,96	65,74	65,86	52,56	
	Penggabungan handle	133,32	132,98	132,94	133,37	132,92	133,09	133,13	133,15	106,49	
	Penjahitan akhir handle	51,15	51,26	51,42	51,94	51,72	51,31	51,25	52,05	41,21	
Make-Up	Pemasangan gantungan rit	37,31	37,71	36,93	37,15	37,17	36,93	37,6	37,1	29,79	2360,26
	Pembersihan bagian dalam produk	715,95	716,28	716,54	716,11	716,05	716,82	716,45	716,03	573,02	
	Pembersihan bagian luar produk	322,29	322,15	321,96	322,19	321,7	321,74	322,12	322,48	257,66	
Inspect	Pengecekan	47,02	47,01	46,41	47,51	46,64	47,02	46,37	46,82	37,48	213,85
	Penyamaan warna	54,94	54,92	55,16	54,86	54,87	54,92	54,85	55,22	43,97	
Packing	Pelipatan handle	62,74	63	62,78	62,72	63,09	63,29	63,27	62,68	50,36	373,02
	Pemasangan label	63,99	64,54	63,97	64,08	63,41	64,6	64,25	64,64	51,35	
	Pengemasan produk	50,85	51,81	51,7	51,23	51,46	51,46	50,68	50,89	41,01	

**4. Canvas man type 4**  
**PRODUK CANVAS MAN**

KODE  
PRODUKSI

91304

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu proses (t) pengamatan ke-								WT	Total Waktu
		1	2	3	4	5	6	14	15		
Pemotongan	Pemotongan body depan	21,68	21,76	22,99	21,83	21,74	21,98	22,19	21,98	17,62	135,62
	Pemotongan body belakang	23,72	23,76	23,74	23,78	23,91	23,53	23,52	23,81	18,98	
	Pemotongan Tepong	14,44	14,69	14,06	14,67	14,8	14,52	14,58	14,87	11,66	
Penyesetan	Penyesetan body depan	17,62	17,87	17,04	17,48	18,21	18,49	17,21	18,66	14,26	121,96
	Penyesetan body belakang	18,35	17,66	17,62	17,46	18,23	17,93	17,38	18,14	14,28	
	Penyesetan Tepong	21,31	21,20	19,51	20,61	19,71	20,27	20,58	20,43	16,36	
Perakitan	Perakitan body depan	248,49	248,53	248,27	247,84	248,85	247,86	248,73	248,29	198,69	3510,18
	Penjahitan body depan	61,32	61,09	60,55	60,98	61,23	60,19	61,13	60,23	48,67	
	Perakitan tepong dengan body depan-belakang	190,02	190,03	189,73	189,56	189,44	189,45	189,23	189,44	151,69	
	Penjahitan tepong dengan body depan-belakang	96,96	96,11	97,21	96,08	96,72	96,08	96,76	96,74	77,27	
	Perakitan tas dengan handle	257,28	257,69	257,55	257,69	257,58	257,55	257,42	257,31	206,01	
	Penjahitan tas dengan handle	69,15	76	79,05	80,85	68,51	79,24	77,71	77,73	60,82	
	Perakitan bagian lining	130,18	130,23	130,56	130,41	130,01	130,38	130,69	130,64	104,31	
	Penjahitan bagian lining	53,62	54,15	54,09	54,01	54,09	54,21	54,22	54,08	43,25	
	Perakitan tas dengan bagian lining	192,27	192,5	192,83	192,88	192,28	192,65	192,15	192,58	154,01	
	Penjahitan tas dengan bagian lining	65,07	75,07	72,68	77,18	73,93	75,54	69,26	78,24	58,70	
	Penggabungan handle	133,32	132,98	132,94	133,37	132,92	133,09	133,13	133,15	106,49	
Penjahitan akhir handle	51,15	51,26	51,42	51,94	51,72	51,31	51,25	52,05	41,21		
Make-Up	Pemasangan gantungan rit	37,51	37,38	37,51	37,38	37,38	37,56	36,86	37,32	29,89	2360,75
	Pembersihan bagian dalam produk	716,71	716,53	716,49	715,78	715,77	716,37	716,39	716,62	573,07	
	Pembersihan bagian luar produk	321,59	321,82	322,47	322,28	321,92	321,72	321,84	321,88	257,55	
Inspect	Pengecekan	47,35	46,07	46,95	46,02	45,98	46,22	46,15	46,9	37,16	213,38
	Penyamaan warna	54,92	55	54,92	55,12	55,11	55,1	55,02	55,19	44,04	
Packing	Pelipatan handle	62,51	62,55	63,27	63,19	63,18	62,8	63,1	62,78	50,34	372,92

Pemasangan label	63,74	64,19	64,34	63,22	63,01	64,38	63,65	64,09	51,06
Pengemasan produk	51,52	51,99	51,81	51,96	51,09	51,99	50,85	51,28	41,25

## D. PRODUK JOHN ANGLO

### 1. *John anglo type 1*

PRODUK JOHN ANGLO

KODE  
PRODUKSI

11401

Stasiun Kerja	no. sub job	Elemen Kerja	Waktu proses (s) pengamatan ke-								WT	Total Waktu
			1	2	4	5	6	8	14	15		
Pemotongan	1	Pemotongan body depan	29,69	26,96	27,57	26,89	28,67	28,76	27,16	29,87	28,23	194,14
	2	Pemotongan body belakang	29,65	29,41	29,25	29,33	28,45	28,87	28,63	30,93	29,25	
	3	Pemotongan Tutup	22,37	24,47	22,54	23,57	23,19	25,07	23,72	22,16	23,64	
	4	Pemotongan saku luar	20,91	21,75	25,09	24,07	22,88	20,26	20,61	22,79	21,84	
	5	Pemotongan Kipas	11,64	13,49	11,11	12,07	14,81	14,61	11,42	14,93	12,65	
	6	Pemotongan Tepong	16,47	13,35	13,16	14,45	14,52	15,59	16,6	12,99	14,45	
Penyesetan	1	Penyesetan body depan	20,75	20,01	17,51	20,06	18,37	17,92	20,03	21,07	19,33	149,44
	2	Penyesetan body belakang	19,67	17,13	19,24	20,71	18,61	17,88	17,64	17,94	18,51	
	3	Penyesetan Tutup	19,01	18,24	19,6	19,45	16,9	17,5	18,95	16,85	18,99	
	4	Penyesetan saku luar	15,49	14,25	14,85	14,04	15,16	14,89	14,09	14,66	14,68	
	5	Penyesetan Kipas	13,73	14,69	14,36	14,06	15,5	15,03	15,08	14,23	14,71	
	6	Penyesetan Tepong	15,02	14,95	15,6	15,32	14,49	14,62	15,52	14,92	15,02	
Perakitan	1	Perakitan body belakang	20,41	20,61	18,64	21,66	19,7	20,14	20,74	19,62	20,53	427,29
	2	Penjahitan body belakang	21,42	21,07	22,19	21,87	19,07	20,5	18,62	19,21	20,80	
	3	Perakitan body belakang dengan saku luar	21,66	21,95	22,26	21,13	18,51	21,74	19,56	18,49	20,39	
	4	Penjahitan body belakang dengan saku luar	22,29	19,36	21,95	18,56	20,71	22,48	19,44	18,52	20,14	
	5	Perakitan body belakang dengan tutup	19,7	18,83	22,81	22,57	20,85	20,09	18,8	18,47	20,57	

	6	Penjahitan body belakang dengan tutup	22,5	22,24	20,28	21,37	22,56	19,95	22,19	19,97	20,80	
	7	perakitan tas dengan tepong	20,85	18,46	20,93	18,46	18,43	22,53	22,96	22,81	20,70	
	8	penjahitan tas dengan tepong	19,57	20,46	21,33	21,35	22,53	21,02	22,95	22,69	20,85	
	9	Perakitan rit pada kedua body tas	22,61	21,21	20,34	19,25	21,18	22,09	22,52	18,8	20,76	
	10	Penjahitan rit pada kedua body tas	19,39	21,46	20,78	20,92	21,07	19,79	22,28	19,57	20,71	
	11	Perakitan tas dengan handle	18,66	20	19,56	20,82	18,83	18,67	22,04	22,78	20,59	
	12	Penjahitan tas dengan handle	22,39	20,16	22,72	18,88	20,19	20,68	19,83	20,01	20,84	
	13	Penggabungan handle	19,35	18,71	19,17	20,93	22,53	18,52	19,74	19,58	20,89	
	14	Penjahitan akhir handle	18,54	19,38	19,47	22,19	18,89	20,68	20,89	18,76	20,04	
Make-Up	1	Pemasangan gantungan rit	32,74	28,3	29,07	32,78	31,89	29,4	28,53	30,3	30,65	560,19
	2	Pembersihan bagian dalam produk	157,47	160,92	173,21	172,34	196,83	168,24	163,81	183,15	177,08	
	3	Pembersihan bagian luar produk	157,32	161,44	191,64	168,46	173,19	166,71	161,94	195,28	176,47	
Inspect	1	Pengecekan	151,61	150,83	171,59	199,42	134,27	158,06	142,57	191,93	163,06	3576,36
	2	Penyamaan warna	331,4	276,16	288,81	295,91	295,14	328,87	243,21	341,02	302,59	
	3	Uji kekuatan jahitan untuk tas kulit	383,03	401,02	571,68	456,77	364,68	535,95	538,84	515,3	472,47	
	4	Ketahanan tahan luntur warna pada kulit	612,36	583,05	624,75	590,96	645,77	647,69	618,17	590,11	604,42	
	5	Uji beban	147,57	139,8	144,58	139,88	136,52	147,15	154,19	143,75	143,50	
	6	Uji ritsleting memutar	203,63	210,91	204,14	220,55	215,12	213,82	218,37	210,96	212,74	
	7	Uji kekuatan jahitan untuk tas kulit	502,12	512,23	540,41	502,41	517,97	544,31	498,63	536,86	518,37	
Packing	1	Pelipatan Handle	63,14	62,98	65,35	60,13	63,17	64,78	63,5	65,22	63,57	237,15
	2	Pengemasan label	58,36	49,59	58,17	52,14	58,52	46,33	52,2	55,37	53,45	
	3	pengemasan produk	52,39	54,6	52,5	50,29	58,4	52,68	54,24	53,54	54,01	

## 2. John anglo type 2

PRODUK JOHN ANGLO

KODE  
PRODUKSI

11402

Stasiun	no.	Elemen Kerja	Waktu proses (t) pengamatan ke-	WT	Total
---------	-----	--------------	---------------------------------	----	-------

Kerja	subjob		1	2	4	5	6	8	14	15	Waktu	
Pemotongan	1	Pemotongan body depan	29,37	27,71	28,49	27,79	28,98	29,97	29,14	28,95	28,75	196,97
	2	Pemotongan body belakang	30,29	30,87	31,02	29,84	29,75	29,9	27,81	27,65	29,28	
	3	Pemotongan Tutup	24,35	23,77	22,92	22,63	23,66	25,43	23,03	23,7	23,80	
	4	Pemotongan saku luar	21,28	23,45	25,4	20,35	24,81	25,34	24,94	20,52	22,71	
	5	Pemotongan Kipas	13,47	12,42	14,94	13,38	12,43	12,33	14,14	11,49	13,34	
	6	Pemotongan Tepong	15,46	15,58	15,32	14,14	12,44	14,73	12,53	15,32	14,08	
Penyesetan	1	Penyesetan body depan	19,56	19,42	20,73	17,3	21,06	17,87	18,16	17,99	19,38	149,88
	2	Penyesetan body belakang	21,03	17,12	19,77	19,94	20,76	20,86	18,24	20,22	19,13	
	3	Penyesetan Tutup	16,68	20,66	20,51	17,98	19,13	17,22	20,55	18,41	18,40	
	4	Penyesetan saku luar	14	14,15	15,83	13,85	15,86	14,87	15,38	14,8	14,81	
	5	Penyesetan Kipas	14,06	13,71	14,91	15,83	15,2	14,36	15,37	14,18	14,71	
	6	Penyesetan Tepong	15,8	15,77	14,6	14,3	14,78	14,9	14,33	15,5	15,10	
Perakitan	1	Perakitan body belakang	21,32	21,13	18,45	21,21	19,87	19,46	19,37	21,75	20,60	428,50
	2	Penjahitan body belakang	21,28	21,83	18,97	18,53	19,22	21,41	19,83	19,41	20,69	
	3	Perakitan body belakang dengan saku luar	18,69	18,59	22,88	20,25	20,2	22,92	19,09	19,13	20,47	
	4	Penjahitan body belakang dengan saku luar	22,89	19,64	19,42	18,65	19,77	19,85	22,04	18,52	20,58	
	5	Perakitan body belakang dengan tutup	19,75	21,25	19,06	19,06	20,17	20,6	21,74	20,93	20,25	
	6	Penjahitan body belakang dengan tutup	20,3	19,39	22,98	20,65	20,98	22,34	19,22	18,45	20,52	
	7	perakitan tas dengan tepong	22,63	21,76	20,86	22,94	18,53	19,69	21,68	20,54	21,03	
	8	penjahitan tas dengan tepong	18,96	20,37	19,02	22,21	18,79	21,88	20,57	21,88	20,33	
	9	Perakitan rit pada kedua body tas	22,88	22,57	19,34	18,7	22	19,85	21,94	18,51	20,47	
	10	Penjahitan rit pada kedua body tas	19,54	18,77	19,41	20,97	19,75	20	21,99	21,91	21,01	
	11	Perakitan tas dengan handle	21,83	22,56	19,57	20,97	21,26	22,76	22,22	19,68	20,88	
	12	Penjahitan tas dengan handle	22,46	18,49	20,16	19,32	21,79	22,24	19,98	20,39	20,56	
	13	Penggabungan handle	19,44	22,11	19,35	21,7	21,44	22,14	19,63	20,84	20,61	

	14	Penjahitan akhir handle	22,56	18,64	22,4	21,98	20,18	19,45	20,91	21,26	21,40	
Make-Up	1	Pemasangan gantungan rit	31,44	28,95	29,45	32,41	30,25	28,79	32,26	29,4	30,43	574,35
	2	Pembersihan bagian dalam produk	198,38	194,97	159,19	184,35	178,63	194	193,38	158,7	182,69	
	3	Pembersihan bagian luar produk	185,25	159,4	173,69	171,02	180,14	188,84	159,94	200,75	180,79	
Inspect	1	Uji kekuatan jahitan untuk tas kulit	383,03	401,02	571,68	456,77	364,68	535,95	538,84	515,3	472,47	4005,38
	2	Pengecekan	644,19	513,73	545,6	537,44	515,88	513,45	531,83	532,47	537,06	
	3	Penyamaan warna	244,84	352,18	363,06	371,2	349,88	394,32	368,62	371,22	355,76	
	4	Ketahanan tahan luntur warna pada kulit	612,36	583,05	624,75	590,96	645,77	647,69	618,17	590,11	604,42	
	5	Uji beban	147,57	139,8	144,58	139,88	136,52	147,15	154,19	143,75	143,50	
	6	Uji ritsleting memutar	203,63	210,91	204,14	220,55	215,12	213,82	218,37	210,96	212,74	
	7	Uji kekuatan jahitan untuk tas kulit	502,12	512,23	540,41	502,41	517,97	544,31	498,63	536,86	518,37	
Packing	1	Pelipatan Handle	63,14	62,98	65,35	60,13	63,17	64,78	63,5	65,22	63,57	237,15
	2	Pengemasan label	58,36	49,59	58,17	52,14	58,52	46,33	52,2	55,37	53,45	
	3	pengemasan produk	52,39	54,6	52,5	50,29	58,4	52,68	54,24	53,54	54,01	

### 3. John anglo type 3

PRODUK JOHN ANGLO

KODE  
PRODUKSI

11403

Stasiun Kerja	no. subjob	Elemen Kerja	Waktu proses (t) pengamatan ke-								WT	Total Waktu
			1	2	4	5	6	8	14	15		
Pemotongan	1	Pemotongan body depan	29,88	26,75	28,15	27,64	26,81	27,81	26,9	27,93	28,17	196,80
	2	Pemotongan body belakang	29,75	28,55	28,58	30,94	30,16	30,74	29,95	28,93	29,72	
	3	Pemotongan Tutup	24,48	24,5	22,11	22,45	24,12	22,94	24,84	24,94	23,47	
	4	Pemotongan saku luar	23,21	25,64	24,87	24,26	23,8	22,09	21,23	21,48	23,21	
	5	Pemotongan Kipas	11,59	14,42	10,7	14,56	12,15	14,46	10,86	14,76	12,67	
	6	Pemotongan Tepong	12,68	16,59	14,62	14,99	14,65	15,56	12,46	13,61	14,59	

Penyesetan	1	Penyesetan body depan	17,91	19,64	17,02	19,55	16,9	19,19	19,1	19,35	18,58	148,88
	2	Penyesetan body belakang	18,19	16,97	19,64	18,2	18,22	19,52	17,25	19,77	19,08	
	3	Penyesetan Tutup	17,13	20,03	19,37	18,75	21	19,46	18,01	17,8	19,02	
	4	Penyesetan saku luar	14,82	15,19	15,73	14,89	14,37	15,22	13,71	15,03	14,80	
	5	Penyesetan Kipas	13,81	14	15,67	15,42	15,36	15,15	14,85	13,97	14,73	
	6	Penyesetan Tepong	15,33	13,71	14,77	13,84	15,35	14,13	14,89	13,84	14,64	
Perakitan	1	Perakitan body belakang	20,31	19,37	21,97	19,46	22,43	20,28	19,47	19,75	20,44	432,35
	2	Penjahitan body belakang	20,19	20,86	20,6	22,71	18,62	20,69	19,1	20,61	20,27	
	3	Perakitan body belakang dengan saku luar	20,48	21,67	21,15	22,93	20,22	20,6	22,93	21,32	21,40	
	4	Penjahitan body belakang dengan saku luar	19,35	20,68	19,47	20,62	22,65	21,61	18,75	20,67	20,75	
	5	Perakitan body belakang dengan tutup	20,43	22,01	19,02	22,96	20,83	22,64	19,33	19,57	20,59	
	6	Penjahitan body belakang dengan tutup	22,63	21,89	21,02	19,09	22,55	22,94	19,11	21,2	21,07	
	7	perakitan tas dengan tepong	20,69	21,26	20	19,44	21,64	21,77	19,63	20,71	20,39	
	8	penjahitan tas dengan tepong	22,1	22,59	21,59	22,23	22,74	21,19	22,43	21,59	21,49	
	9	Perakitan rit pada kedua body tas	19,73	21,39	20,84	19,37	21,72	21,67	21,54	19,06	20,94	
	10	Penjahitan rit pada kedua body tas	19,9	19,21	19,4	22,67	19,39	22,28	18,73	19,1	20,53	
	11	Perakitan tas dengan handle	21,76	20,41	21,19	20,27	20,83	21,01	19,52	22,68	21,10	
	12	Penjahitan tas dengan handle	20,59	20,52	22,43	22,1	20,93	20,46	19,14	20,46	20,94	
	13	Penggabungan handle	18,57	19,22	21,73	20,05	22,65	20,81	18,51	21,04	21,17	
	14	Penjahitan akhir handle	22,59	21,34	19,16	19,5	21,14	20,9	22,95	21,8	20,86	
Make-Up	1	Pemasangan gantungan rit	28,48	30,08	30,83	31,73	31,16	30,69	31,12	29,32	30,97	580,22
	2	Pembersihan bagian dalam produk	166,54	187,88	204,54	177,33	170,75	203,24	165,23	193,62	181,52	
	3	Pembersihan bagian luar produk	181,44	167,13	204,75	176,69	187,14	193,18	176,07	190,58	185,44	
Inspect	1	Pengecekan	35,86	37,18	46,43	42,04	45,02	40,26	39,55	39,89	40,59	3788,21
	2	Penyamaan warna	395,53	363,42	393,56	332,96	431,34	398,23	373,01	330,71	377,08	
	3	Uji kekuatan jahitan untuk tas kulit	383,03	401,02	571,68	456,77	364,68	535,95	538,84	515,3	472,47	
	4	Ketahanan tahan luntur warna pada kulit	612,36	583,05	624,75	590,96	645,77	647,69	618,17	590,11	604,42	
	5	Uji beban	341,98	297,22	302,51	335,9	294,59	300,92	325,97	365,59	324,85	

	6	Uji ritsleting memutar	203,63	210,91	204,14	220,55	215,12	213,82	218,37	210,96	212,74	
	7	Uji kekuatan jahitan untuk tas kulit	502,12	512,23	540,41	502,41	517,97	544,31	498,63	536,86	518,37	
Packing	1	Pelipatan Handle	63,14	62,98	65,35	60,13	63,17	64,78	63,5	65,22	63,57	237,15
	2	Pengemasan label	58,36	49,59	58,17	52,14	58,52	46,33	52,2	55,37	53,45	
	3	pengemasan produk	52,39	54,6	52,5	50,29	58,4	52,68	54,24	53,54	54,01	

#### 4. John anglo type 4

PRODUK JOHN ANGLO

KODE  
PRODUKSI

11404

Stasiun Kerja	no. subjob	Elemen Kerja	Waktu proses (t) pengamatan ke-								WT	Total Waktu
			1	2	4	5	6	8	14	15		
Pemotongan	1	Pemotongan body depan	29,14	27,04	26,7	26,67	28,92	29,67	28,42	29,02	28,32	195,39
	2	Pemotongan body belakang	28,28	28,45	29,32	28,74	30,61	30,62	30,27	30,96	29,29	
	3	Pemotongan Tutup	23,37	22,57	24,64	23,33	24,84	24,7	23,48	24,54	23,56	
	4	Pemotongan saku luar	23,76	24,98	24,33	20,86	24,81	21,93	21,14	21,42	22,56	
	5	Pemotongan Kipas	14,49	13,59	11,34	15,02	12,21	14,4	11,57	12,59	12,97	
	6	Pemotongan Tepong	12,76	15,74	13,08	12,65	13,72	12,43	16,17	14,03	14,21	
Penyesetan	1	Penyesetan body depan	17,94	17,41	20,66	20,45	16,74	20,76	18,85	17,74	18,72	148,27
	2	Penyesetan body belakang	18,18	17,4	18,86	17,74	19,99	20,74	20,81	18,28	18,90	
	3	Penyesetan Tutup	18,48	17,04	17,15	17,13	19,89	20,18	17,8	18,77	18,56	
	4	Penyesetan saku luar	14,68	15,6	15,06	14,39	14,59	13,92	14,37	15,47	14,70	
	5	Penyesetan Kipas	14,78	14,95	15,48	14,76	15,63	14,92	13,93	15,51	14,86	
	6	Penyesetan Tepong	14,49	15,18	15,06	13,87	15,84	14,66	13,96	15,01	14,71	
Perakitan	1	Perakitan body belakang	31,33	32,97	31,99	31,76	30,74	32,7	32,5	28,42	30,86	448,22
	2	Penjahitan body belakang	19,81	22,38	22	18,61	19,22	20,67	19,8	23,01	20,66	

	3	Perakitan body belakang dengan saku luar	22,27	18,75	20,94	21,72	22,56	20,27	21,25	18,45	21,25	
	4	Penjahitan body belakang dengan saku luar	21,12	21,99	19,3	20,26	21,09	20,62	21,75	20,95	20,81	
	5	Perakitan body belakang dengan tutup	22,56	22,02	21,26	20,23	18,5	19,45	20,11	19,6	20,87	
	6	Penjahitan body belakang dengan tutup	21,77	22,47	22,81	20,83	21,58	22,32	20,69	22,47	21,53	
	7	perakitan tas dengan tepong	20,94	20,47	21,71	22,47	19,59	20,8	22,85	21,25	21,51	
	8	penjahitan tas dengan tepong	21,13	18,96	20	22,46	22,64	19,68	19,94	21,22	20,68	
	9	Perakitan rit pada kedua body tas	22,59	19,46	20,16	20,67	18,47	22,3	21,13	22,55	20,88	
	10	Penjahitan rit pada kedua body tas	21,14	22,42	19,77	21,29	18,7	22,36	19,36	20,07	20,58	
	11	Perakitan tas dengan handle	22,46	21,63	18,99	21,58	19,96	18,5	19,37	21,07	20,57	
	12	Penjahitan tas dengan handle	22,59	18,67	22,19	22,33	18,75	21,41	21,87	19,66	20,64	
	13	Penggabungan handle	22,69	21,59	21,55	20,26	20,59	22,71	22,65	20,36	20,99	
	14	Penjahitan akhir handle	20,47	20,68	19,46	19,94	20,62	19,62	21,54	18,96	20,62	
Make-Up	1	Pemasangan gantungan rit	31,36	28,66	32,09	28,23	29,65	28,31	30,35	30,23	30,09	593,77
	2	Pembersihan bagian dalam produk	202,93	191,28	202,54	180,64	193,51	205,21	195,62	175,4	188,55	
	3	Pembersihan bagian luar produk	184,37	193,97	186,85	180,05	204,1	207,93	159,41	201,91	188,57	
Inspect	1	Pengecekan	51,65	50,44	45,07	46,14	46,69	53,44	54,56	51,31	50,77	3553,93
	2	Penyamaan warna	260,97	247,2	283,73	304,05	285,79	313,79	324,18	263,52	288,68	
	3	Uji kekuatan jahitan untuk tas kulit	383,03	401,02	571,68	456,77	364,68	535,95	538,84	515,3	472,47	
	4	Ketahanan tahan luntur warna pada kulit	612,36	583,05	624,75	590,96	645,77	647,69	618,17	590,11	604,42	
	5	Uji beban	341,98	297,22	302,51	335,9	294,59	300,92	325,97	365,59	324,85	
	6	Uji ritsleting memutar	203,63	210,91	204,14	220,55	215,12	213,82	218,37	210,96	212,74	
	7	Uji kekuatan jahitan untuk tas kulit	502,12	512,23	540,41	502,41	517,97	544,31	498,63	536,86	518,37	
Packing	1	Pelipatan Handle	63,14	62,98	65,35	60,13	63,17	64,78	63,5	65,22	63,57	237,15
	2	Pengemasan label	58,36	49,59	58,17	52,14	58,52	46,33	52,2	55,37	53,45	
	3	pengemasan produk	52,39	54,6	52,5	50,29	58,4	52,68	54,24	53,54	54,01267	

### 5. John anglo type 5

**PRODUK JOHN ANGLO**

**KODE  
PRODUKSI**

**11405**

Stasiun Kerja	no. subjob	Elemen Kerja	Waktu proses (t) pengamatan ke-								WT	Total Waktu
			1	2	4	5	6	8	14	15		
Pemotongan	1	Pemotongan body depan	28,5	28,08	27,77	28,6	27,52	28,28	29,84	26,79	28,44	196,74
	2	Pemotongan body belakang	29,26	28,16	28,16	29,44	29,14	29,28	30,52	27,98	29,25	
	3	Pemotongan Tutup	24,74	25,16	23,25	23,29	23,06	24,99	22,81	23,73	23,70	
	4	Pemotongan saku luar	21	25,5	25,13	22,97	20,72	21,94	20,99	25,33	23,25	
	5	Pemotongan Kipas	12,33	12,86	11,56	12,03	13,31	12,87	13,1	11,28	12,78	
	6	Pemotongan Tepong	14,18	16,04	14,56	13,56	15,51	13,45	13,67	13,64	14,38	
Penyesetan	1	Penyesetan body depan	17,23	17,72	19,28	20,17	20,07	20,16	18,27	17,73	18,71	148,52
	2	Penyesetan body belakang	19,3	18,32	19,01	20,29	17,85	17,31	18,75	19,75	18,95	
	3	Penyesetan Tutup	17,02	17,14	17,59	19,9	20,83	20,56	20,14	17,67	18,79	
	4	Penyesetan saku luar	14,67	14,24	15,29	15,73	15,21	15,27	15,52	14,43	14,90	
	5	Penyesetan Kipas	15,15	14,01	14,32	14,6	15,53	13,7	14,77	15,27	14,76	
	6	Penyesetan Tepong	14,12	13,7	13,81	14,49	14,16	14,85	14,25	15,56	14,50	
Perakitan	1	Perakitan body belakang	20,7	22,06	18,75	22,29	20,95	21,62	20,14	22,89	21,38	431,21
	2	Penjahitan body belakang	21,59	19,61	18,67	22,25	20,38	21,91	22,54	20,57	21,43	
	3	Perakitan body belakang dengan saku luar	19,85	20,52	22,17	19,74	18,81	20,04	21,89	20,92	20,25	
	4	Penjahitan body belakang dengan saku luar	18,69	19,11	20,56	22,3	22	18,51	22,55	19,05	20,24	
	5	Perakitan body belakang dengan tutup	19,81	18,85	22,37	18,58	18,67	21,9	22,38	22,38	20,34	
	6	Penjahitan body belakang dengan tutup	19,58	21,37	21,57	22,83	20,82	22,12	19,03	19,39	20,51	
	7	perakitan tas dengan tepong	18,42	21,7	20,36	21,28	19,04	20,5	22,65	18,42	20,98	
	8	penjahitan tas dengan tepong	22,47	21,71	20,51	22,18	22,17	18,99	18,61	20,9	20,86	
	9	Perakitan rit pada kedua body tas	22,98	19,82	22,36	22,38	18,76	21,79	22,8	19,95	21,19	
	10	Penjahitan rit pada kedua body tas	18,81	21,5	22,56	19,01	20,94	18,92	22,76	22,03	20,88	

	11	Perakitan tas dengan handle	21,11	19,28	20,11	22,56	19,97	19,79	21,12	20,51	20,50	
	12	Penjahitan tas dengan handle	21,25	22,83	19,1	20,06	22,16	20,73	21,51	22,59	21,13	
	13	Penggabungan handle	22,82	21,87	20,17	19	18,95	20,15	20,63	21,8	20,49	
	14	Penjahitan akhir handle	21,2	22,94	20,08	21,3	18,5	21,99	22,18	18,74	21,01	
Make-Up	1	Pemasangan gantungan rit	31,67	30,87	32,16	28,51	29,45	30,45	28,74	32,18	30,68	561,37
	2	Pembersihan bagian dalam produk	200,44	204,72	165,77	179,41	198,03	176,58	186,25	183,16	182,44	
	3	Pembersihan bagian luar produk	181,88	165,17	182,14	193,89	165,08	161,87	174,44	160,3	171,89	
Inspect	1	Pengecekan	138,13	119,7	149,8	136,31	127,49	140,4	103,18	105,56	128,86	3809,12
	2	Penyamaan warna	314,26	303,6	309,35	313,26	307,83	339,99	343,73	343,91	321,42	
	3	Uji kekuatan jahitan untuk tas kulit	383,03	401,02	571,68	456,77	364,68	535,95	538,84	515,3	472,47	
	4	Ketahanan tahan luntur warna pada kulit	612,36	583,05	624,75	590,96	645,77	647,69	618,17	590,11	604,42	
	5	Uji beban	341,98	297,22	302,51	335,9	294,59	300,92	325,97	365,59	324,85	
	6	Uji ritsleting memutar	488,42	374,51	425,81	437,2	447,16	464,54	415,76	374,53	438,59	
	7	Uji kekuatan jahitan untuk tas kulit	502,12	512,23	540,41	502,41	517,97	544,31	498,63	536,86	518,37	
Packing	1	Pelipatan Handle	63,14	62,98	65,35	60,13	63,17	64,78	63,5	65,22	63,57	237,15
	2	Pengemasan label	58,36	49,59	58,17	52,14	58,52	46,33	52,2	55,37	53,45	
	3	pengemasan produk	52,39	54,6	52,5	50,29	58,4	52,68	54,24	53,54	54,01	

## 6. John anglo type 6

PRODUK JOHN ANGLO

KODE  
PRODUKSI

11406

Stasiun Kerja	no. subjob	Elemen Kerja	Waktu proses (t) pengamatan ke-								WT	Total Waktu
			1	2	4	5	6	8	14	15		
Pemotongan	1	Pemotongan body depan	26,59	28,99	28,23	29,57	27,47	27,72	27,44	29	28,59	197,82
	2	Pemotongan body belakang	30,43	30,74	28,65	30,75	28,08	29,28	27,64	28,57	29,39	

	3	Pemotongan Tutup	23,87	21,99	24,07	24,95	24,59	24,53	22,82	24,36	23,67	
	4	Pemotongan saku luar	20,9	20,41	25,63	22,56	23,91	23,87	22,47	20,29	22,94	
	5	Pemotongan Kipas	15,17	12,72	13,79	11,76	11,91	15,28	14,19	14,63	13,55	
	6	Pemotongan Tepong	16,86	12,73	13,22	15,4	14,4	14,43	13,57	13,75	14,39	
Penyesetan	1	Penyesetan body depan	19,2	19,65	19,73	20,28	16,74	17,74	19,02	19,76	19,41	149,32
	2	Penyesetan body belakang	20,94	18,48	17,89	17,58	18,82	17,34	20,44	17,43	18,26	
	3	Penyesetan Tutup	16,9	19,64	20,22	18,44	18,91	20,56	17,38	17,71	18,76	
	4	Penyesetan saku luar	15,71	14	13,96	14,4	14,68	14,44	15,1	14,12	14,83	
	5	Penyesetan Kipas	15,51	15,08	15,27	13,81	14,39	14,88	13,82	15,83	14,79	
	6	Penyesetan Tepong	14,08	15,31	14,01	15,15	15,13	15,66	15,59	14,31	15,11	
Perakitan	1	Perakitan body belakang	22,36	22,24	19,63	22,47	22,55	20,77	18,62	19,84	20,32	430,24
	2	Penjahitan body belakang	19,74	22,39	19,66	20,75	18,94	19,48	21,97	21,06	20,64	
	3	Perakitan body belakang dengan saku luar	22,01	19,42	21,58	18,6	21,03	21,2	21,45	20,38	20,67	
	4	Penjahitan body belakang dengan saku luar	22,04	21,77	20,52	19,48	19,49	20,26	19,22	21,17	20,68	
	5	Perakitan body belakang dengan tutup	18,93	19,26	19,7	22,69	21,6	19,49	20,78	19,24	20,49	
	6	Penjahitan body belakang dengan tutup	22,46	19	20,1	22,72	18,82	21,22	22,94	22,33	20,85	
	7	perakitan tas dengan tepong	19,64	22,48	22,01	20,37	22,04	22,68	20,28	20,11	21,10	
	8	penjahitan tas dengan tepong	18,99	20,76	22,94	20,19	19,15	22,54	20,25	20,83	21,14	
	9	Perakitan rit pada kedua body tas	19,44	18,95	19,19	21,39	18,92	20,4	19,86	22,72	20,26	
	10	Penjahitan rit pada kedua body tas	21,51	20,76	21,5	22,25	20,24	18,54	20,74	19,19	20,53	
	11	Perakitan tas dengan handle	19,96	21,94	21,41	20,44	20,37	19,26	22,2	20,89	20,68	
	12	Penjahitan tas dengan handle	20,98	22,23	18,73	18,69	21,99	22,67	20,81	22,85	21,24	
	13	Penggabungan handle	22,47	18,73	19,18	22,41	19,13	18,9	21,87	20,23	20,84	
	14	Penjahitan akhir handle	20,39	18,91	22,31	22,41	18,54	22,7	20,5	21,15	21,07	
Make-Up	1	Pemasangan gantungan rit	28,68	31,37	32,33	28,45	31,04	30,27	29,2	31,46	30,22	584,11
	2	Pembersihan bagian dalam produk	164,77	192,49	206,69	176,53	169,51	176,82	159,71	203,93	185,34	
	3	Pembersihan bagian luar produk	192,94	171,41	177,27	200,93	162,33	193,02	158,57	202,25	185,04	
Inspect	1	Pengecekan	118,04	179,67	108,95	114,86	159,81	150,45	122,83	114,76	138,08	3910,70

	2	Penyamaan warna	206,81	158,24	129,86	179,24	189,71	133,36	154,5	156,24	173,83	
	3	Uji kekuatan jahitan untuk tas kulit	383,03	401,02	571,68	456,77	364,68	535,95	538,84	515,3	472,47	
	4	Ketahanan tahan luntur warna pada kulit	612,36	583,05	624,75	590,96	645,77	647,69	618,17	590,11	604,42	
	5	Uji beban	341,98	297,22	302,51	335,9	294,59	300,92	325,97	365,59	324,85	
	6	Uji ritsleting memutar	488,42	374,51	425,81	437,2	447,16	464,54	415,76	374,53	438,59	
	7	Uji kekuatan jahitan untuk tas kulit	502,12	512,23	540,41	502,41	517,97	544,31	498,63	536,86	518,37	
Packing	1	Pelipatan Handle	63,14	62,98	65,35	60,13	63,17	64,78	63,5	65,22	63,57	237,15
	2	Pengemasan label	58,36	49,59	58,17	52,14	58,52	46,33	52,2	55,37	53,45	
	3	pengemasan produk	52,39	54,6	52,5	50,29	58,4	52,68	54,24	53,54	54,01	

**LAMPIRAN 3**  
**DOKUMENTASI PENELITIAN**



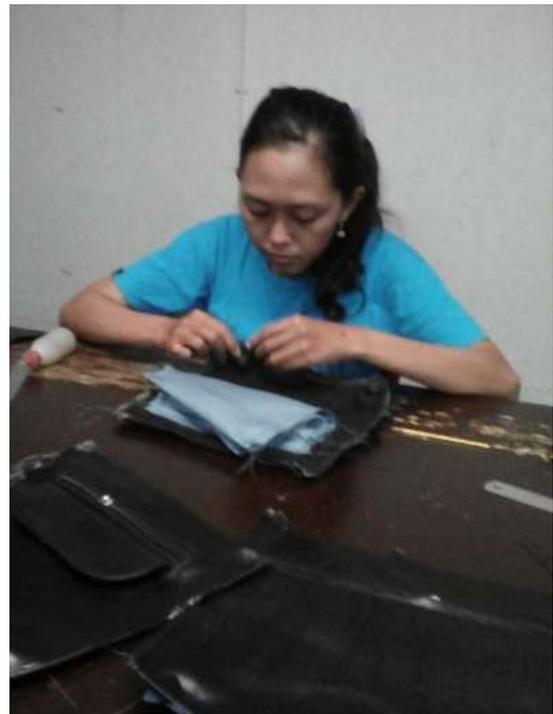
**Proses pemotongan**



**Proses penyesetan**



**Proses penjahitan**



**Proses perakitan**



**Proses pembersihan tas**



**Proses *packing***



**Tempat bahan baku kulit**



**Tempat bahan pelengkap**



**Tempat penyimpanan produk jadi**



**Stasiun kerja pemotongan (M1)**



**Stasiun kerja penyesetan (M2)**



**Stasiun kerja perakitan (M3)**



**Stasiun kerja make up, inspect dan packing (M4, M5, M6)**



*Ashadewi duffel*



*Ashadewi L*



*Jhon anglo*



*Canvas Man*



## LAMPIRAN 4 GANTT CHART KONDISI AKTUAL

