

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai proses pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian. Data yang telah diperoleh kemudian diolah berdasarkan penjelasan sesuai dengan metode penelitian pada bab sebelumnya.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Berikut ini merupakan penjelasan tentang gambaran umum dari CV. Subur Makmur yang berupa sejarah usaha, visi dan misi, stuktur organisasi serta proses operasi yang dijalankan oleh usaha ini.

4.1.1 Profil Perusahaan

Istana Bordir Malang atau CV. Subur Makmur merupakan perusahaan yang berdiri di salah satu pusat kerajinan Bordir yang cukup terkenal di masyarakat atau wisatawan. Istana Bordir berlokasi di Jalan Raya Pakis No 69 Kec. Pakis, Kab. Malang yang dinamakan Istana Bordir. Keindahan pakaian muslim dan bordir menjadi bagian menyatu dari bordir produksi Istana Bordir. Istana Bordir selalu dipadati konsumen, terutama saat menjelang Lebaran. Istana Bordir merupakan perusahaan yang memproduksi berbagai jenis produk siap pakai, seperti: kebaya, mukena, bordir pakaian wanita, baju pria, ada juga beberapa batik di Istana Bordir Malang.

Istana Bordir ini didirikan sejak tahun 1985 oleh Ibu Hj. Suningsih, dan sekarang sudah berkembang pesat. Meskipun tidak menyebutkan angka secara pasti, Istana Bordir ini bisa menjual produk bordirnya sampai ratusan buah setiap harinya. Pemesananpun terus mengalir dari beberapa daerah di Indonesia. Semua produk bordir yang ditawarkan merupakan desain dan produksi dari Istana Bordir sendiri. Sehingga memiliki ciri khas tersendiri yang mungkin tidak ditemukan di daerah atau tempat kerajinan batik yang lain.

Bahkan demi memanjakan dan membuat konsumennya senang dengan produknya, Istana Bordir berani mengeluarkan produk bordir dengan bordiran dan warna khusus. Warna yang berani dan mencolok, tidak seperti produk bordir yang dijual di pasaran khususnya kebaya. Sehingga menghilangkan kesan tua seperti anggapan masyarakat selama ini bahwa bordir identik dengan kalangan sepuh/tua.

Istana Bordir juga memproduksi pakaian yang bordirannya dibuat terbatas, sehingga harganya bisa mencapai jutaan rupiah. Meskipun Istana Bordir tidak pernah melakukan promosi berlebihan, namun dengan mengandalkan kualitas dan pelayanan yang begitu maksimal, produk Istana Bordir Malang ini mampu menembus pasar Internasional. Istana Bordir Malang memproduksi bordir manual yang dikerjakan oleh tangan-tangan yang terampil dibidangnya dan bordir yang berbasis komputer dengan kualitas terbaik dibidangnya yang menghasilkan bordiran yang lebih rapih meskipun dalam jumlah banyak, dan lebih efisiensi dalam waktu pengerjaan.

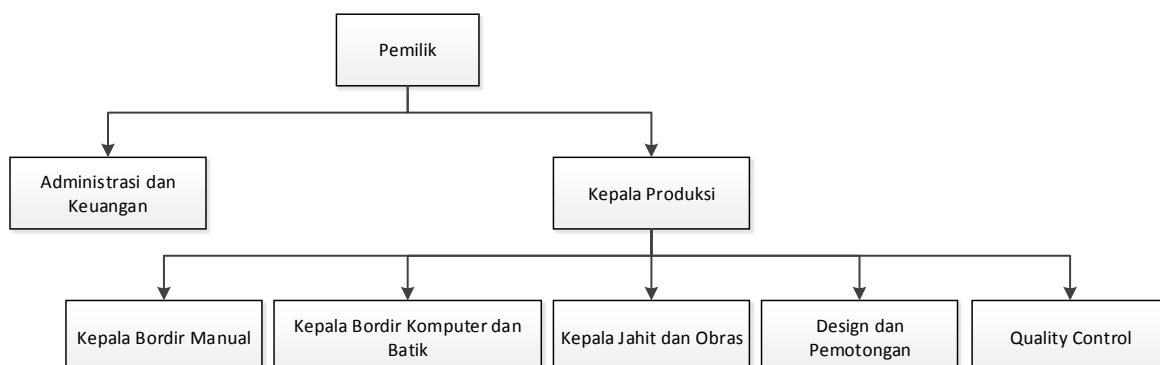
4.1.2 Visi dan Misi

CV. Subur Makmur dalam menjalankan usahanya memiliki visi menjadi perusahaan terdepan dalam menyediakan pakaian sesuai keinginan konsumen. Untuk mencapai visi tersebut, CV. Subur Makmur memiliki misi sebagai berikut.

1. Menghasilkan produk dengan keluaran terbaik.
2. Inovasi *design* secara terus menerus untuk memenuhi keinginan konsumen.

4.1.3 Stuktur Organisasi

Stuktur organisasi merupakan hubungan yang menggambarkan posisi serta bagian yang terdapat dalam sebuah organisasi ataupun perusahaan dalam menjalankan segala bentuk kegiatan operasional demi mencapai tujuan yang diharapkan. Penyusunan stuktur organisasi ini sangat penting baik itu untuk organisasi atau perusahaan skala kecil maupun besar dalam mencapai tujuannya. Stuktur organisasi harus secara jelas menggambarkan hubungan antara satu dengan yang lain serta tugas, wewenang dan tanggungjawab sesuai bidang. Pada Gambar 4.1 merupakan stuktur organisasi yang pada CV. Subur Makmur dalam menjalankan kegiatan usahanya.



Gambar 4.1 Stuktur organisasi CV. Subur Makmur

Berdasarkan Gambar 4.1, berikut ini merupakan penjelasan masing-masing tugas dari posisi dalam stuktur organisasi CV. Subur Makmur:

1. Pemilik

Pemilik merupakan pemegang kekuasaan tertinggi pada CV. Subur Makmur. Pemilik mempunyai wewenang untuk memimpin, mengkoordinasikan, mengendalikan dan bertanggung jawab terhadap semua aktivitas yang terjadi dalam perusahaan.

2. Administrasi dan Keuangan

Administrasi dan Keuangan memiliki tanggung jawab untuk melakukan pencatatan dan pembukuan semua bentuk transaksi yang disertai bukti penjualan, mengatur arus uang yang keluar dan masuk serta membuat laporan keuangan.

3. Kepala Produksi

Kepala produksi bertanggung jawab terhadap seluruh aktivitas yang sedang berjalan dan berkoordinasi dengan bagian yang berada dibawahnya mengenai produk yang diproduksi.

4. Kepala Bordir Manual

Kepala Bordir Manual bertanggung jawab terhadap seluruh aktivitas yang sedang berjalan pada proses produksi bordir manual, melakukan pengawasan serta bertanggung jawab terhadap kepala produksi.

5. Kepala Bordir Komputer dan Batik

Kepala Bordir Komputer dan Batik bertanggung jawab terhadap seluruh aktivitas yang sedang berjalan pada proses produksi bordir komputer dan pembuatan batik, melakukan pengawasan serta bertanggung jawab terhadap kepala produksi.

6. Kepala Jahit dan Obras

Kepala Jahit bertanggung jawab terhadap seluruh aktivitas yang sedang berjalan pada proses penjahitan dan pengobrasan, melakukan pengawasan serta bertanggung jawab terhadap kepala produksi.

7. Design dan Pematangan

Design bertanggung jawab dalam proses pembuatan pola yang digunakan dalam menghasilkan produk serta bertanggung jawab terhadap kepala produksi. Desain akan dilanjutkan ke pematangan, desain dan ukuran akan disesuaikan saat pematangan kain.

8. *Quality Control*

Quality Control bertanggung jawab dalam proses pengawasan dan pengecekan terhadap hasil akhir dari tiap produksi sebelum produk dikeluarkan.

4.1.4 Proses Produksi CV. Subur Makmur

Proses produksi CV. Subur Makmur melalui beberapa tahap, dan untuk semua produk melalui tahap yang sama. Adapun tahapan prosesnya adalah sebagai berikut.

1. Proses Potong

Pada proses ini, kain bahan akan dipotong berdasarkan ukuran dari masing-masing produk. Setiap produk memiliki ukuran yang berbeda-beda, sehingga waktu prosesnya pun berbeda. Kain yang dipotong disesuaikan dengan pesanan yang diterima oleh perusahaan.

2. Proses Bordir

Kain hasil potongan selanjutnya dikumpulkan sesuai produk yang akan dikerjakan. Pada proses ini, mesin bordir telah disiapkan desain bordir yang akan dikerjakan. Desain bordir ini sudah disiapkan sebelumnya, karena mesin bordir pada perusahaan ini akan memproses sesuai dengan desain yang disiapkan. Kain yang akan dibordir akan ditata pada mesin bordir, setelah semua potongan kain disiapkan maka proses bordir akan dimulai. Operator hanya mengawasi jalannya proses bordir sampai selesai. Lamanya waktu bordir sesuai dengan desain yang dikerjakan. Hasil bordir sesuai dengan kapasitas mesin, ada 3 jenis mesin yaitu mesin bordir kepala 12 yang artinya sekali bordir menghasilkan 12 potong hasil bordir. Kemudian mesin bordir kepala 15 yang menghasilkan 15 potong bordir, dan mesin bordir kepala 20 yang menghasilkan hasil bordir sebanyak 20 potong. Setelah proses bordir selesai, maka akan dikumpulkan berdasarkan jenis produk dan dilanjutkan untuk dijahit.

3. Proses Jahit

Potongan kain yang telah dibordir akan dijahit. Proses jahit dari potongan ini sesuai dengan produk yang dikerjakan. Jumlah potongan dari setiap produk berbeda-beda, ada yang 1 potong, 2 potong dan seterusnya. Proses jahit dikerjakan pada mesin yang berbeda-beda oleh masing-masing operator. Lama proses jahit sesuai dengan jenis produk yang dikerjakan. Pada proses ini, produk yang dikerjakan sudah terlihat karena potongan-potongan kain sudah digabungkan, selanjutnya adalah *finishing*.

4. Proses Obras

Produk jadi yang sudah selesai dijahit kemudian dilanjutkan ke proses obras. Pada proses ini, produk akan dilihat kerapian dari jahitan. Operator pada proses ini akan memotong sisa-sisa benang hasil jahitan. Waktu yang diperlukan untuk proses ini cukup singkat dibandingkan proses lainnya. Setelah proses ini maka produk jadi siap dikirimkan kepada konsumen

4.2 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dijelaskan mengenai pengumpulan data dalam penelitian ini. Data yang dibutuhkan yaitu jumlah pesanan, kapasitas mesin, dan waktu proses produksi untuk kemudian dilakukan pengolahan.

4.2.1 Jumlah Pesanan

Pesanan yang masuk ke CV. Subur Makmur bermacam-macam mulai dari jumlah dan jenisnya. Pada Tabel 4.1 menunjukkan jumlah pesanan yang terjadi selama bulan Desember 2016. Pesanan Mukena Terusan dan Mukena Kuncup pada tanggal 17 dan 22 Desember ditolak karena terjadi penumpukan di lantai produksi.

Tabel 4.1

Jumlah Pesanan CV. Subur Makmur pada Bulan Desember 2016.

No	Tanggal Pesanan	Jenis Pesanan	Jumlah Pesanan	Ekspektasi Penyelesaian
1	6 Desember 2016	Mukena Potongan	50	17 Januari 2017
2	8 Desember 2016	Mukena Terusan	60	19 Januari 2017
3	10 Desember 2016	Mukena Sadariah	35	16 Januari 2017
4	12 Desember 2016	Mukena Seruni	50	19 Januari 2017
5	15 Desember 2016	Mukena Tersanjung	100	26 Januari 2017
6	17 Desember 2016	Mukena Terusan	40	-
7	19 Desember 2016	Mukena Melati	150	2 Februari 2017
8	21 Desember 2016	Mukena Bunga	20	20 Januari 2017
9	22 Desember 2016	Mukena Kuncup	30	-
10	23 Desember 2016	Baju Koko	20	21 Januari 2017
11	27 Desember 2016	Kebaya	15	20 Januari 2017

4.2.2 Jumlah dan Kapasitas Mesin

Pesanan yang masuk ke CV. Subur Makmur akan melalui proses potong, bordir, jahit, dan obras. Jumlah pengerjaan produk sesuai dengan jumlah pesanan dan dikerjakan sesuai dengan kapasitas mesin. Tabel 4.2 di bawah ini menunjukkan jumlah dari masing-masing mesin dan kapasitasnya. Pada mesin bordir memiliki kapasitas yang berbeda beda, yaitu 12 unit, 15 unit, dan 20 unit untuk sekali proses bordir

Tabel 4.2

Jumlah dan Kapasitas Mesin

No	Mesin	Jumlah	Kapasitas (unit)
1	Mesin Potong	3	1
2	Mesin Bordir Kepala 12	3	12
	Mesin Bordir Kepala 15	1	15
	Mesin Bordir Kepala 20	1	20
3	Mesin Jahit	9	1
4	Mesin Obras	5	1

4.2.3 Waktu Proses Produksi

Waktu produksi pada setiap mesin berbeda-beda sesuai dengan jenis produk yang dikerjakan. Tabel 4.3 di bawah ini menunjukkan waktu dari masing-masing proses dengan waktu *setup* yang sudah termasuk dalam waktu proses setiap tahap. Untuk waktu proses yang melebihi jam kerja akan dilanjutkan pada hari berikutnya.

Tabel 4.3

Waktu Proses Produksi

No	Produk	Potong(min)	Bordir(min)	Jahit(min)	Obras(min)
1	Mukena Terusan	15	600	30	10
2	Mukena Potongan	8	720	15	5
3	Mukena Sadariah	8	900	15	5
4	Mukena Seruni	8	780	15	5
5	Mukena Tersanjung	8	840	15	5
6	Mukena Melati	8	600	15	5
7	Mukena Bunga	8	600	15	5
8	Baju Koko	10	480	20	7
9	Kebaya	5	360	10	5

4.3 Pengolahan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengolahan berdasarkan data yang telah diperoleh pada tahapan sebelumnya. Pengolahan data diawali dengan melakukan perhitungan nilai total *tardiness* sesuai dengan kondisi perusahaan saat ini. Kemudian akan dilanjutkan dengan melakukan penjadwalan dengan aturan *Earliest Due Date*. Hasil dari penjadwalan dengan aturan *Earliest Due Date* akan dijadikan *input* pada pengolahan data dengan perancangan algoritma pada *software* MATLAB dengan kondisi perusahaan.

4.3.1 Penjadwalan *Existing* Perusahaan

Langkah-langkah penjadwalan *existing* Istana Bordir dengan menggunakan aturan *First Come First Serve* adalah sebagai berikut.

1. Pemotongan Kain

Langkah awal yang dilakukan sebelum pemotongan kain adalah mengurutkan pesanan sesuai dengan kedatangan pesanan. Kemudian kain akan disiapkan untuk dialokasikan ke masing-masing mesin yang tersedia. Mesin potong yang tersedia berjumlah 3 mesin. Pesanan yang pertama akan dialokasikan ke Mesin Potong 1, pesanan kedua akan dialokasikan ke Mesin Potong 2, pesanan ketiga dialokasikan ke mesin potong 3. Untuk pesanan ke 4, harus menunggu mesin pemotong yang lebih dahulu selesai mengerjakan pesanan sebelumnya kemudian pesanan ke 4 akan diproses. Begitu

selanjutnya sampai pesanan terakhir. Tabel 4.4 menunjukkan jenis pesanan, jumlah pesanan, pengalokasian mesin dan waktu penyelesaian pada proses pemotongan kain.

Tabel 4.4
Proses Pemotongan Kain

Pesanan	Job	Mesin	Mulai	Waktu/ <i>pcs</i> (<i>min</i>)	Pesanan	Selesai (Ci)
Potongan	1	1	0	15	50	750
Terusan	2	2	0	8	60	480
Sadariah	3	3	0	8	35	280
Seruni	4	3	280	8	50	680
Tersanjung	5	2	480	8	100	1280
Melati	6	3	680	8	150	1880
Bunga	7	1	750	8	20	910
Koko	8	1	910	10	20	1110
Kebaya	9	1	1110	5	15	1185

$$\begin{aligned}
 C(\text{potongan}) &= \text{waktu mulai} + (\text{waktu}/\text{pcs} \times \text{jumlah pesanan}) \\
 &= 0 + (15 \times 50) \\
 &= 750 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C(\text{seruni}) &= \text{waktu mulai} + (\text{waktu}/\text{pcs} \times \text{jumlah pesanan}) \\
 &= 280 + (8 \times 50) \\
 &= 680 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

2. Proses Bordir

Kain yang telah selesai dipotong, kemudian masuk ke proses bordir. Jumlah mesin bordir yang tersedia berjumlah 5 mesin, yaitu 3 buah mesin dengan kapasitas 12 unit unit produk per sekali proses, 1 buah mesin dengan kapasitas 15 unit produk per sekali proses, dan 1 buah mesin dengan kapasitas 20 unit produk per sekali proses. Proses bordir akan dilakukan ketika jumlah kain yang akan diproses sudah memenuhi kapasitas mesin tersebut. Kain yang sudah terkumpul sejumlah 12 akan dikerjakan oleh mesin dengan kapasitas 12 unit, hal serupa juga berlaku pada mesin kapasitas 12 unit lainnya. Jika mesin dengan kapasitas 12 unit telah teralokasikan, kemudian kain dikumpulkan sejumlah 15 dan 20 untuk dialokasikan ke mesin kapasitas 15 unit dan mesin kapasitas 20 unit. Jika semua mesin bordir sudah teralokasikan, maka kain dari proses pemotongan harus menunggu sejumlah kapasitas mesin bordir yang lebih dahulu menyelesaikan proses bordir yang sebelumnya. Tabel 4.5 menunjukkan proses pemilihan mesin bordir dan waktu penyelesaian pada proses bordir.

Tabel 4.5
Proses Bordir

Pesanan	Mesin	Mulai	Waktu/ <i>pcs</i> (m)	Pesanan	Selesai(<i>C_i</i>)
Potongan	kpl12	180	600	50	3180
Terusan	kpl12	96	720	60	3696
Sadariah	kpl12	96	900	35	2796
Seruni	kpl15	400	780	50	3520
Tersanjung	kpl20	640	840	100	4840
Melati	kpl12	2796	600	150	10596
Bunga	kpl12	3180	600	20	4380
Koko	kpl15	3520	480	20	4480
Kebaya	kpl12	3696	360	15	4416

$$\begin{aligned}
 C(\text{potongan}) &= \text{waktu mulai} + (\text{waktu}/\text{pcs} \times (\text{jumlah pesanan}/\text{kapasitas mesin})) \\
 &= 180 + (600 \times 5) \\
 &= 3180 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C(\text{melati}) &= \text{waktu mulai} + (\text{waktu}/\text{pcs} \times (\text{jumlah pesanan}/\text{kapasitas mesin})) \\
 &= 2796 + (600 \times 13) \\
 &= 10596 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

3. Proses Jahit

Pada proses jahit, ada 9 mesin jahit yang tersedia. Proses ini akan menggabungkan kain-kain yang telah selesai dibordir. Setiap pesanan akan diproses pada satu mesin, sehingga setiap penyelesaian bordir akan diproses di mesin yang sama untuk satu pesanan. Mesin jahit akan memproses sejumlah kapasitas mesin bordir yang telah menyelesaikan kain bordir. Sehingga sekali proses jahit akan menjahit sebanyak 12, 15, dan 20 kain bordir. Begitu selanjutnya sampai satu pesanan selesai dikerjakan pada setiap mesin. Untuk satu pesanan akan dikerjakan pada satu mesin jahit. Tabel 4.6 menunjukkan jenis pesanan, jumlah pesanan, pengalokasian mesin dan waktu penyelesaian pada proses jahit.

Tabel 4.6
Proses Jahit

Pesanan	Mesin	Mulai	Waktu/ <i>pcs</i> (m)	Pesanan	Selesai(<i>C_i</i>)
Potongan	1	780	30	50	3240
Terusan	2	816	15	60	3876
Sadariah	3	996	15	35	2961
Seruni	4	1180	15	50	3595
Tersanjung	5	1480	15	100	5140
Melati	6	3396	15	150	10686
Bunga	7	3780	15	20	4500
Koko	8	4000	20	20	4580
Kebaya	9	4056	10	15	4446

$$\begin{aligned}
 C(\text{potongan}) &= C_i \text{ bordir} + (\text{waktu}/\text{pcs} \times \text{sisa bordir}) \\
 &= 3180 + (30 \times 2) \\
 &= 3240 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C(\text{melati}) &= C_i \text{ bordir} + (\text{waktu}/\text{pcs} \times \text{sisa bordir}) \\
 &= 10596 + (15 \times 6) \\
 &= 10686 \text{ menit Proses Obras}
 \end{aligned}$$

4. Proses Obras

Pada proses ini, jumlah mesin yang tersedia adalah 5 mesin. Proses ini merapikan kain-kain yang selesai digabungkan. Proses ini juga melakukan pemasangan karet pada mukena. Satu mesin obras akan mengerjakan pesanan sampai jumlah pesanan selesai dikerjakan. Proses ini bisa dimulai setelah 1 produk selesai dijahit. Urutan pengerjaan pesanan sesuai dengan kedatangan pesanan, kemudian untuk pesanan ke 6 akan menunggu mesin obras yang telah menyelesaikan pesanan. Tabel 4.7 menunjukkan jenis pesanan, jumlah pesanan, pengalokasian mesin dan waktu penyelesaian pada proses obras.

Tabel 4.7
Proses Obras

Proses Obras	Mesin	Mulai	Waktu/ <i>pcs</i> (m)	Pesanan	Selesai
Potongan	1	810	10	50	3260
Terusan	2	831	5	60	3936
Sadariah	3	1011	5	35	3016
Seruni	4	1195	5	50	3620
Tersanjung	5	1495	5	100	5240
Melati	3	3016	5	150	10716
Bunga	1	3260	5	20	4525
Koko	4	3620	7	20	4636
Kebaya	2	3936	5	15	4521

$$\begin{aligned}
 C(\text{potongan}) &= C_i \text{ jahit} + (\text{waktu}/\text{pcs} \times \text{sisa jahit}) \\
 &= 3240 + (10 \times 2) \\
 &= 3260 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C(\text{melati}) &= C_i \text{ jahit} + (\text{waktu}/\text{pcs} \times \text{sisa bordir}) \\
 &= 10686 + (5 \times 6) \\
 &= 10716 \text{ menit Proses Obras}
 \end{aligned}$$

5. Perhitungan total *Tardiness*.

Nilai *tardiness* didapatkan dari selisih antara realisasi dengan ekspektasi penyelesaian. Tabel 4.8 menunjukkan jumlah pesanan, ekspektasi penyelesaian dari pesanan dan realisasi penyelesaian pesanan.

Tabel 4.8
Ekspektasi dan Realisasi Penyelesaian Pesanan *Existing* Perusahaan

Job	Jenis Pesanan	Jumlah Pesanan	Ekspektasi (d_i)	Realisasi (c_i)	Keterangan
1	Mukena Potongan	50	8	8	Tidak terlambat
2	Mukena Terusan	60	10	10	Tidak terlambat
3	Mukena Sadariah	35	7	8	Terlambat
4	Mukena Seruni	50	10	9	Tidak terlambat
5	Mukena Tersanjung	100	16	13	Tidak terlambat
6	Mukena Melati	150	22	26	Terlambat
7	Mukena Bunga	20	11	11	Tidak terlambat
8	Baju Koko	20	12	11	Tidak terlambat
9	Kebaya	15	11	11	Tidak terlambat

$$\begin{aligned}
 \Sigma T &= \sum_{i=1}^n (c_i - d_i) \\
 &= (c_1 - d_1) + (c_2 - d_2) + (c_3 - d_3) + (c_4 - d_4) + (c_5 - d_5) + (c_6 - d_6) + (c_7 - d_7) \\
 &\quad + (c_8 - d_8) + (c_9 - d_9) \\
 &= (8 - 8) + (10 - 10) + (8 - 7) + (9 - 10) + (13 - 16) + (26 - 22) + (11 - 11) + (11 - 12) \\
 &\quad + (11 - 11) \\
 &= 5 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

4.3.2 Penjadwalan Produksi dengan aturan *Earliest Due Date*

Pada tahap ini, *due date* dipertimbangkan dalam penentuan urutan pengerjaan *job*. Semua kemungkinan urutan *job* dari *due date* dikerjakan dalam pengolahan data ini. Di bawah ini adalah contoh pengerjaan urutan *job* 3-1-2-4-9-7-8-5-6. Untuk urutan lain dapat dilihat di Lampiran 1. Langkah-langkah penjadwalan dengan aturan *Earliest Due Date* di Istana Bordir adalah sebagai berikut.

1. Pemotongan Kain

Langkah awal yang dilakukan sebelum pemotongan kain adalah mengurutkan pesanan sesuai dengan tenggat waktu. Kemudian kain akan disiapkan untuk dialokasikan ke masing-masing mesin yang tersedia. Pengerjaan pesanan pada proses ini sesuai dengan urutan tenggat waktu paling awal. Mesin potong yang tersedia berjumlah 3 mesin. Pesanan yang pertama akan dialokasikan ke Mesin Potong 1, pesanan kedua akan dialokasikan ke Mesin Potong 2, pesanan ketiga dialokasikan ke Mesin Potong 3. Untuk pesanan ke 4, harus menunggu mesin pemotong yang lebih dahulu selesai mengerjakan pesanan sebelumnya kemudian pesanan ke 4 akan diproses. Begitu selanjutnya sampai

pesanan dengan tenggat waktu terakhir. Tabel 4.9 menunjukkan jenis pesanan, jumlah pesanan, pengalokasian mesin dan waktu penyelesaian pada proses pemotongan kain.

Tabel 4.9

Proses Pemotongan Kain

Pesanan	<i>job</i>	mesin	Mulai	Waktu/ <i>pcs</i> (m)	Pesanan	Selesai
Sadariah	3	1	0	8	35	280
Potongan	1	2	0	15	50	750
Terusan	2	3	0	8	60	480
Seruni	4	1	280	8	50	680
Kebaya	9	3	480	5	15	555
Bunga	7	3	555	8	20	715
Koko	8	1	680	10	20	880
Tersanjung	5	3	715	8	100	1515
Melati	6	2	750	8	150	1950

$$\begin{aligned}
 C(\text{sadariah}) &= \text{waktu mulai} + (\text{waktu}/\text{pcs} \times \text{jumlah pesanan}) \\
 &= 0 + (8 \times 35) \\
 &= 280 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C(\text{seruni}) &= \text{waktu mulai} + (\text{waktu}/\text{pcs} \times \text{jumlah pesanan}) \\
 &= 280 + (8 \times 50) \\
 &= 680 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

2. Proses Bordir

Kain yang telah selesai dipotong, kemudian masuk ke proses bordir. Jumlah mesin bordir yang tersedia berjumlah 5 mesin, yaitu 3 buah mesin dengan kapasitas 12 unit produk per sekali proses, 1 buah mesin dengan kapasitas 15 unit produk per sekali proses, dan 1 buah mesin dengan kapasitas 20 unit produk per sekali proses. Proses bordir akan dilakukan ketika jumlah kain yang akan diproses sudah memenuhi kapasitas mesin tersebut. Kain yang sudah terkumpul sejumlah 12 akan dikerjakan oleh mesin dengan kapasitas 12 unit, hal serupa juga berlaku pada mesin kapasitas 15 unit lainnya. Pengerjaan pesanan pada mesin bordir sesuai dengan urutan tenggat waktu paling awal. Untuk pemilihan mesin pada proses ini, setiap pesanan akan dihitung terlebih dahulu waktu penyelesaiannya pada mesin kapasitas 12 unit, 15 unit, dan 20 unit. Waktu penyelesaian pesanan yang tercepat akan dipilih untuk mengalokasikan pesanan pertama ke mesin bordir. Jika semua mesin bordir sudah teralokasikan, maka kain dari proses pemotongan harus menunggu mesin bordir yang lebih dahulu menyelesaikan proses bordir yang sebelumnya. Tabel 4.10 menunjukkan pemilihan mesin berdasarkan waktu penyelesaian paling cepat. Untuk jenis pesanan, jumlah pesanan, pengalokasian mesin dan waktu penyelesaian pada proses pemilihan mesin ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.10
Proses Pemilihan Mesin Bordir

Pesanan	kepala	mulai	Waktu/proses(m)	Pesanan	selesai
Sadariah	12	96	900	35	2796
	15	120	900	35	2820
	20	160	900	35	1960
Potongan	12	180	600	50	3180
	15	225	600	50	2625
	20	1960	600	50	3760
Terusan	12	96	720	60	3696
	15	2625	720	60	5505
	20	1960	720	60	4120
Seruni	12	376	780	50	4276
	15	2625	780	50	5745
	20	1960	780	50	4300
Kebaya	12	540	360	15	1260
	15	2625	360	15	2985
	20	1960	360	15	2320
Bunga	12	1260	600	20	2460
	15	2625	600	20	3825
	20	1960	600	20	2560
Koko	12	2460	480	20	3420
	15	2625	480	20	3585
	20	1960	480	20	2440
Tersanjung	12	3420	840	100	10980
	15	2625	840	100	8505
	20	1960	840	100	6160
Melati	12	3420	600	150	11220
	15	2625	600	150	8625
	20	6160	600	150	10960

Mesin 1 bordir kepala 12
 Mesin 2 bordir kepala 12
 Mesin 3 bordir kepala 12

$$C(\text{sadariah}) = \text{Min} [\text{kpl12}, \text{kpl15}, \text{kpl20}]$$

$$\begin{aligned} \text{kpl12} &= \text{waktu mulai} + (\text{waktu}/\text{pcs} \times (\text{jumlah pesanan}/\text{kapasitas mesin})) \\ &= 196 + (900 \times 3) \\ &= 2796 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kpl15} &= \text{waktu mulai} + (\text{waktu}/\text{pcs} \times (\text{jumlah pesanan}/\text{kapasitas mesin})) \\ &= 120 + (900 \times 3) \\ &= 2820 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kpl20} &= \text{waktu mulai} + (\text{waktu}/\text{pcs} \times (\text{jumlah pesanan}/\text{kapasitas mesin})) \\ &= 160 + (900 \times 2) \\ &= 1960 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.11
Proses Bordir

Pesanan	Mesin	Mulai	Waktu/ <i>pcs</i> (m)	Pesanan	Selesai
Sadariah	kpl20	160	900	35	1960
Potongan	kpl15	225	600	50	2625
Terusan	kpl12	96	720	60	3696
Seruni	kpl12	376	780	50	4276
Kebaya	kpl12	460	360	15	1180
Bunga	kpl12	1260	600	20	2460
Koko	kpl12	2460	480	20	3420
Tersanjung	kpl20	1960	840	100	6160
Melati	kpl15	2625	600	150	8625

3. Proses Jahit

Pada proses jahit, ada 9 mesin jahit yang tersedia. Setiap pesanan diproses pada satu mesin, sehingga setiap penyelesaian bordir diproses di mesin yang sama untuk satu pesanan. Mesin jahit memproses sejumlah kapasitas mesin bordir yang telah menyelesaikan kain bordir. Sehingga sekali proses jahit akan menjahit sebanyak 12, 15, atau 20 kain bordir. Begitu selanjutnya sampai satu pesanan selesai dikerjakan pada setiap mesin. Jika jumlah pesanan lebih dari jumlah mesin jahit yang tersedia, maka pesanan ke 10 masuk ke mesin jahit yang telah menyelesaikan satu pesanan. Tabel 4.12 menunjukkan jenis pesanan, jumlah pesanan, pengalokasian mesin dan waktu penyelesaian pada proses jahit.

Tabel 4.12
Proses Jahit

Pesanan	Mesin	Mulai	Waktu/ <i>pcs</i> (m)	Pesanan	Selesai
Sadariah	1	1060	15	35	2185
Potongan	2	825	30	50	2775
Terusan	3	816	15	60	3876
Seruni	4	1156	15	50	4306
Kebaya	5	820	10	15	1210
Bunga	6	1860	15	20	2580
Koko	7	2940	20	20	3580
Tersanjung	8	2800	15	100	6460
Melati	9	3225	15	150	8850

$$\begin{aligned}
 C(\text{sadariah}) &= C_i \text{ bordir} + (\text{waktu}/\text{pcs} \times \text{sisas bordir}) \\
 &= 1960 + (15 \times 15) \\
 &= 2185 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C(\text{melati}) &= C_i \text{ bordir} + (\text{waktu}/\text{pcs} \times \text{sisas bordir}) \\
 &= 8625 + (15 \times 15) \\
 &= 8850 \text{ menit Proses Obras}
 \end{aligned}$$

4. Proses Obras

Pada proses ini, jumlah mesin yang tersedia adalah 5 mesin. Proses ini merapikan kain-kain yang selesai digabungkan. Proses ini juga melakukan pemasangan karet pada mukena. Satu mesin obras mengerjakan pesanan sampai jumlah pesanan selesai dikerjakan. Proses ini bisa dimulai setelah 1 produk selesai dijahit. Urutan pengerjaan pesanan sesuai dengan waktu tenggat pesanan, kemudian untuk pesanan ke 6 menunggu mesin obras yang telah menyelesaikan pesanan. Tabel 4.13 menunjukkan jenis pesanan, jumlah pesanan, pengalokasian mesin dan waktu penyelesaian pada proses obras.

Tabel 4.13
Proses Obras

Pesanan	Mesin	Mulai	Waktu/ <i>pcs</i> (m)	Pesanan	Selesai
Sadariah	1	1075	5	35	2260
Potongan	2	855	10	50	2825
Terusan	3	831	5	60	3936
Seruni	4	1171	5	50	4316
Kebaya	5	830	5	15	1225
Bunga	5	1225	5	20	2620
Koko	1	2260	7	20	3636
Tersanjung	5	2620	5	100	6560
Melati	2	2825	5	150	8925

5. Perhitungan total *Tardiness*:

Nilai *tardiness* didapatkan dari selisih antara realisasi dengan ekspektasi penyelesaian. Tabel 4.14 menunjukkan jumlah pesanan, ekspektasi penyelesaian dari pesanan dan realisasi penyelesaian pesanan.

Tabel 4.14
Ekspektasi dan Realisasi Penyelesaian Pesanan dengan EDD

<i>Job</i>	Jenis Pesanan	Jumlah Pesanan	Ekspektasi (<i>di</i>)	Realisasi (<i>ci</i>)	Keterangan
1	Mukena Potongan	50	8	7	Tidak terlambat
2	Mukena Terusan	60	10	10	Tidak terlambat
3	Mukena Sadariah	35	7	6	Tidak terlambat
4	Mukena Seruni	50	10	11	Terlambat
5	Mukena Tersanjung	100	16	16	Tidak terlambat
6	Mukena Melati	150	22	22	Tidak terlambat
7	Mukena Bunga	20	11	7	Tidak terlambat
8	Baju Koko	20	12	9	Tidak terlambat
9	Kebaya	15	11	3	Tidak terlambat

$$\begin{aligned}\Sigma T &= \sum_{i=1}^n (c_i - d_i) \\ &= (7 - 8) + (10 - 10) + (6 - 7) + (11 - 10) + (16 - 16) + (22 - 22) + (7 - 11) + (9 - 12) \\ &\quad + (3 - 11) \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

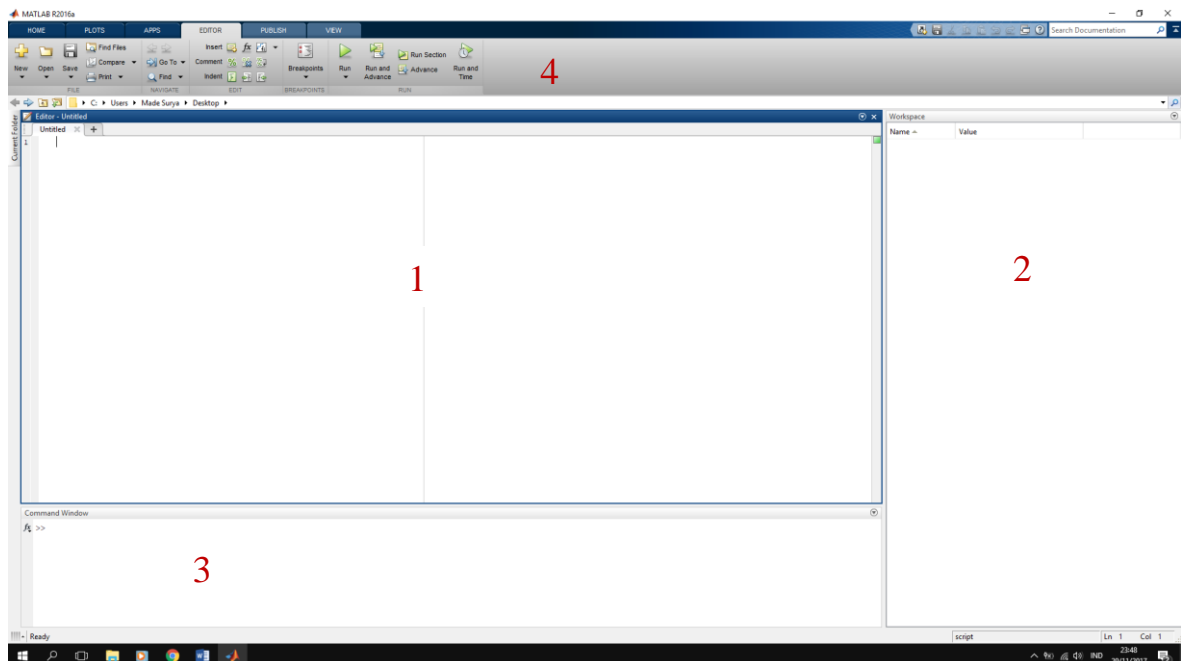
Tabel 4.15

Perbandingan *Total Tardiness* untuk setiap Urutan EDD

No	Urutan Pengerjaan <i>Job</i>	<i>Number of Tardy Jobs</i>	<i>Total Tardiness</i>
1	3-1-4-2-9-7-8-5-6	2	2
2	3-1-4-2-7-9-8-5-6	2	2
3	3-1-2-4-7-9-8-5-6	2	2
4	3-1-2-4-9-7-8-5-6	2	1

4.3.3 Pengembangan dengan Aturan Prioritas EDD pada *Software* MATLAB

Penjadwalan dengan model ini dikerjakan menggunakan *software* MATLAB R2016a dengan *notebook* Hewlett Packard (HP) pada sistem operasi *Windows* 10 (64bit). Gambar 4.2 menunjukkan *interface* awal *software* MATLAB.

Gambar 4.2 *Interface* awal *software* MATLAB

Pada Gambar 4.2 menunjukkan jendela awal *software* dengan angka 1 menunjukkan bagian penting dari *software* tersebut, yaitu jendela *editor* yang digunakan untuk membuat program yang dijalankan oleh MATLAB. Nomor 2 menunjukkan *Workspace* yang berisikan variabel-variabel yang telah dideklarasikan dan diisi datanya. Di jendela ini bisa mengetahui

ukuran matriks variabel, nilai minimum, dan nilai maksimum variabel yang telah dibuat. Variabel-variabel tersebut muncul setelah *running program*. Nomor 3 menunjukkan *Command Window* yang digunakan untuk menjalankan baris-baris program yang ditulis secara langsung di jendela ini atau melalui *Editor*. Disini merupakan tempat untuk menjalankan fungsi, mendeklarasikan variabel, membuat *plot*, menjalankan proses-proses, dan melihat isi *variabel* yang telah dibuat. *Command Window* juga dapat digunakan untuk memanggil Tool MATLAB seperti *Editor*, *debugger*, atau fungsi. Ciri dari jendela ini ialah adanya *prompt* (>>) yang menyatakan MATLAB siap menerima perintah. Nomor 4 adalah *Menu Bar*.

Pada penelitian ini dikembangkan model algoritma yang mampu mengakomodasi batasan-batasan yang ada pada sistem produksi di CV. Subur Makmur, sehingga nantinya dapat meminimasi total *tardiness* serta memenuhi *due date* yang ada. Algoritma yang dibuat, dikembangkan dengan dasar pendekatan aturan *dispatching rule Earliest Due Date* (EDD).

4.3.3.1 Notasi dan Definisi

Dalam melakukan penjadwalan produksi, diperlukan pembuatan notasi-notasi yang berkaitan dengan *job*, urutan proses, dan mesin, agar nantinya dapat memudahkan dalam proses penjadwalan. Notasi-notasi penjadwalan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Indeks

A : Mukena Sadariah	F : Mukena Bunga
B : Mukena Potongan	G : Baju Koko
C : Mukena Terusan	H : Mukena Tersanjung
D : Mukena Seruni	I : Mukena Melati
E : Kebaya	

2. Parameter

tb	: waktu bordir untuk q yang sedang dikerjakan pada <i>terbordir_og</i> dan <i>terbordir_sisa</i>
tj	: waktu jahit untuk q yang sedang dikerjakan pada <i>terjahit_og</i> dan <i>terjahit_sisa</i>
to	: waktu obras untuk q yang sedang dikerjakan pada <i>terobras_og</i>
t	: waktu mulai dari menit 1 sampai batas yang ditentukan

3. Variabel

q	: jumlah untuk setiap pemesanan
populasi	: jumlah urutan yang dibangkitkan pada saat <i>running software</i>
job_p	: waktu potong untuk masing-masing pesanan

job_b	: waktu bordir untuk masing-masing pesanan
job_j	: waktu jahit untuk masing-masing pesanan
job_o	: waktu obras untuk masing-masing pesanan
hari	: tenggat waktu untuk setiap pesanan
$dead_{(j)}$: <i>due date job j</i> , dengan $j = 1,2,3,\dots,n$, dengan n adalah <i>job</i> terakhir
score	: nilai untuk setiap urutan yang dibangkitkan
$selesai_perjob_{(j)}$: waktu penyelesaian <i>job j</i>
$mesin_p_{(z)}$: nomor mesin potong, dengan $z = 1,2,3$
$mesin_b_{(b)}$: nomor mesin bordir, dengan $b = 1,2,3,4,5$
q_mesin_b	: kuantitas mesin bordir ; $1-3 = 12, 4 = 15, 5 = 20$
$mesin_j_{(e)}$: nomor mesin jahit, dengan $e = 1,2,3,4,5,6,7,8,9$
$mesin_o_{(h)}$: nomor mesin obras, dengan $h = 1,2,3,4,5$
$terpotong_{(q)}$: jumlah q yang telah terpotong
$terpotong_sisa_{(q)}$: sisa q yang belum terpotong
$terbordir_{(q)}$: jumlah q yang telah terbordir
$terbordir_og_{(q)}$: jumlah q yang sedang dikerjakan pada mesin bordir
$terbordir_sisa_{(q)}$: sisa q yang belum dibordir
$terjahit_{(q)}$: jumlah q yang telah dijahit
$terjahit_sisa_{(q)}$: sisa q yang belum dijahit
$terjahit_og_{(q)}$: jumlah q yang sedang dikerjakan pada mesin jahit
$terobras_{(q)}$: jumlah q yang telah terobras
$terobras_og_{(q)}$: jumlah q yang sedang dikerjakan pada mesin obras
$mesin_b_penuh_{(b)}$: mesin bordir yang sedang mengerjakan q
$mesin_b_sisa_{(b)}$: mesin bordir yang belum dialokasikan
$mesin_p_{(z)}$	$= \begin{cases} 1, & \text{mesin sedang mengerjakan pesanan} \\ 0, & \text{mesin bisa dialokasikan} \end{cases}$
$mesin_b_{(b)}$	$= \begin{cases} 1, & \text{mesin sedang mengerjakan pesanan} \\ 0, & \text{mesin bisa dialokasikan} \end{cases}$
$mesin_j_{(e)}$	$= \begin{cases} 1, & \text{mesin sedang mengerjakan pesanan} \\ 0, & \text{mesin bisa dialokasikan} \end{cases}$
$mesin_o_{(h)}$	$= \begin{cases} 1, & \text{mesin sedang mengerjakan pesanan} \\ 0, & \text{mesin bisa dialokasikan} \end{cases}$

4.3.3.2 Model Verbal dan Struktur Matematis Sistem Produksi

CV. Subur Makmur adalah perusahaan yang menerapkan sistem *flowshop*. Secara umum, CV. Subur Makmur memproduksi 3 jenis produk, yakni mukena, kebaya, dan baju koko. Masing-masing produk tersebut memiliki urutan proses yang sama. Terdapat q dengan indeks $q = 1, 2, 3, \dots, p$, jumlah masing-masing kuantitas pesanan yang harus dijadwalkan dengan masing-masing *job* memiliki urutan yang sama. *Job-job* tersebut dikerjakan pada mesin yang berbeda untuk setiap tahapnya, bergantung pada proses yang sedang dilakukan. Proses produksi q harus diselesaikan sesuai dengan d_q yang ada.

Sistem produksi CV. Subur Makmur, merupakan sistem produksi bertipe *hybrid flowshop* yang di dalamnya terdapat empat tahap pengerjaan yang sama untuk setiap produk dengan sumber daya mesin paralel identik. Pada perancangan ini, mesin yang tersedia digunakan secara bersamaan untuk mengerjakan setiap pesanan karena mesin-mesin tersebut bersifat paralel identik. Pada proses potong, sumber daya yang belum teralokasikan mengerjakan *job* sesuai urutan yang diperoleh. Semua mesin potong yang tersedia mengerjakan pesanan sesuai dengan urutan yang telah ditentukan. Setelah selesai mengerjakan *job* pertama, semua mesin potong mengerjakan urutan *job* selanjutnya. Pada proses bordir, pemilihan sumber daya paralel tersebut didasarkan pada jumlah q yang sudah terpotong, sebab sumber daya paralel tersebut masing-masingnya memiliki kapasitas yang berbeda. Urutan awal pengalokasian pekerjaan dimulai dari mesin kepala 12, kepala 12, kepala 12, kepala 15, dan terakhir kepala 20. Karena pengalokasian berupa *batch* sesuai kapasitas mesin, maka batch-batch selanjutnya dikerjakan pada mesin yang kosong dengan melihat *terpotong*(q) yang sudah dikerjakan dan *mesin_b* yang belum dialokasikan. *mesin_b_penuh* berarti mesin yang mengerjakan q sesuai dengan q_mesin_b . Sedangkan *mesin_b_sisa* berarti sisa *terpotong_sisa* yang belum dibordir karena jumlahnya yang tidak memenuhi q_mesin_b . Selanjutnya pada proses jahit, sumber daya yang tersedia mengerjakan *batch-batch* yang telah diselesaikan pada proses bordir dengan melihat *terbordir* sejumlah q_mesin_b yang sudah selesai dibordir. Untuk proses terakhir yaitu obras, sama seperti proses sebelumnya dengan melihat *terjahit* sejumlah q yang telah selesai dijahit. Pada sistem produksi terdapat juga waktu setup serta *material handling*. Waktu *setup* tidak terlalu signifikan jika dibandingkan dengan waktu proses, sehingga waktu setup sudah termasuk di dalam waktu proses yang ada. Selain itu, terdapat pula waktu *material handling*, karena jarak perpindahan antar stasiun kerja cukup singkat, maka waktu *material handling* pada penjadwalan ini diabaikan. Selain asumsi tersebut, di dalam penjadwalan ini juga diasumsikan bahwa tidak ada penambahan order di tengah horizon perencanaan.

Untuk $mesin_p = 1, 2$, dan 3 sumber daya berupa mesin paralel yang identik. Untuk $mesin_b = 1, 2, 3, 4, 5$ sumber daya berupa mesin yang masing-masing memiliki kapasitas yang berbeda-beda. Sementara pada $mesin_j = 1, 2, 3, \dots, 9$ proses produksi dilakukan secara manual menggunakan tenaga manusia. Terdapat 1 orang tenaga kerja tetap yang ada pada masing-masing sumber daya tersebut. Jam kerja yang diterapkan adalah 7 jam kerja perharinya, dengan waktu istirahat 1 jam. Untuk $mesin_b = 1, 2, 3, 4, 5$ pada waktu istirahat tetap berjalan karena proses bordir menggunakan mesin otomatis dan operator hanya mengawasi. Sehingga proses harus dihentikan apabila telah melewati jam kerja dan dilanjutkan keesokan harinya.

4.3.3.3 Fungsi Tujuan dan Fungsi Kendala

Fungsi tujuan dan fungsi kendala yang harus dipenuhi dalam proses penjadwalan ini adalah sebagai berikut.

1. Fungsi tujuan

Sebagaimana yang telah disampaikan sebelumnya tujuan dari penjadwalan produksi yang dilakukan adalah untuk meminimasi *total tardiness*, fungsi tujuan dapat dilihat pada Lampiran 2 (tahap: %%scoring). Pada tahap ini, hasil yang didapatkan untuk setiap urutan yang dijadwalkan harus \geq jumlah *job* sehingga semua *job* tidak mengalami keterlambatan.

2. Fungsi kendala

Fungsi kendala dalam hal penjadwalan ini dipengaruhi oleh:

- a. Waktu untuk menyelesaikan suatu operasi. Waktu dalam sistem penjadwalan yang dirancang dapat dilihat pada Lampiran 2 (tahap : %% waktu).
- b. Waktu *idle* mesin, dimana mesin bisa untuk digunakan (*available*)
- c. Kuantitas kapasitas mesin bordir, dimana kapasitas 12 unit(3), kapasitas 15 unit(1), dan kapasitas 20 unit(1)
- d. Alokasi mesin bordir untuk setiap pesanan

4.3.3.4 Asumsi

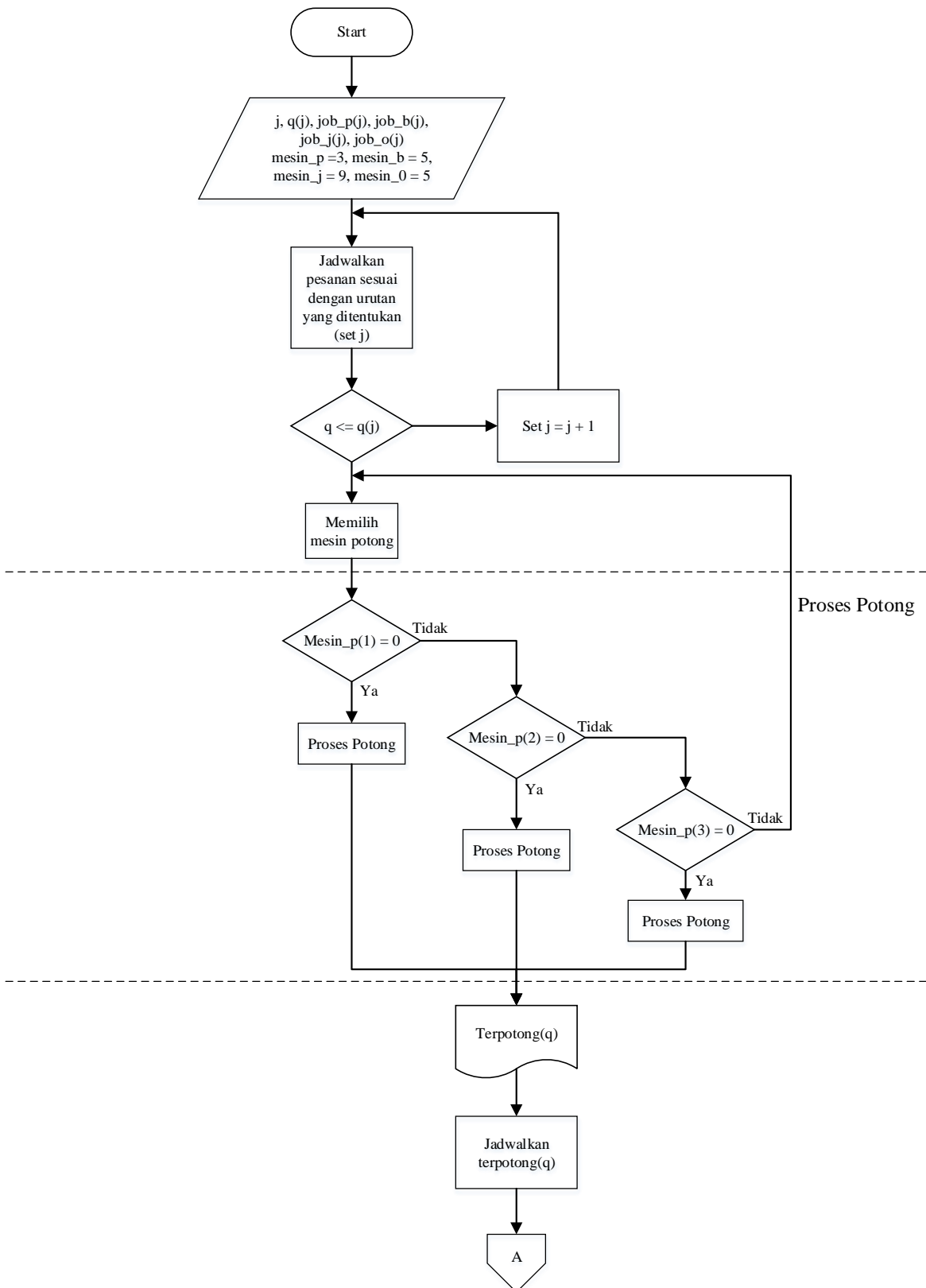
Dalam pengembangan algoritma terdapat beberapa asumsi yang digunakan, yakni sebagai berikut.

1. Seluruh sumber daya siap memproses di $t = 0$.

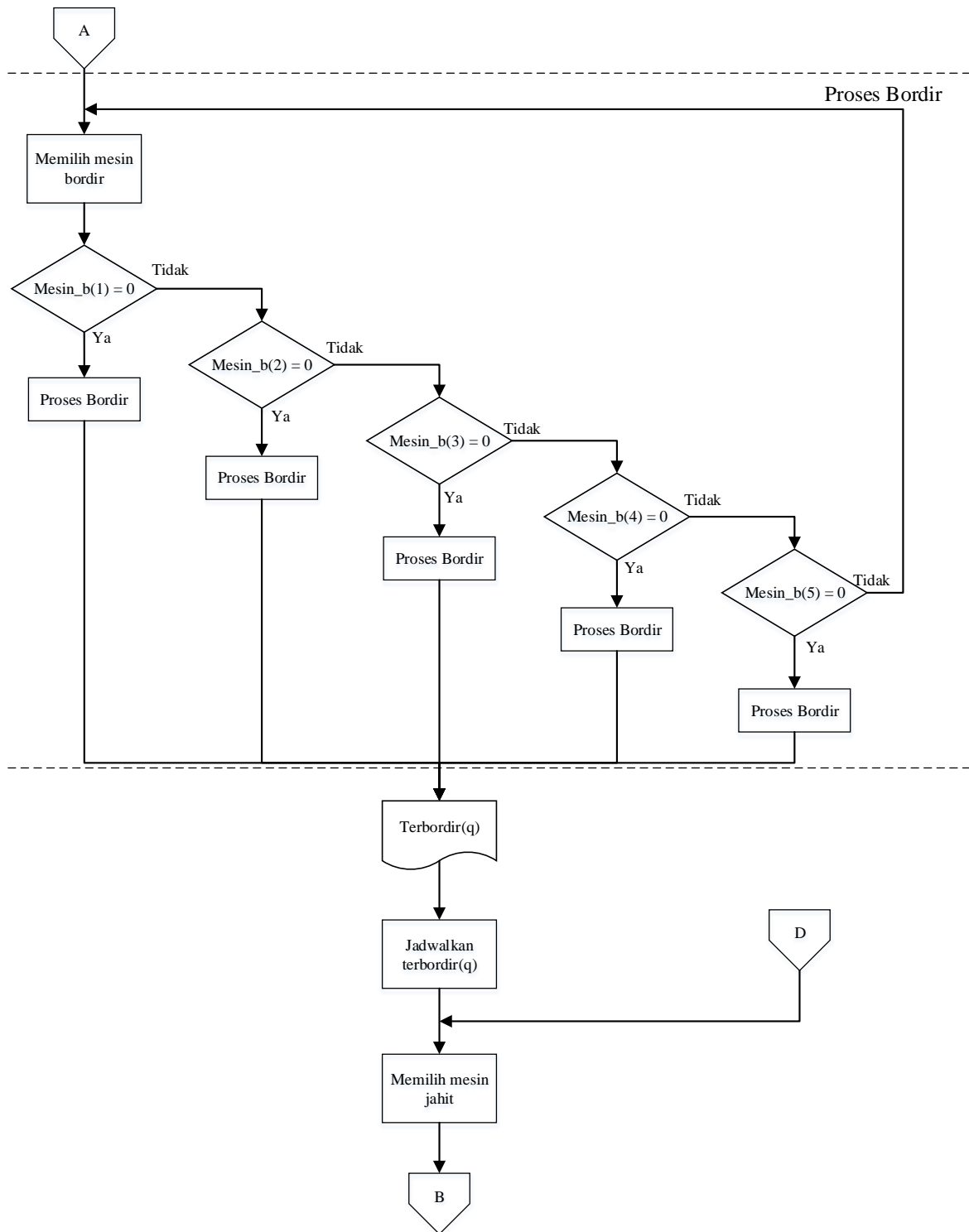
2. Untuk $mesin_b = 1, 2, 3, 4$ dan 5 siap memproses pada saat q_{mesin_b} terpenuhi sejumlah kapasitas mesin, sebab sumber daya-sumber daya tersebut masih menunggu penyelesaian *job* yang berasal dari operasi sebelumnya.
3. Seluruh *job* tersedia untuk dikerjakan saat $t = 0$.
4. Tidak ada penambahan order di tengah horizon perencanaan.
5. Waktu pembersihan dan waktu setup pada masing-masing sumber daya sudah termasuk di dalam waktu proses.
6. Waktu *material handling* diabaikan.
7. Penjadwalan dilakukan dalam keadaan normal pada seluruh sumber daya yang ada, yakni tanpa adanya kerusakan dan perbaikan pada mesin
8. Urutan *job* di setiap sumber daya tidak harus sama.
9. *Job* yang sedang diproses pada suatu sumber daya tidak boleh dipotong oleh *job* lain.

4.3.3.5 Flowchart Pengembangan Algoritma Penjadwalan

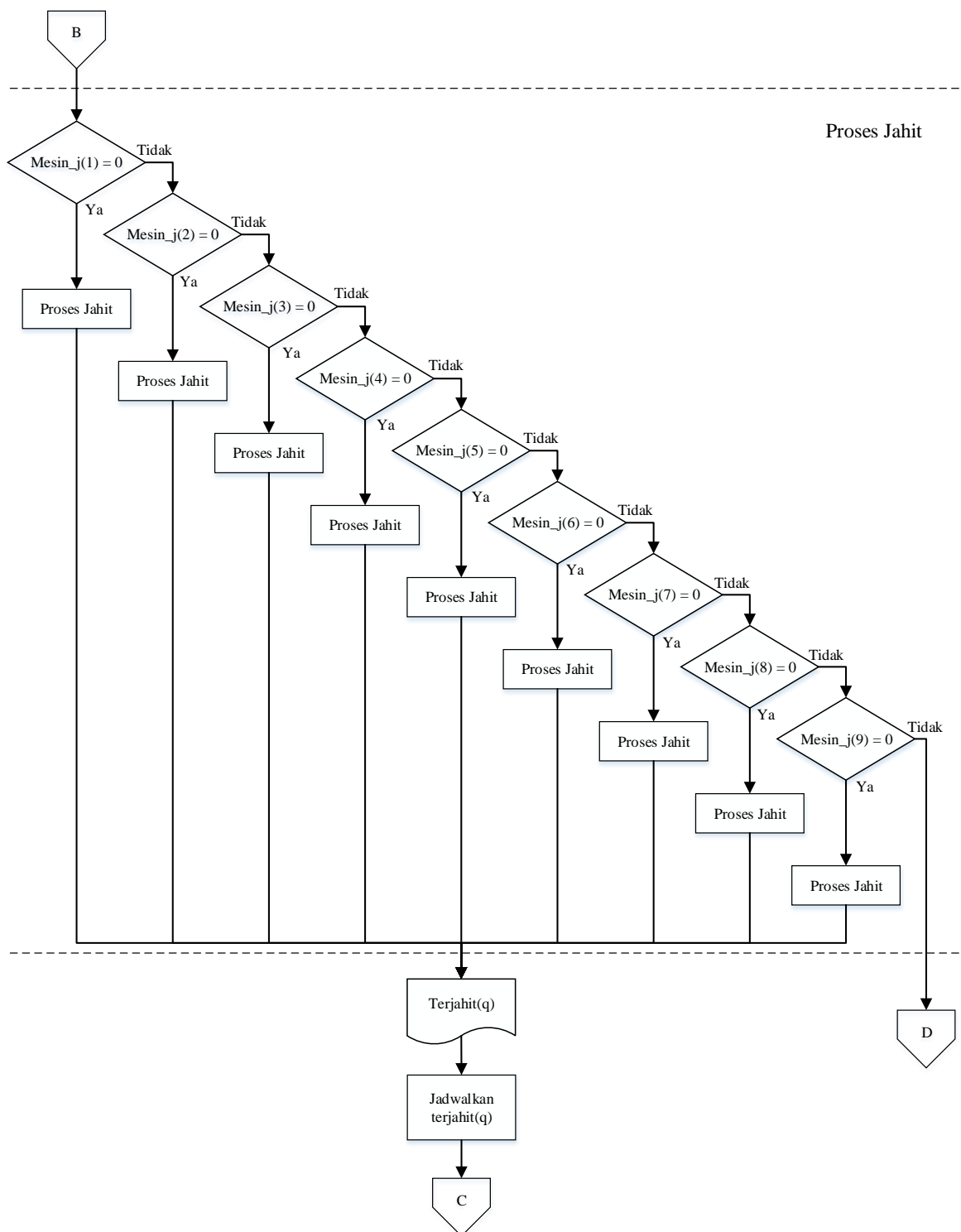
Flowchart penjadwalan dengan aturan prioritas EDD yang dikembangkan menunjukkan alur dari setiap pesanan yang dijadwalkan. Gambar 4.3 menunjukkan kondisi awal pengembangan dan proses pemilihan mesin potong, pengalokasian mesin dimulai pada mesin potong 1, mesin potong 2, dan mesin potong 3. Gambar 4.4 proses pemilihan mesin bordir, pengalokasian mesin bordir dimulai pada mesin bordir kapasitas 12 unit, kapasitas 15, dan kapasitas 20. Gambar 4.5 menunjukkan proses pemilihan mesin jahit, jumlah mesin jahit adalah 9 mesin dengan kapasitas 1 unit untuk sekali proses. Gambar 4.6 menunjukkan proses pemilihan mesin obras pada pengembangan algoritma EDD.



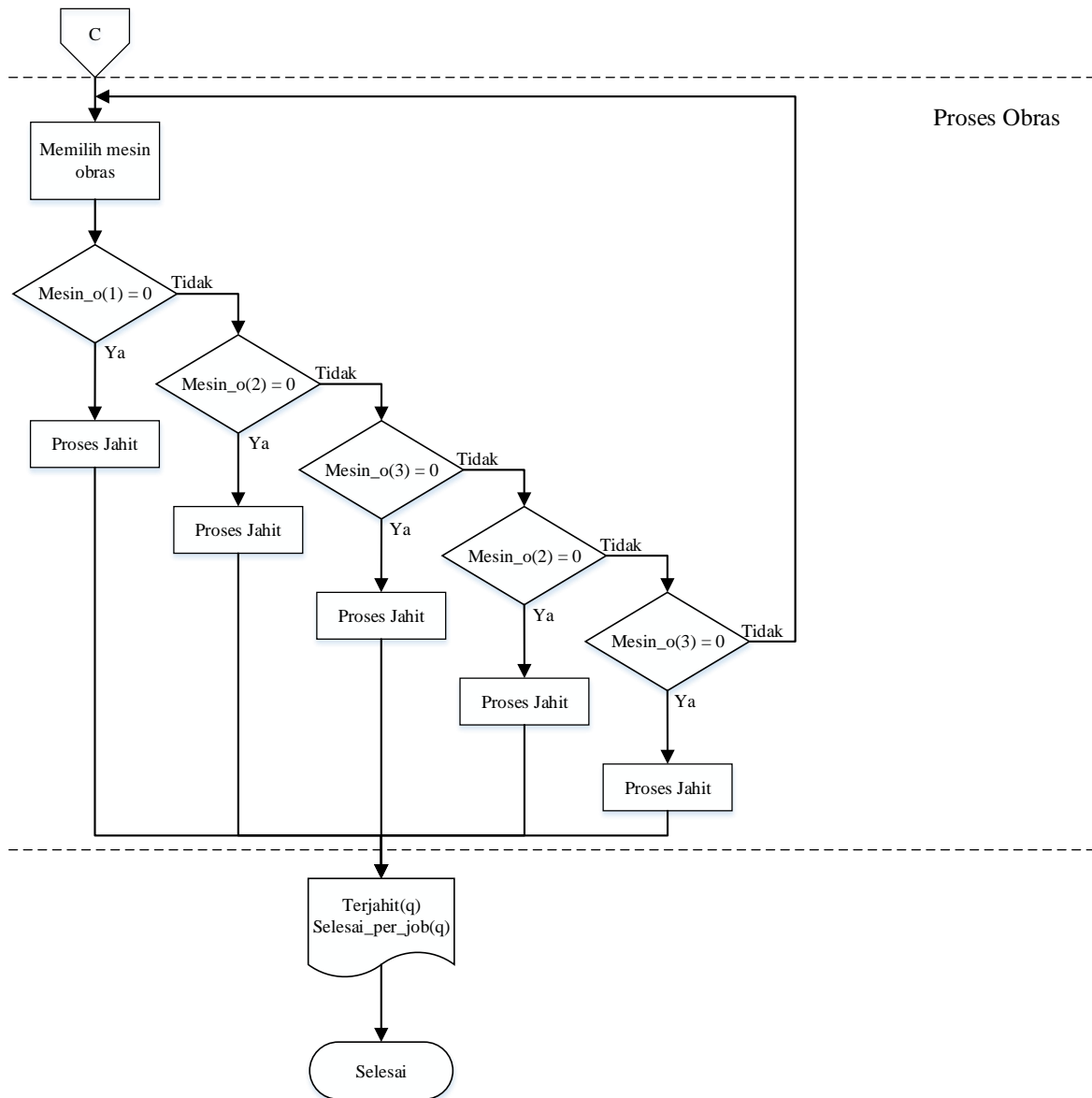
Gambar 4.3 Flowchart proses potong



Gambar 4.4 Flowchart proses bordir



Gambar 4.5 Flowchart proses jahit



Gambar 4.6 Flowchart proses obras

4.3.3.6 Verifikasi

Menurut (Law dan Kelton 1991) verifikasi merupakan suatu proses untuk memeriksa kesesuaian jalannya program komputer simulasi dengan yang diinginkan dengan cara melakukan pemeriksaan program komputer, selain itu verifikasi dapat diartikan sebagai proses penerjemahan model simulasi konseptual kedalam bahasa pemrograman secara benar. Verifikasi dapat dilakukan dengan klik *menu bar* HOME > *analyze code*.

Pada gambar 4.7 menunjukkan hasil dari *code analyzer* pada *software* MATLAB sendiri. Ada 4 pesan pada gambar tersebut yang mengatakan bahwa ada *variabel* yang tidak konstan untuk setiap iterasi dan himbauan untuk menutup *command* dengan simbol “ ; “.

Code Analyzer Report

This report displays potential errors and problems, as well as opportunities to improve your MATLAB programs ([Learn More](#)).

Rerun This Report Run Report on Current Folder

Report for file [C:\Users\Made Surya\Documents\MATLAB\prosesproduksi.m](#)

```

4      52 The variable 'urutan' appears to change size on every loop iteration (within a script).
messages Consider preallocating for speed.
      107 The variable 'menit' appears to change size on every loop iteration (within a script).
      Consider preallocating for speed.
      244 Terminate statement with semicolon to suppress output (within a script).
      245 Terminate statement with semicolon to suppress output (within a script).

```

Gambar 4.7 Verifikasi dengan code analyzer MATLAB

4.3.3.7 Hasil *Running Software*

Setelah dilakukan perancangan model penjadwalan yang disesuaikan dengan kondisi perusahaan, maka didapatkan hasil sebagai berikut.

4.3.3.7.1 Urutan pengerjaan pesanan

Urutan pengerjaan pesanan yang dibangkitkan pada model ini sejumlah 7 urutan, setiap pesanan memiliki urutan yang berbeda-beda. Ada urutan dengan aturan *Earliest Due Date* (EDD), *First Come First Serve* (FCFS). Salah satu contoh EDD adalah 3-1-2-4-7-9-8-5-6, untuk lebih lengkapnya bisa dilihat pada Lampiran 3. Untuk urutan EDD, ada 5 contoh urutan dengan 1 urutan pengerjaan pesanan dengan kondisi 1 mesin potong mengerjakan 1 pesanan sampai selesai dan 4 sisanya mengerjakan pesanan pada mesin potong dengan membagi ke mesin yang tersedia.

4.3.3.7.2 Penyelesaian *Job* untuk Setiap Urutan

Untuk setiap urutan yang dibangkitkan dilihat *completion time* untuk masing-masing pesanan. Tabel 4.16 menunjukkan penyelesaian masing-masing *job* untuk setiap pesanan.

Tabel 4.16
Penyelesaian masing-masing *job*

	Sadariah	Potongan	Terusan	Seruni	Kebaya	Bunga	Koko	Tersanjung	Melati	Score
EDD 1	1032	1448	2338	3087	3067	3594	3585	5218	7053	20,512
EDD 1 mesin	1707	1690	2458	3840	3595	4147	4188	5787	7642	20,139
EDD 2	1032	1448	2366	3071	3083	3594	3585	5218	7053	20,510
EDD 3	1032	1448	2338	3087	3349	3495	3585	5064	6218	20,525
EDD 4	1032	1448	2366	3071	3349	3495	3585	5064	6218	20,523
FCFS 1	2326	926	1596	3083	7044	6818	7056	4066	6087	7,204
FCFS 1 mesin	3399	1608	2504	3856	8579	7757	8255	5192	7124	5,636

Penyelesaian setiap *job* pada masing-masing urutan yang dibangkitkan pada Tabel 4.16 dalam satuan menit sesuai dengan pengembangan algoritma. Nilai *score* tertinggi pada urutan EDD 3 dengan nilai 20,525. Nilai *score* didapatkan dari setiap *job* yang tidak terlambat, setiap *job* yang tidak terlambat diberi nilai 1 ditambahkan dengan selisih *due date* dikurangi aktual penyelesaian kemudian dibagi *due date*. Apabila semua *job* dalam satu urutan tidak ada yang terlambat, maka nilai *score* urutan tersebut ditambah 10. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa *score* yang tertinggi ada pada urutan yang terbaik. Dengan nilai penambah yang besar, maka semakin terlihat perbedaan antara nilai *score* dari urutan yang menyelesaikan semua *job* sebelum *due date* dengan urutan yang memiliki *job* yang selesai melebihi *due date*.

4.3.3.7.3 Jumlah Job yang Sukses

Setiap urutan yang dibangkitkan dibandingkan masing-masing *job*-nya terhadap *due date* masing-masing *job*. Tabel 4.17 menunjukkan *job* yang sukses dan tidak sukses untuk setiap urutan yang dibangkitkan.

Tabel 4.17

Penyelesaian *job* dalam hari

	Sadariah	Potongan	Terusan	Seruni	Kebaya	Bunga	Koko	Tersanjung	Melati
EDD 1	3	4	6	8	8	9	9	13	17
EDD 1 mesin	5	5	6	10	9	10	10	14	19
EDD 2	3	4	6	8	8	9	9	13	17
EDD 3	3	4	6	8	8	9	9	13	15
EDD 4	3	4	6	8	8	9	9	13	15
FCFS	6	3	4	8	17	17	17	10	15
FCFS 1 mesin	9	4	6	10	21	19	20	13	17
Due date	7	8	10	10	11	11	12	16	22

Penyelesaian pesanan dengan algoritma yang dikembangkan menghasilkan penyelesaian pesanan yang kurang dari waktu tengga untuk setiap pesanan. warna merah menunjukkan pesanan yang diselesaikan melewati batas waktu penyelesaian. Waktu penyelesaian paling cepat untuk Sadariah di hari ke 3, Potongan di hari ke 4, Terusan di hari ke 6, Seruni di hari ke 8, Kebaya di hari ke 8, Bunga di hari ke 9, Koko di hari ke 9, Tersanjung di hari ke 13 dan terakhir Melati di hari ke 15.

4.3.3.8 Validasi

Menurut Sugiyono (2006) uji validitas adalah suatu langkah pengujian yang dilakukan terhadap isi (*content*) dari suatu instrumen, dengan tujuan untuk mengukur ketepatan

instrumen yang digunakan dalam suatu penelitian. Tujuan uji validitas adalah untuk mengetahui sejauh mana ketepatan dan kecermatan suatu instrumen pengukuran dalam melakukan fungsi ukurnya. Dalam hal ini yang dimaksud dengan instrumen adalah variabel-variabel yang digunakan dalam pengembangan algoritma penjadwalan. Variabel yang digunakan harus sesuai dengan kondisi yang dilakukan perusahaan saat ini, yaitu pada CV. Subur Makmur. Uji validasi adalah sebagai berikut.

1. Kondisi perusahaan dan variabel yang digunakan

Kondisi perusahaan saat ini untuk mesin dan kapasitasnya dapat dilihat Tabel 4.18 menunjukkan jumlah mesin dan kapasitasnya

Tabel 4.18
Mesin dan Kapasitas

Mesin	Jumlah	Kapasitas (unit)
Mesin Potong	3	1
Mesin Bordir Kepala 12	3	12
Mesin Bordir Kepala 15	1	15
Mesin Bordir Kepala 20	1	20
Mesin Jahit	9	1
Mesin Obras	5	1

Kemudian untuk variabel yang digunakan dalam pengembangan algoritma adalah sebagai berikut.

mesin_{p(z)} : nomor mesin potong, dengan z = 1,2,3

mesin_{b(b)} : nomor mesin bordir, dengan b = 1,2,3,4,5

q_{mesin_b} : kuantitas mesin bordir ; 1-3 = 12; 4 = 15; 5 = 20

mesin_{j(e)} : nomor mesin jahit, dengan e = 1,2,3,4,5,6,7,8,9

mesin_{o(h)} : nomor mesin obras, dengan h = 1,2,3,4,5

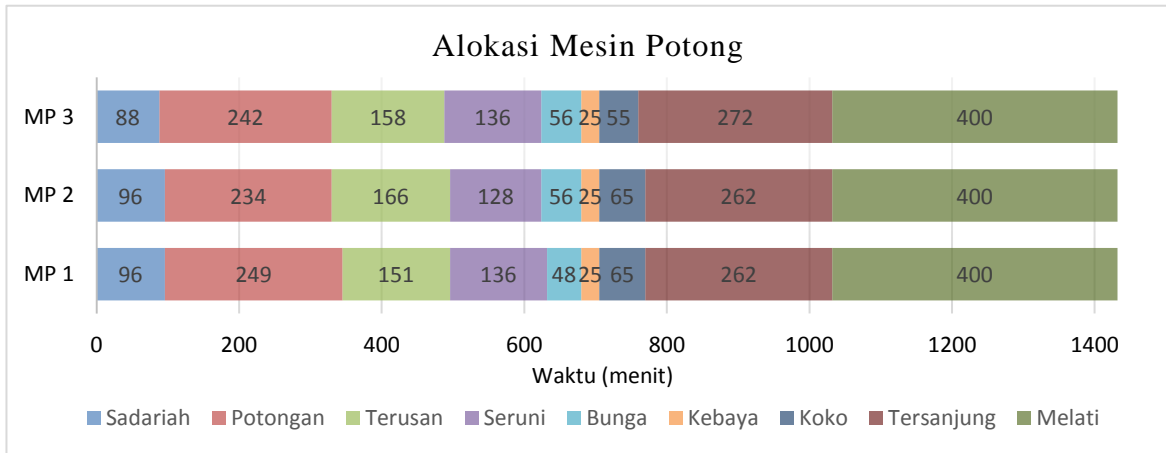
2. Perbandingan hasil ke *Gantt Chart*

Pengembangan algoritma penjadwalan yang dilakukan menghasilkan semua urutan yang menyelesaikan pengerjaan pesanan sebelum waktu tenggat untuk masing-masing pesanan. Hasil terbaik pada urutan EDD 3 dengan proses pengerjaan sebagai berikut.

a. Proses Potong

Pada proses ini, semua mesin potong yang tersedia dialokasikan untuk penyelesaian pesanan sesuai dengan urutan pesanan. pada pesanan 1 (Sadariah), Mesin Potong 1, 2, 3 mengerjakan proses potong secara bersamaan. Waktu penyelesaian pesanan 1 adalah 96 menit pada Mesin Potong 1; 96 menit pada Mesin Potong 2; dan 88 menit pada Mesin Potong 3. Untuk pesanan 2 (Potongan), dikerjakan selanjutnya dengan menunggu proses potong sebelumnya sudah dialokasikan. Begitu juga untuk

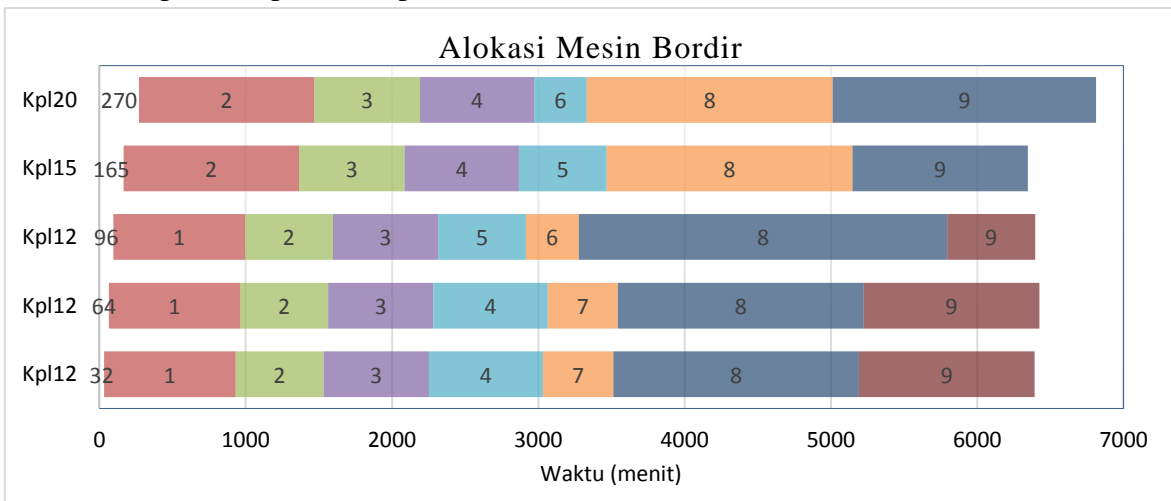
pesanan 3 (Terusan), 4 (Seruni), 5 (Bunga), 6 (Kebaya), 7 (Koko), 8 (Tersanjung), dan terakhir 9 (Melati) dikerjakan setelah pesin potong menyelesaikan pekerjaan sebelumnya. Gambar 4.8 menunjukkan alokasi pesanan pada setiap mesin potong.



Gambar 4.8 Alokasi mesin potong

b. Proses Bordir

Pada proses bordir, pengalokasian mesin berdasarkan kapasitas dan jumlah pesanan yang selesai dipotong. Untuk mesin yang pertama dialokasikan adalah Kpl12, Kpl15, dan Kpl20. Jumlah potongan kain yang lebih dahulu selesai untuk mesin bordir yang tersedia dikerjakan terlebih dahulu. Hal ini juga tergantung proses potong yang sebelumnya, semakin awal melewati proses potong maka lebih awal melewati proses bordir. Pada pesanan 1, proses bordir bisa dimulai pada menit ke 32 di mesin Kpl12(1), pada menit 64 di mesin Kpl12(2), dan pada menit 96 di mesin Kpl12(3). Untuk pesanan 2 dimulai pada menit 165 di mesin Kpl15 dan menit 270 di mesin Kpl20. Karena semua mesin bordir sudah dialokasikan, maka pesanan selanjutnya yang dikerjakan sesuai dengan waktu penyelesaian proses potong pada *station* sebelumnya. Gambar 4.9 menunjukkan alokasi pesanan pada setiap mesin bordir.



Gambar 4.9 Alokasi mesin bordir

c. Proses Jahit

Pada proses jahit, ada 9 mesin jahit yang tersedia. Proses ini menggabungkan kain-kain yang telah selesai dibordir. Mesin jahit memproses sejumlah kapasitas mesin bordir yang telah menyelesaikan kain bordir. Sehingga sekali proses jahit menjahit sebanyak 12, 15, dan 20 kain bordir. Pada pesanan 1, waktu penyelesaian untuk proses bordir pada menit 932. Untuk pesanan 2 bisa dimulai lebih awal untuk dijahit karena waktu bordir pesanan 2 adalah 600 menit di mesin kpl15 sehingga menit 765 proses bordir telah selesai. Pesanan 2 langsung dikerjakan di mesin jahit yang belum dialokasikan. Begitu selanjutnya sampai satu pesanan selesai dikerjakan pada setiap mesin. Alokasi mesin jahit bisa dilihat pada lampiran 4.

d. Proses Obras

Pada proses ini, jumlah mesin yang tersedia adalah 5 mesin. Proses ini merapikan kain-kain yang selesai digabungkan. Proses ini juga melakukan pemasangan karet pada mukena. Satu mesin obras mengerjakan pesanan setelah proses jahit selesai dikerjakan. Proses ini bisa dimulai setelah 1 produk selesai dijahit. Untuk pesanan 2 bisa dimulai lebih awal untuk diobras daripada pesanan lain karena proses bordir yang lebih singkat. Sehingga pesanan 2 langsung dikerjakan di mesin obras yang belum dialokasikan. Alokasi mesin jahit bisa dilihat pada lampiran 4.

e. Perhitungan total *Tardiness*

Nilai *tardiness* didapatkan dari selisih antara realisasi dengan ekspektasi penyelesaian. Tabel 4.19 menunjukkan jumlah pesanan, ekspektasi penyelesaian dari pesanan dan realisasi penyelesaian pesanan.

Tabel 4.19
Perbandingan *Total Tardiness* untuk setiap Urutan EDD

<i>Job</i>	Jenis Pesanan	Jumlah Pesanan	Ekspektasi (<i>di</i>)	Realisasi (<i>ci</i>)	Keterangan
1	Mukena Potongan	50	8	4	Tidak terlambat
2	Mukena Terusan	60	10	6	Tidak terlambat
3	Mukena Sadariah	35	7	3	Tidak terlambat
4	Mukena Seruni	50	10	8	Tidak terlambat
5	Mukena Tersanjung	100	16	13	Tidak terlambat
6	Mukena Melati	150	22	15	Tidak terlambat
7	Mukena Bunga	20	11	9	Tidak terlambat
8	Baju Koko	20	12	9	Tidak terlambat
9	Kebaya	15	11	8	Tidak terlambat

$$\begin{aligned}\sum T &= \sum_{i=1}^n (c_i - d_i) \\ &= (4 - 8) + (6 - 10) + (3 - 7) + (8 - 10) + (13 - 16) + (15 - 22) + (9 - 11) + (9 - 12) + \\ &\quad (8 - 11) \\ &= 0 \text{ hari}\end{aligned}$$

4.4 Analisis dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengolahan data, dilanjutkan dengan analisa dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan dari pengumpulan data waktu, jumlah pesanan, dan kapasitas mesin.

4.4.1 Penjadwalan *Existing* Perusahaan

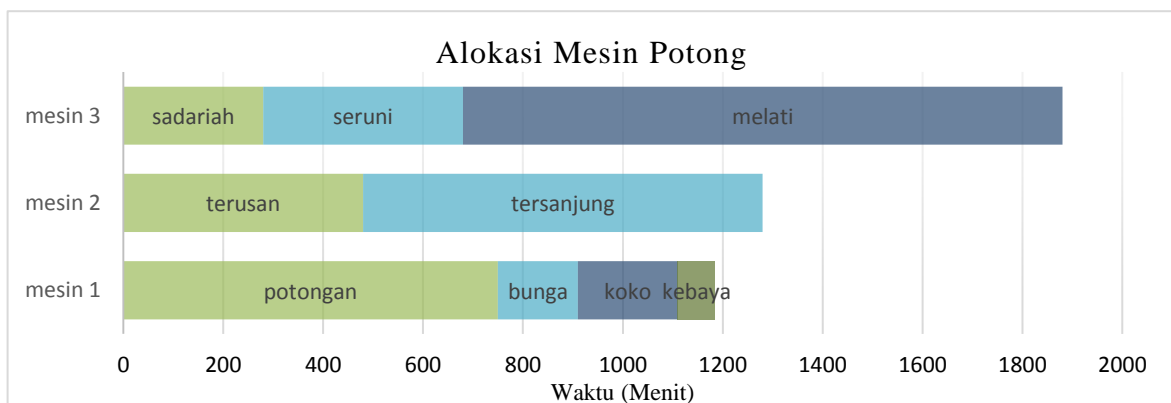
Saat ini perusahaan menerapkan aturan *First Come First Serve* (FCFS) dengan mengerjakan pesanan sesuai dengan urutan kedatangan pesanan dan pesanan selanjutnya dikerjakan bersamaan tanpa menunggu penyelesaian pesanan sebelumnya. Pengerjaan pesanan dimulai dari proses pemotongan kain, proses bordir, proses jahit, dan terakhir proses obras. Dilihat dari waktu yang dibutuhkan pada setiap proses, waktu proses bordir berbeda jauh dengan waktu proses lainnya. Sehingga pengalokasian mesin potong mempengaruhi waktu *idle* dari mesin bordir. Proses jahit menunggu proses bordir dan proses obras menunggu proses jahit. Semakin cepat proses potong yang dikerjakan maka semakin awal mesin bordir beroperasi. Untuk mengetahui pengaruh mesin potong terhadap mesin bordir, akan disajikan *Gantt Chart* pengalokasian mesin potong dan bordir.

1. Proses Potong

Pada *station* pemotongan, pesanan yang paling awal dikerjakan yaitu pesanan Mukena Potongan dengan jumlah pesanan 50 *pcs*. Mesin Potong 1 dialokasikan untuk memotong kain dengan waktu penyelesaian 750 menit. Setiap pemotongan 12 kain dilanjutkan ke mesin bordir. Pemotongan disesuaikan dengan mesin bordir yang dialokasikan. Untuk pesanan kedua dan ketiga bisa berlangsung bersamaan dengan pesanan pertama, karena mesin belum teralokasikan. Pesanan Mukena Terusan dengan jumlah pesanan 60 dikerjakan pada Mesin Potong 2 dengan waktu penyelesaian 480 menit. Mukena Sadariah dengan jumlah pesanan 35, dikerjakan pada Mesin Potong 3 dengan waktu penyelesaian 280 menit. Pesanan keempat dikerjakan pada Mesin Potong 3, karena mesin 3 lebih dahulu menyelesaikan pemotongan kain. Mukena Seruni mulai dikerjakan

pada menit 280, jumlah pesanan sebanyak 50 *pcs* diselesaikan dengan waktu 400 menit. Pesanan Mukena Tersanjung dikerjakan pada Mesin Potong 2, dimulai pada menit ke 480 dengan lama waktu pemotongan 800 menit untuk jumlah pesanan 100 *pcs*. Waktu pemotongan kain paling akhir pada pesanan Mukena Melati dengan jumlah pesanan 150, mulai dipotong pada menit 680 dan selesai pada 1880 menit. Mukena Bunga Kuncup dikerjakan pada Mesin Potong 1, dimulai pada menit 750 dan selesai pada menit 910 untuk jumlah pesanan 20 *pcs*. Pesanan Baju koko dengan jumlah 20 dikerjakan pada Mesin Potong 1 dengan waktu pemotongan 200 menit. Untuk pesanan terakhir, Kebaya, dikerjakan Mesin Potong 1 pada menit 1110 dan selesai pada waktu 1185 menit untuk jumlah pesanan 15 *pcs*.

Untuk *Gantt Chart* mesin potong dapat dilihat pada Gambar 4.10. Hasil pengalokasian mesin potong untuk metode penjadwalan yang diterapkan oleh perusahaan saat ini tidak efektif. Mesin 1 dan 2 yang telah selesai memotong pesanan lain tidak bisa teralokasikan untuk memotong pesanan Melati. Sehingga mesin 1 dan 2 harus *idle*.



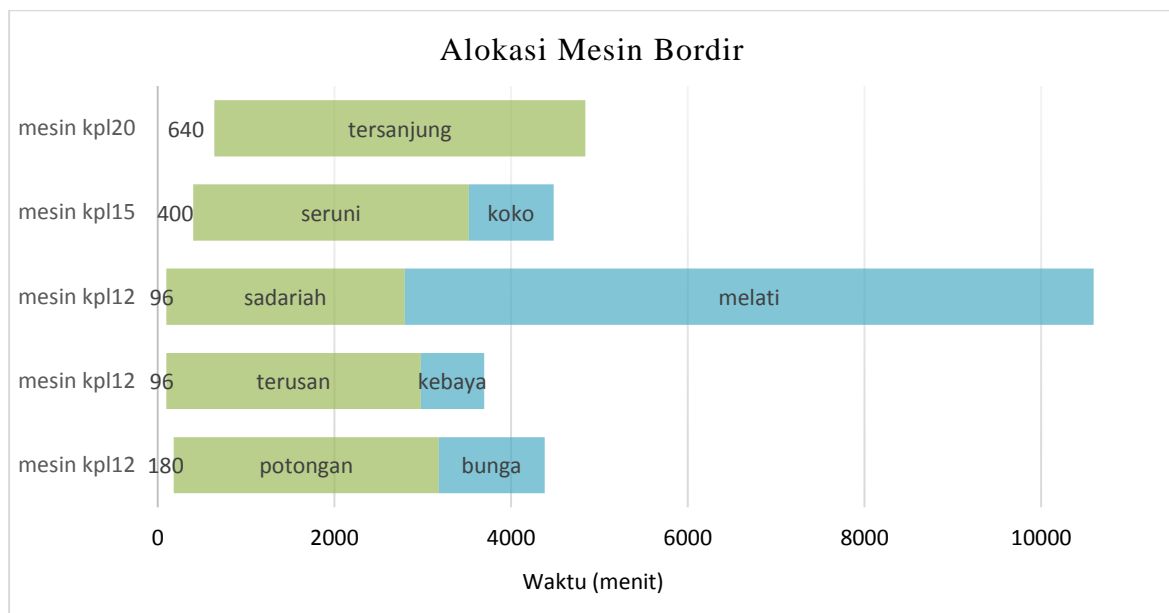
Gambar 4.10 Alokasi mesin potong FCFS

2. Proses Bordir

Pada proses bordir, 12 potong kain pesanan Mukena Potongan dikerjakan pada mesin bordir kepala 12 (kapasitas mesin 12 *pcs* untuk setiap satu kali proses). Waktu bordir untuk Mukena Potongan adalah 5×600 menit dan waktu penyelesaiannya adalah 3180 menit. Setiap sekali proses bordir selesai, hasil kain bordir langsung dibawa ke *station* jahit. Untuk pesanan kedua, ketiga, keempat dan kelima bisa berlangsung bersamaan dengan pesanan pertama, karena mesin belum teralokasikan. Pesanan Mukena Terusan dengan jumlah pesanan 60 dikerjakan pada mesin bordir kepala 12 dengan waktu penyelesaian $5 \times 720 = 3696$ menit. Mukena Sadariah dengan jumlah pesanan 35, mulai dikerjakan pada menit 96 di mesin bordir kepala 12 dengan waktu penyelesaian 3×900

= 2700 menit. Mukena Seruni mulai dikerjakan pada menit 400 di mesin bordir kepala 15, jumlah pesanan sebanyak 50 pcs diselesaikan dengan waktu $4 \times 780 = 3520$ menit. Pesanan Mukena Tersanjung dikerjakan pada mesin bordir kepala 20, dimulai pada menit ke 640 dengan lama waktu pengerjaan $5 \times 840 = 4200$ menit untuk jumlah pesanan 100 pcs. Waktu bordir kain paling akhir pada pesanan Mukena Melati dengan jumlah pesanan 150, mulai dibordir pada menit 2796 yaitu pada mesin bordir kpl12 dengan waktu pengerjaan $13 \times 600 = 7800$ menit dan selesai pada 10596 menit. Mukena Bunga Kuncup dikerjakan pada mesin bordir kepala 12, dimulai pada menit 3180 dengan waktu pengerjaan $2 \times 600 = 1200$ menit dan selesai pada menit 4380 untuk jumlah pesanan 20 pcs. Pesanan Baju koko dengan jumlah 20 dikerjakan pada mesin bordir kepala 15 dengan waktu bordir 960 menit dan selesai pada menit 4480. Untuk pesanan terakhir, Kebaya, dikerjakan mesin bordir kepala 12 pada menit 3696 dan selesai pada waktu 4416 menit untuk jumlah pesanan 15 pcs.

Untuk *Gantt Chart* atau alokasi mesin bordir di perusahaan dengan metode yang digunakan saat ini dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Alokasi mesin bordir FCFS

Pada Gambar 4.11 menunjukkan pengalokasian mesin bordir yang tidak efektif karena perbedaan penyelesaian dari setiap *job* tidak merata. sehingga pesanan Mukena Melati yang jumlah pesanan paling banyak yaitu 150 pcs, harus dikerjakan pada mesin bordir kpl12 dengan 13 kali proses pengerjaan pesanan tersebut. Sedangkan mesin bordir lain sudah menyelesaikan pekerjaannya sebelumnya. Hal ini yang menyebabkan keterlambatan penyelesaian pesanan di CV. Subur Makmur.

3. Proses Jahit

Pada proses jahit, hasil kain bordir digabungkan sesuai dengan jenis pesanan. Setiap sekali proses bordir selesai langsung dilanjutkan di mesin jahit sesuai dengan kapasitas mesin bordir. Mukena Potongan mulai dijahit pada menit 780, dengan waktu jahit 30 menit/*pcs*. Jumlah pesanan 50 *pcs* dikerjakan 3 kali di mesin bordir kepala 5 dan proses bordir terakhir sejumlah 2 potong kain bordir selesai pada menit 3240. Mukena Terusan mulai dijahit pada menit 816, dengan waktu jahit 15 menit/*pcs*. Jumlah pesanan 60 *pcs* dikerjakan 5 kali di mesin bordir kepala 12 dan proses bordir terakhir sejumlah 12 potong kain bordir selesai pada menit 3876. Mukena Sadariah mulai dijahit pada menit 996, dengan waktu jahit 15 menit/*pcs*. Jumlah pesanan 35 *pcs* dikerjakan 3 kali di mesin bordir kepala 12 dan proses bordir terakhir sejumlah 11 potong kain bordir selesai pada menit 2961. Mukena Seruni mulai dijahit pada menit 1180, dengan waktu jahit 15 menit/*pcs*. Jumlah pesanan 50 *pcs* dikerjakan 4 kali di mesin bordir kepala 15 dan proses bordir terakhir sejumlah 5 potong kain bordir selesai pada menit 3595. Mukena Tersanjung mulai dijahit pada menit 1480, dengan waktu jahit 15 menit/*pcs*. Jumlah pesanan 100 *pcs* dikerjakan 5 kali di mesin bordir kepala 20 dan proses bordir terakhir sejumlah 20 potong kain bordir selesai pada menit 5140. Mukena Melati mulai dijahit pada menit 3396, dengan waktu jahit 15 menit/*pcs*. Jumlah pesanan 150 *pcs* dikerjakan 13 kali di mesin bordir kepala 12 dan proses bordir terakhir sejumlah 6 potong kain bordir selesai pada menit 10686. Mukena Bunga mulai dijahit pada menit 3780, dengan waktu jahit 15 menit/*pcs*. Jumlah pesanan 20 *pcs* dikerjakan 2 kali di mesin bordir kepala 12 dan proses bordir terakhir sejumlah 8 potong kain bordir selesai pada menit 4500. Baju Koko mulai dijahit pada menit 4000, dengan waktu jahit 20 menit/*pcs*. Jumlah pesanan 20 *pcs* dikerjakan 2 kali di mesin bordir kepala 15 dan proses bordir terakhir sejumlah 5 potong kain bordir selesai pada menit 4580. Pesanan Kebaya mulai dijahit pada menit 4056, dengan waktu jahit 10 menit/*pcs*. Jumlah pesanan 15 *pcs* dikerjakan 2 kali di mesin bordir kepala 12 dan proses bordir terakhir sejumlah 3 potong kain bordir selesai pada menit 4446.

4. Proses Obras

Proses obras adalah tahap penyelesaian produk. Pada tahapan ini dilakukan pengecekan hasil dari proses jahit. Setelah produk selesai dijahit sejumlah kapasitas mesin bordir kemudian langsung dibawa ke *station* obras. Pengalokasian mesin obras satu pesanan untuk satu mesin sampai jumlah pesanan terselesaikan. Untuk Mukena Potongan mulai diobras di mesin obras 1 pada menit 810, dengan waktu proses 10 menit/*pcs*

menyelesaikan Mukena Potongan pada menit $3240+(2 \times 10 \text{ menit}) = 3260$ menit. Mukena Terusan mulai diobras di mesin obras pada menit 831, dengan waktu proses 5 menit/*pcs* menyelesaikan Mukena Terusan pada menit 3936. Pesanan ketiga, Mukena Sadariah mulai diobras di mesin obras 3 pada menit 1011, dengan waktu proses 5 menit/*pcs* menyelesaikan Mukena Sadariah pada menit $2961+(11 \times 5 \text{ menit}) = 3016$ menit. Pesanan keempat, Mukena Seruni mulai diobras di mesin obras 4 pada menit 1195, dengan waktu proses 5 menit/*pcs* menyelesaikan Mukena Seruni pada menit 3620. Pesanan kelima, Mukena Tersanjung mulai diobras di mesin obras 5 pada menit 1495, dengan waktu proses 5 menit/*pcs* menyelesaikan mukena Tersanjung pada menit 5240. Untuk Mukena Melati mulai diobras di mesin obras 3 pada menit 3016, dengan waktu proses 5 menit/*pcs* menyelesaikan Mukena Melati pada menit 10716. Mukena Bunga mulai diobras di mesin obras 1 pada menit 3260, dengan waktu proses 5 menit/*pcs* menyelesaikan Mukena Bunga pada menit 4525. Pesanan selanjutnya, Baju Koko mulai diobras di mesin obras 4 pada menit 3620, dengan waktu proses 7 menit/*pcs* menyelesaikan pesanan ini pada menit 4636. Pesanan terakhir, Baju Kebaya mulai diobras di mesin obras 2 pada menit 3936, dengan waktu proses 5 menit/*pcs* menyelesaikan pesanan ini pada menit 4521.

Dengan kondisi penjadwalan saat ini yang diterapkan oleh perusahaan, ada 2 pesanan yang mengalami keterlambatan yaitu Mukena Sadariah dan Mukena Melati. Untuk Mukena Sadariah diselesaikan pada hari ke-8 sedangkan untuk waktu tenggat pesanan tersebut pada hari ke-7. Pesanan Mukena Melati yang merupakan pesanan dengan jumlah terbanyak akan tetapi dikerjakan di mesin bordir kp112, karena mesin tersebut yang terlebih dahulu menyelesaikan pekerjaan sebelumnya. Sehingga proses bordir harus dikerjakan pada mesin tersebut sebanyak 13 kali. Keterlambatan untuk masing-masing pesanan tersebut adalah 1 dan 4 hari, sehingga total keterlambatan untuk pesanan yang diterima oleh perusahaan dengan metode yang diterapkan pada saat ini adalah 5 hari. Keterlambatan ini diakibatkan oleh pengalokasian mesin bordir yang kurang tepat, sehingga mesin bordir yang sudah selesai mengerjakan tugasnya akan menganggur karena pesanan harus dikerjakan pada satu mesin saja.

4.4.2 Penjadwalan dengan Aturan EDD

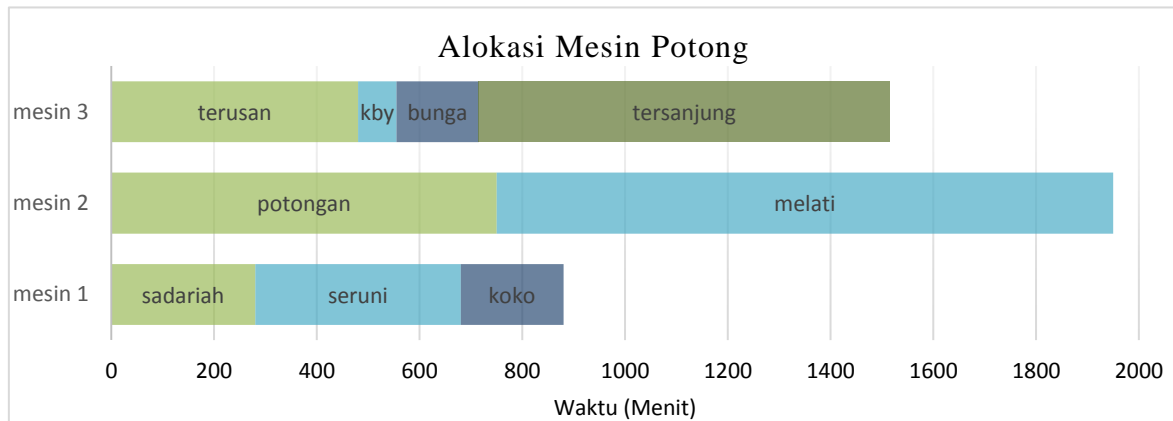
Saat ini perusahaan menerapkan aturan *First Come First Serve* (FCFS) dengan mengerjakan pesanan sesuai dengan urutan kedatangan pesanan dan pesanan selanjutnya dikerjakan bersamaan tanpa menunggu penyelesaian pesanan sebelumnya. Pengerjaan

pesanan dimulai dari proses pemotongan kain, proses bordir, proses jahit, dan terakhir proses obras. Akan tetapi ada 2 *job* yang mengalami keterlambatan, yaitu Mukena Sadariah dan Mukena Melati. Dalam hal ini, untuk mengurangi keterlambatan yang terjadi, pengerjaan *job* disesuaikan dengan waktu tenggat dari *job* masing-masing, dan pemilihan mesin bordir berdasarkan waktu penyelesaian paling cepat sesuai dengan aturan *Earliest Due Date*. Dilihat dari waktu yang dibutuhkan pada setiap proses, waktu proses bordir berbeda jauh dengan waktu proses lainnya. Sehingga pengalokasian mesin potong mempengaruhi waktu *idle* dari mesin bordir. Proses jahit menunggu proses bordir dan proses obras menunggu proses jahit. Semakin cepat proses potong yang dikerjakan maka semakin awal mesin bordir beroperasi. Untuk mengetahui pengaruh mesin potong terhadap mesin bordir, akan disajikan *Gantt Chart* pengalokasian mesin potong dan bordir.

1. Proses Potong

Pada *station* pemotongan, pesanan yang paling awal dikerjakan yaitu pesanan Mukena Sadariah dengan jumlah pesanan 35 *pcs*. Mesin Potong 1 dialokasikan untuk memotong kain dengan waktu penyelesaian 280 menit. Pemotongan disesuaikan dengan mesin bordir yang dialokasikan. Untuk pesanan kedua dan ketiga bisa berlangsung bersamaan dengan pesanan pertama, karena mesin belum teralokasikan. Pesanan Mukena Potongan dengan jumlah pesanan 50 dikerjakan pada Mesin Potong 2 dengan waktu penyelesaian 750 menit. Mukena Terusan dengan jumlah pesanan 60, dikerjakan pada Mesin Potong 3 dengan waktu penyelesaian 480 menit. Pesanan keempat dikerjakan pada Mesin Potong 1, karena mesin 1 lebih dahulu menyelesaikan pemotongan kain. Mukena Seruni mulai dikerjakan pada menit 280, jumlah pesanan sebanyak 50 *pcs* diselesaikan dengan waktu 400 menit. Pesanan Kebaya dikerjakan pada Mesin Potong 3, dimulai pada menit ke 480 dengan lama waktu pemotongan 75 menit untuk jumlah pesanan 5 *pcs*. Waktu pemotongan kain paling akhir pada pesanan Mukena Melati dengan jumlah pesanan 150, mulai dipotong pada menit 750 dan selesai pada 1950 menit. Mukena Bunga Kuncup dikerjakan pada Mesin Potong 3, dimulai pada menit 555 dan selesai pada menit 715 untuk jumlah pesanan 20 *pcs*. Pesanan Baju koko dengan jumlah 20 dikerjakan pada Mesin Potong 1 dengan waktu pemotongan 200 menit. Untuk pesanan Tersanjung, dikerjakan Mesin Potong 3 pada menit 715 dan selesai pada waktu 1515 menit untuk jumlah pesanan 100 *pcs*.

Untuk *Gantt Chart* mesin potong dapat dilihat pada Gambar 4.12. Hasil pengalokasian mesin potong untuk metode penjadwalan yang diterapkan oleh perusahaan saat ini tidak efektif. Mesin 1 dan 2 yang telah selesai melakukan proses potong dan tidak dialokasikan untuk memotong pesanan Melati. Sehingga mesin 1 dan 2 harus *idle*.

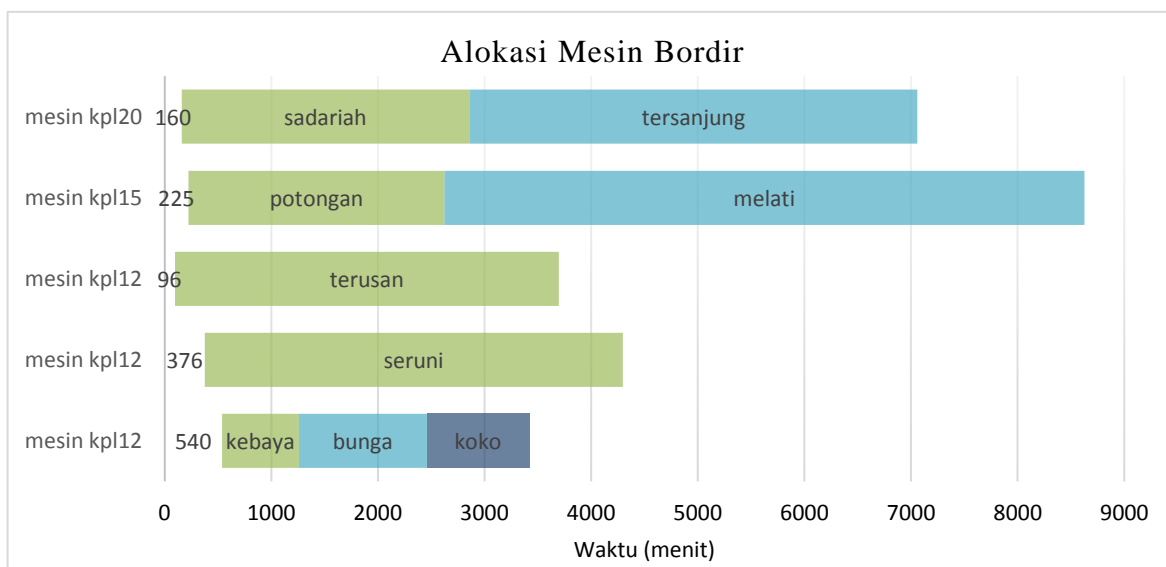


Gambar 4.12 Alokasi mesin bordir

2. Proses Bordir

Pada proses bordir, pesanan Mukena Sadariah dikerjakan pada mesin bordir kepala 20 (kapasitas mesin 20 pcs untuk setiap kali proses). Waktu bordir untuk Mukena Potongan adalah 2×900 menit dan waktu penyelesaiannya adalah 1960 menit. Setiap sekali proses bordir selesai, hasil kain bordir langsung dibawa ke *station* jahit. Untuk pesanan kedua, ketiga, keempat dan kelima bisa berlangsung bersamaan dengan pesanan pertama, karena mesin belum teralokasikan. Pesanan Mukena Potongan dengan jumlah pesanan 50 dikerjakan pada mesin bordir kepala 15 dengan waktu penyelesaian $4 \times 600 = 2400$ menit. Mukena Terusan dengan jumlah pesanan 60, mulai dikerjakan pada menit 96 di mesin bordir kepala 12 dengan waktu penyelesaian $5 \times 720 = 3600$ menit. Mukena Seruni mulai dikerjakan pada menit 376 di mesin bordir kepala 12, jumlah pesanan sebanyak 50 pcs diselesaikan dengan waktu $5 \times 780 = 3900$ menit. Pesanan Kebaya dikerjakan pada mesin bordir kepala 12, dimulai pada menit ke 460 dengan lama waktu pengerjaan $2 \times 360 = 720$ menit untuk jumlah pesanan 15 pcs. Waktu bordir kain paling akhir pada pesanan Mukena Melati dengan jumlah pesanan 150, mulai dibordir pada menit 2625 dengan waktu pengerjaan $13 \times 600 = 7800$ menit dan selesai pada 8625 menit. Mukena Bunga Kuncup dikerjakan pada mesin bordir kepala 12, dimulai pada menit 1260 dengan waktu pengerjaan $2 \times 600 = 1200$ menit dan selesai pada menit 2460 untuk jumlah pesanan 20 pcs. Pesanan Baju koko dengan jumlah 20 dikerjakan pada mesin bordir kepala 12 dengan waktu bordir 960 menit dan selesai pada menit 3420. Untuk pesanan

Mukena Tersanjung, dikerjakan mesin bordir kepala 20 pada menit 1960 dan selesai pada waktu 6160 menit untuk jumlah pesanan 100 pcs. Hasil pengalokasian mesin pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Alokasi mesin bordir

Pada Gambar 4.13 menunjukkan pengalokasian mesin bordir yang tidak efektif. Perbedaan penyelesaian dari setiap *job* kurang merata. Sehingga pesanan Mukena Melati yang jumlah pesanan paling banyak yaitu 150 pcs,

3. Proses Jahit

Pada proses jahit, hasil kain bordir digabungkan sesuai dengan jenis pesanan. Setiap sekali proses bordir selesai langsung dilanjutkan di mesin jahit sesuai dengan kapasitas mesin bordir. Mukena Sadariah mulai dijahit pada menit 1060, dengan waktu jahit 15 menit/pcs. Jumlah pesanan 35 pcs dikerjakan 2 kali di mesin bordir kepala 20 dan proses bordir terakhir sejumlah 15 potong kain bordir selesai pada menit $1960 + (15 \times 15 \text{ menit}) = 2185$ menit. Mukena Potongan mulai dijahit pada menit 825, dengan waktu jahit 30 menit/pcs. Jumlah pesanan 50 pcs dikerjakan 4 kali di mesin bordir kepala 15 dan proses bordir terakhir sejumlah 5 potong kain bordir selesai pada menit 2775. Mukena Terusan mulai dijahit pada menit 816, dengan waktu jahit 15 menit/pcs. Jumlah pesanan 60 pcs dikerjakan 5 kali di mesin bordir kepala 12 dan proses bordir terakhir sejumlah 12 potong kain bordir selesai pada menit 3876. Mukena Seruni mulai dijahit pada menit 1156, dengan waktu jahit 15 menit/pcs. Jumlah pesanan 50 pcs dikerjakan 5 kali di mesin bordir kepala 12 dan proses bordir terakhir sejumlah 12 potong kain bordir selesai pada menit 4306. Kebaya mulai dijahit pada menit 4306, dengan waktu jahit 10 menit/pcs. Jumlah pesanan 15 pcs dikerjakan 2 kali di mesin bordir kepala 12 dan proses bordir terakhir sejumlah 8 potong kain bordir selesai pada menit 5406. Mukena Bunga

mulai dijahit pada menit 1860, dengan waktu jahit 15 menit/*pcs*. Jumlah pesanan 20 *pcs* dikerjakan 2 kali di mesin bordir kepala 12 dan proses bordir terakhir sejumlah 8 potong kain bordir selesai pada menit 2580. Koko mulai dijahit pada menit 2940, dengan waktu jahit 20 menit/*pcs*. Jumlah pesanan 20 *pcs* dikerjakan 2 kali di mesin bordir kepala 12 dan proses bordir terakhir sejumlah 8 potong kain bordir selesai pada menit 3580. Mukena Tersanjung mulai dijahit pada menit 2800, dengan waktu jahit 15 menit/*pcs*. Jumlah pesanan 100 *pcs* dikerjakan 5 kali di mesin bordir kepala 20 dan proses bordir terakhir sejumlah 20 potong kain bordir selesai pada menit 6460. Pesanan Mukena Melati mulai dijahit pada menit 3225, dengan waktu jahit 15 menit/*pcs*. Jumlah pesanan 150 *pcs* dikerjakan 10 kali di mesin bordir kepala 15 dan proses bordir terakhir sejumlah 15 potong kain bordir selesai pada menit 8850.

4. Proses Obras

Proses obras adalah tahap penyelesaian produk. Pada tahapan ini dilakukan pengecekan hasil dari proses jahit. Setelah produk selesai dijahit sejumlah kapasitas mesin bordir kemudian langsung dibawa ke *station* obras. Pengalokasian mesin obras satu pesanan untuk satu mesin sampai jumlah pesanan terselesaikan. Untuk Mukena Sadariah mulai diobras di mesin obras 1 pada menit 1075, dengan waktu proses 5 menit/*pcs* menyelesaikan Mukena Sadariah pada menit 2260. Mukena Potongan mulai diobras di mesin obras 2 pada menit 855, dengan waktu proses 10 menit/*pcs* menyelesaikan Mukena Potongan pada menit 2825. Pesanan ketiga, Mukena Terusan mulai diobras di mesin obras 3 pada menit 831, dengan waktu proses 5 menit/*pcs* menyelesaikan Mukena Terusan pada menit 3936. Pesanan keempat, Mukena Seruni mulai diobras di mesin obras 4 pada menit 1171, dengan waktu proses 5 menit/*pcs* menyelesaikan Mukena Seruni pada menit 4316. Pesanan kelima, Kebaya mulai diobras di mesin obras 5 pada menit 830, dengan waktu proses 5 menit/*pcs* menyelesaikan Kebaya pada menit 1225. Untuk Mukena Bunga mulai diobras di mesin obras 5 pada menit 1225, tetapi harus menunggu sampai menyelesaikan proses obras untuk produk lainnya. Baju Koko mulai dikerjakan di mesin obras 1 pada menit 2260, dengan waktu proses 7 menit/*pcs* menyelesaikan Baju Koko pada menit 3636. Mukena Tersanjung mulai diobras di mesin obras 5 pada menit 2620, dengan waktu proses 5 menit/*pcs* menyelesaikan Mukena Bunga pada menit 6560. Pesanan terakhir, Mukena Melati mulai diobras di mesin obras 2 pada menit 2825, dengan waktu proses 5 menit/*pcs* menyelesaikan pesanan ini pada menit 8925.

Dengan mempertimbangkan waktu tenggat untuk urutan pengerjaan pesanan dan pemilihan mesin bordir yang mempertimbangkan waktu penyelesaian paling singkat untuk setiap pesannya, masih ada 1 pesanan yang mengalami keterlambatan penyelesaian pesanan. Pesanan yang terlambat yaitu Mukena Seruni, dengan realisasi penyelesaian pesanan pada hari ke 11 tetapi tenggat waktu pesanan tersebut pada hari ke 10. Sehingga total keterlambatan dengan menggunakan metode ini adalah 1 hari.

4.4.3 Penjadwalan dengan *Software* MATLAB

Pengembangan algoritma di perusahaan CV. Subur Makmur mengikuti aturan prioritas. Aturan yang digunakan pada pengembangan algoritma ini adalah aturan *Earliest Due Date* (EDD), dan *First Come First Serve* (FCFS). Pengembangan ini membangkitkan urutan pengerjaan pesanan untuk setiap mesinnya. Urutan yang dibangkitkan sejumlah 7 urutan dengan 5 mengikuti aturan *Earliest Due Date* dan 2 urutan lain mengikuti aturan *First Come First Serve*. Pada aturan EDD, urutan penyelesaian pekerjaan berdasarkan tenggat waktu setiap pesanan dimana tenggat waktu paling cepat dikerjakan terlebih dahulu sampai tenggat waktu yang paling akhir. Untuk pengalokasian mesin pada aturan ini mengikuti kondisi perusahaan saat ini yaitu setiap pesanan dikerjakan oleh satu mesin sampai selesai, dan pengalokasian berdasarkan kondisi mesin yang paralel identik sehingga bisa mengerjakan pesanan yang sama di setiap mesin.

Penyelesaian pesanan dengan aturan *Earliest Due Date* dengan mengikuti kondisi *existing* perusahaan pada algoritma yang dikembangkan menghasilkan penyelesaian pesanan yang kurang dari waktu tenggat. Urutan dengan kondisi saat ini (EDD 1 mesin) menyelesaikan pesanan Sadariah pada menit ke 1707, Potongan pada menit ke 1690, Terusan pada menit ke 2458, Seruni pada menit ke 3840, Kebaya pada menit 3595, Bunga pada menit 4147, Koko pada menit 4188, Tersanjung pada menit 5787, Melati pada menit 7642. Berbeda dengan urutan EDD yang lain dimana pengalokasian mesin potong mengerjakan setiap pesanan secara bersamaan, sehingga waktu *idle* mesin bordir untuk menunggu hasil potongan kain dapat berkurang. Untuk kondisi perusahaan saat ini dimana mengerjakan pesanan sesuai dengan urutan waktu kedatangan (FCFS 1), penyelesaian pesanan untuk 5 pesanan lebih besar dari pada urutan EDD yang dikembangkan. Semua urutan EDD memiliki *score* yang lebih besar dari jumlah pesanan yang berarti semua pesanan selesai sebelum tenggat waktu setiap pesanan.

Perbedaan ini sangat jelas jika dilihat dari nilai *score* untuk urutan EDD dan FCFS. Nilai FCFS yang jumlahnya kurang dari jumlah pesanan berarti bahwa ada pesanan yang selesai

melebihi waktu tenggat. Nilai *score* tertinggi berada pada urutan EDD 3 dengan nilai 20,525. Nilai ini menunjukkan total nilai yang dimiliki setiap urutan dimana setiap *job* yang tidak terlambat diberi nilai 1 ditambahkan dengan selisih *due date* dikurangi aktual penyelesaian kemudian dibagi *due date*. *Job* yang terlambat mendapatkan nilai 0, sehingga *score*-nya tidak melebihi jumlah pesanan. Apabila semua *job* dalam satu urutan tidak ada yang terlambat, maka nilai *score* urutan tersebut ditambah 10. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa *score* yang tertinggi ada pada urutan yang terbaik. Dengan nilai penambah yang besar, maka semakin terlihat perbedaan antara nilai *score* dari urutan yang menyelesaikan semua *job* sebelum *due date* dengan urutan yang memiliki *job* yang selesai melebihi *due date*.

Urutan yang terbaik dibuat menjadi *Gantt Chart* untuk melihat pengalokasian mesin untuk setiap tahapnya. Pada proses potong, semua mesin potong yang tersedia dialokasikan untuk penyelesaian pesanan sesuai dengan urutan pesanan. pada pesanan 1 (Sadariah), Mesin Potong 1, 2, 3 mengerjakan proses potong secara bersamaan. Waktu penyelesaian pesanan 1 adalah 96 menit pada Mesin Potong 1; 96 menit pada Mesin Potong 2; dan 88 menit pada Mesin Potong 3. Untuk pesanan 2 (Potongan), dikerjakan selanjutnya dengan menunggu proses potong sebelumnya sudah dialokasikan. Begitu juga untuk pesanan 3 (Terusan), 4 (Seruni), 5 (Kebaya), 6 (Bunga), 7 (Koko), 8 (Tersanjung), dan terakhir 9 (Melati) dikerjakan setelah Mesin Potong menyelesaikan pekerjaan sebelumnya. Pengalokasian 3 mesin potong untuk satu pesanan adalah untuk mengurangi waktu tunggu mesin bordir. Sehingga untuk memulai proses bordir Sadariah, waktu tunggu mesin bordir kpl12 hanya 32 menit. Sedangkan bila dikerjakan pada satu mesin waktu tunggu mesin bordir kpl12 adalah 96 menit.

Pada proses bordir, pengalokasian mesin berdasarkan kapasitas dan jumlah pesanan yang selesai dipotong. Untuk mesin yang pertama dialokasikan adalah Kpl12, Kpl15, dan Kpl20. Pengalokasian pertama pada mesin kpl12 untuk mengurangi waktu tunggu mesin untuk memproses pesanan. Jika pesanan Sadariah dialokasikan ke mesin kpl20, mesin tersebut beroperasi setelah mesin kapasitas 20 unit terpenuhi. Waktu potong untuk pesanan sadariah adalah 8 menit, untuk itu mesin bordir kpl20 menunggu sampai menit 160 agar bisa beroperasi. Hal yang sama juga berlaku untuk mesin bordir 15 dan 20. Apabila ada sisa potongan kain yang jumlahnya kurang dari kapasitas mesin, maka dikerjakan terakhir setelah pesanan tersebut masuk ke mesin bordir yang bisa dipenuhi sesuai kapasitasnya.

Pengembangan algoritma ini menghasilkan penyelesaian pesanan yang kurang dari tenggat waktu yang sudah ditentukan. Dengan mempertimbangkan kondisi mesin paralel yang identik sehingga setiap pesanan bisa dikerjakan di mesin potong secara bersamaan.

Semakin cepat potongan kain memenuhi jumlah kapasitas mesin yang digunakan maka semakin berkurang waktu mesin bordir untuk menunggu pesanan. Hal ini juga dipengaruhi waktu pemotongan kain yang sangat singkat dibandingkan dengan proses bordir. Jika proses bordir kain bisa dimulai lebih awal, maka waktu tunggu mesin jahit juga berkurang. Sehingga aturan EDD untuk pengembangan algoritma ini sangat berpengaruh dengan waktu penyelesaian pesanan. hal tersebut bisa dilihat dari Tabel 4.17 dimana semua urutan yang berdasarkan aturan EDD menyelesaikan pesanan kurang dari waktu tenggat sedangkan urutan dengan aturan FCFS memiliki keterlambatan penyelesaian di beberapa pesanan. dengan pengembangan algoritma ini, penyelesaian pesanan Mukena Potongan pada hari ke-4 dimana waktu penyelesaian lebih cepat 4 hari dari waktu tenggat. Mukena Terusan pada hari ke-6 dimana waktu penyelesaian 4 hari lebih cepat, Mukena Sadariah yang awalnya mengalami keterlambatan saat dikerjakan dengan kondisi sekarang dapat diselesaikan pada hari ke-3. Mukena Seruni diselesaikan pada hari ke-8 dimana 2 hari lebih cepat dari waktu tenggat. Pesanan Mukena Tersanjung selesai pada hari ke-13. Mukena Melati yang juga mengalami keterlambatan bisa diselesaikan pada hari ke 15. Mukena Bunga selesai 2 hari lebih cepat yaitu pada hari ke-9. Baju Koko yang selesai 2 hari sebelum waktu tenggat dan pesanan terakhir, Kebaya, dengan waktu penyelesaian 8 hari. Total *tardiness* untuk pengembangan algoritma ini adalah 0.

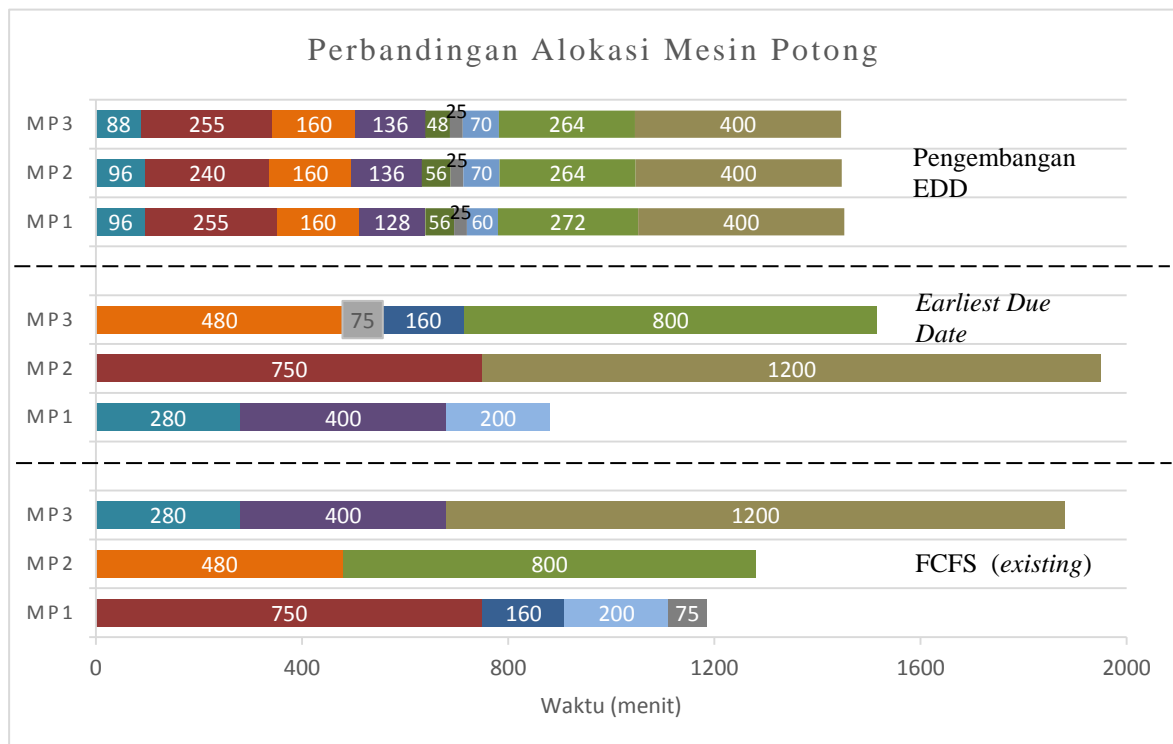
4.4.4 Perbandingan Hasil Penyelesaian

Penjadwalan produksi di CV. Subur Makmur menggunakan aturan *First Come First Serve*, dimana urutan pengerjaan pesanan berdasarkan tanggal pemesanan. Pesanan tersebut dikerjakan sesuai tahapan proses yaitu proses potong, bordir, jahit dan obras. setiap tahap ada beberapa mesin yang dialokasikan untuk pengerjaan pesanan.

1. Proses Potong

Pengalokasian mesin potong pada kondisi saat ini yaitu mengerjakan satu pesanan sampai selesai kemudian mengerjakan pesanan lainnya. Hal ini yang menyebabkan mesin potong *idle* karena pesanan hanya boleh dikerjakan pada satu mesin. Mesin Potong 1 menyelesaikan pesanan Kebaya pada menit 1185 setelah itu *idle*, karena pesanan sudah teralokasikan ke Mesin Potong 3. Waktu penyelesaian paling akhir dalam proses potong adalah pesanan Melati dengan jumlah pesanan 150 *pcs* selesai dipotong pada menit 1880. Kemudian untuk penjadwalan dengan menggunakan aturan *Earliest Due Date* hampir sama dengan kondisi yang diterapkan perusahaan saat ini. Perbedaannya terletak pada urutan pengerjaan pesanan dimana tenggat waktu pesanan

yang paling awal dikerjakan terlebih dahulu. Dengan aturan ini, mesin potong yang ada mengalami idle lebih lama daripada kondisi sebelumnya. Mesin Potong 1 telah selesai mengerjakan pesanan Baju Koko pada menit 880, tetapi Mesin Potong 3 menyelesaikan proses potong Mukena Melati hingga menit 1950. Pada pengembangan penjadwalan dengan aturan *Earliest Due Date*, mesin potong yang paralel identik dialokasikan untuk mengerjakan pesanan secara bersamaan. Hal ini dilakukan karena waktu proses mesin potong sangat kecil jika dibandingkan mesin bordir, mengurangi waktu tunggu dari mesin bordir, dan mengurangi waktu idle karena menunggu mesin potong lain yang masih mengerjakan proses potong. Dengan demikian Mesin Potong 1, 2, dan 3 secara bersamaan menyelesaikan semua pesanan pada menit 1400. Untuk Mukena Terusan pada pengembangan algoritma diselesaikan lebih lama dibandingkan kondisi perusahaan saat ini akan tetapi pesanan ini tidak mengalami keterlambatan karena mesin bordir sudah dialokasikan ke pesanan sebelumnya. Gambar 4.14 menunjukkan perbandingan alokasi mesin potong satu pesanan pada satu mesin dan setiap pesanan dikerjakan pada di semua mesin potong.



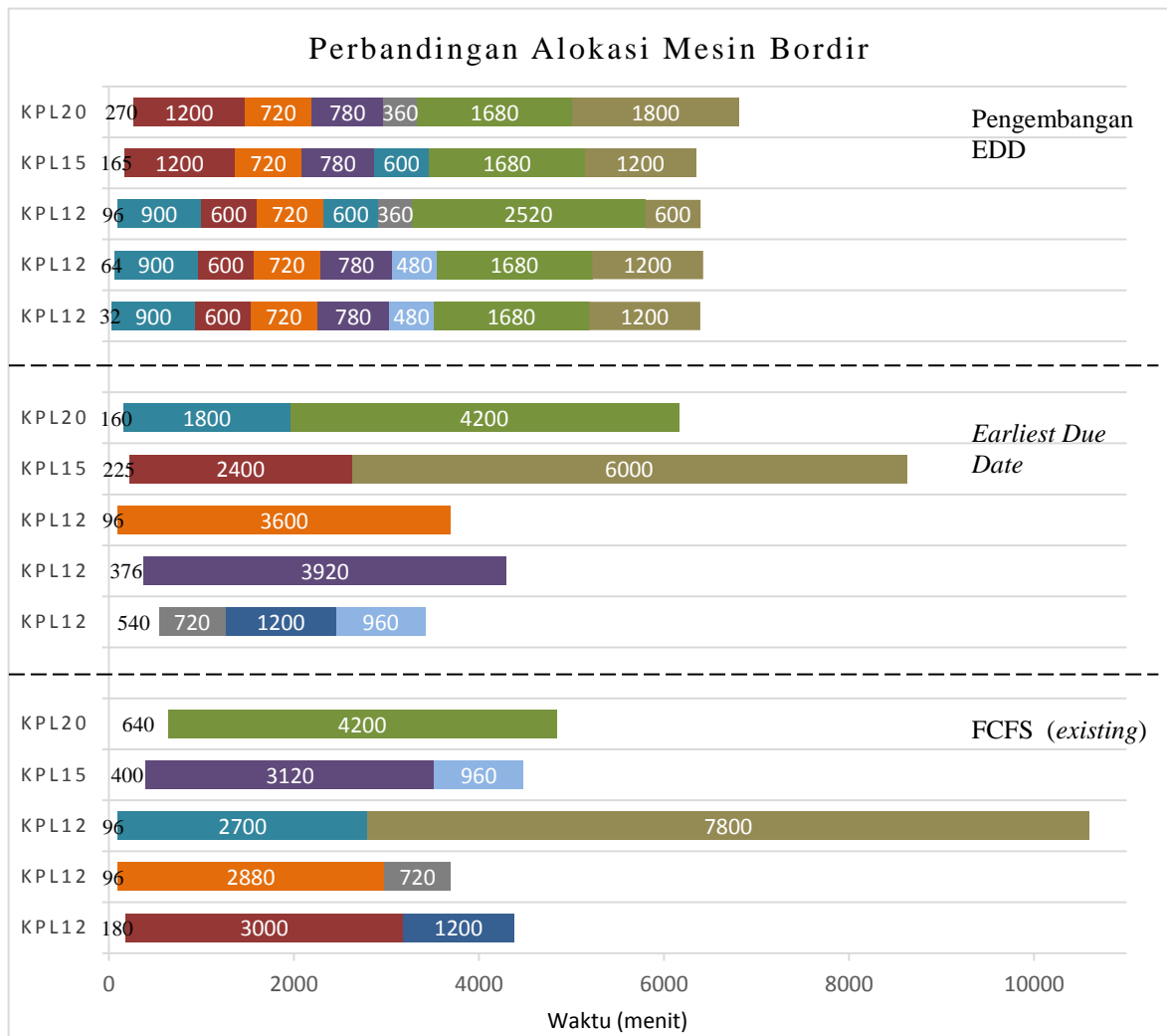
Gambar 4.14 Perbandingan alokasi mesin potong

Keterangan warna :

Potongan		Seruni		Bunga	
Terusan		Tersanjung		Koko	
Sadariah		Melati		Kebaya	

2. Proses Bordir

Pada proses bordir yang dilakukan perusahaan saat ini mengikuti urutan kedatangan pesanan, dimana pengalokasian mesin bordir dimulai dari mesin bordir kpl12, kpl15 dan kpl20. Kemudian untuk aturan *Earliest Due Date*, pemilihan mesin bordir dilakukan dengan menghitung waktu penyelesaian setiap pesanan pada setiap mesin bordir. Penyelesaian tercepat dipilih untuk pengalokasian mesinnya. Untuk pengembangan algoritma yang dilakukan, pengalokasian mesin bordir dilakukan dengan melihat pesanan yang sudah terpotong sejumlah kapasitas mesin bordir. Perbandingan aturan yang digunakan untuk penjadwalan produksi dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Perbandingan alokasi mesin bordir

Keterangan warna :

Potongan	Q = 50 pcs	Seruni	Q = 50 pcs	Bunga	Q = 20 pcs
Terusan	Q = 60 pcs	Tersanjung	Q = 100 pcs	Koko	Q = 20 pcs
Sadariah	Q = 35 pcs	Melati	Q = 150 pcs	Kebaya	Q = 15 pcs

Perbedaan pengalokasian mesin bordir untuk setiap metode yang diterapkan adalah sebagai berikut.

a. Penjadwalan *Existing* Perusahaan

Mukena Potongan mulai dibordir pada waktu $12 \times 15 \text{ menit} = 180$ menit karena dikerjakan pada mesin bordir kapasitas 12 unit dan waktu pemotongan kain 15 menit. Waktu $5 \times 600 \text{ menit} = 3000$ menit. Mukena Terusan dikerjakan pada mesin bordir kepala 12 dengan waktu penyelesaian $5 \times 720 = 3600$ menit. Mukena Sadariah dikerjakan pada mesin bordir kepala 12 dengan waktu penyelesaian $3 \times 900 = 2700$ menit. Mukena Seruni dikerjakan pada mesin bordir kepala 15, jumlah pesanan sebanyak 50 *pcs* diselesaikan dengan waktu $4 \times 780 = 3120$ menit. Mukena Tersanjung dikerjakan pada mesin bordir kepala 20, dimulai pada menit ke 640 dengan lama waktu pengerjaan $5 \times 840 = 4200$ menit untuk jumlah pesanan 100 *pcs*. Mukena Melati dengan jumlah pesanan 150, mulai dibordir menit 2796 di mesin bordir kpl12 dengan waktu pengerjaan $13 \times 600 = 7800$ menit dan selesai pada 10596 menit. Mukena Bunga Kuncup dikerjakan pada mesin bordir kepala 12 dengan waktu pengerjaan $2 \times 600 = 1200$ menit. Baju koko dikerjakan pada mesin bordir kepala 15 dengan waktu bordir $2 \times 480 = 960$ menit. Kebaya dikerjakan mesin bordir kepala 12 dengan waktu $2 \times 360 = 720$ menit.

b. Penjadwalan dengan aturan EDD

Pengalokasian mesin bordir sesuai dengan urutan EDD dari pesanan. Waktu penyelesaian tercepat pada setiap mesin bordir yang *idle*. Mukena Sadariah dikerjakan pada mesin bordir kepala 20. Waktu bordir untuk Mukena Sadariah adalah $2 \times 900 = 1800$ menit untuk 20 pesanan. Pesanan Mukena Potongan dengan jumlah pesanan 50 dikerjakan pada mesin bordir kepala 15 sehingga dikerjakan 4 kali dengan waktu penyelesaian $4 \times 600 = 2400$ menit. Mukena Terusan dengan jumlah pesanan 60 dikerjakan pada mesin bordir kepala 12 dengan waktu penyelesaian $5 \times 720 = 3600$ menit. Mukena Seruni mulai dikerjakan di mesin bordir kepala 12, jumlah pesanan sebanyak 50 *pcs* diselesaikan dengan waktu $5 \times 780 = 3900$ menit. Pesanan Kebaya dikerjakan pada mesin bordir kepala 12 dengan lama waktu pengerjaan $2 \times 360 = 720$ menit untuk jumlah pesanan 15 *pcs*. Mukena Melati dengan jumlah pesanan 150 dikerjakan di mesin bordir kepala 15 dengan waktu pengerjaan $10 \times 600 = 6000$ menit dan selesai pada 8625 menit. Berbeda dengan kondisi perusahaan yang mengerjakan Mukena Melati pada mesin kepala 12 sehingga waktu yang dibutuhkan lebih lama. Mukena Bunga Kuncup dikerjakan pada mesin bordir kepala 12 dengan waktu pengerjaan $2 \times 600 = 1200$ menit untuk jumlah pesanan 20 *pcs*. Baju koko dengan jumlah

20 dikerjakan pada mesin bordir kepala 12 dengan waktu bordir $2 \times 480 = 960$ menit. Mukena Tersanjung dikerjakan mesin bordir kepala 20 pada menit 1960 dengan waktu $5 \times 840 = 4200$ menit untuk jumlah pesanan 100 pcs.

c. Pengembangan aturan EDD dengan MATLAB

Untuk pengembangan algoritma yang dilakukan, pengalokasian mesin bordir dilakukan dengan melihat pesanan yang sudah terpotong sejumlah kapasitas mesin bordir. Setiap pesanan bisa dikerjakan pada mesin yang berbeda tergantung pada urutan waktu tenggat dan mesin bordir yang belum dialokasikan. Mesin potong dialokasikan secara bersamaan untuk setiap pesanan. Hal ini dilakukan agar mesin bordir tidak *idle* terlalu lama karena menunggu proses potong. Sehingga memungkinkan terjadinya pengerjaan pesanan di mesin bordir yang berbeda. Pada Mukena Sadariah pekerjaan bordir bisa dimulai pada menit ke 32 dan dikerjakan pada semua bordir kepala 12. Waktu bordir sama dengan kondisi saat ini yaitu 2700. Pesanan Potongan dikerjakan pada mesin bordir kepala 20 (2 kali), kepala 15 (2 kali), dan kepala 12 masing-masing 1 kali. Demikian juga dengan Mukena Tersanjung, dikerjakan pada mesin kepala 20 (2 kali), kepala 15 (2 kali), dan kepala 12 (6 kali) sehingga waktu bordir lebih lama dibandingkan dengan kondisi sekarang Waktu penyelesaian proses bordir untuk Mukena Tersanjung pada pengembangan EDD selesai pada menit 5796 dimana lebih lama dibandingkan kondisi saat ini yaitu menit 4840. Tidak terjadi keterlambatan karena waktu paling lama untuk penyelesaian bordir dari Mukena Tersanjung adalah menit 6240. Akan tetapi untuk pesanan lain, waktu penyelesaian bordir selalu lebih cepat dibandingkan kondisi sekarang karena 1 pesanan bisa dikerjakan di lebih dari 1 mesin bordir. Sehingga tidak ada keterlambatan pengerjaan pesanan dengan pengembangan EDD dan waktu paling akhir untuk menyelesaikan proses bordir di menit 6810.

3. *Completion Time*

Waktu penyelesaian pesanan pada tabel 4.20 menunjukkan hasil penyelesaian pengembangan yang kurang dari *existing* dan EDD. Dengan kondisi perusahaan yang sekarang, ada 2 pesanan yang terlambat dengan total *tardiness* 5 hari. Untuk aturan EDD, penyelesaian pesanan yang terlambat adalah 1 pesanan yaitu pada Mukena Seruni dengan total *tardiness* 1 hari. Pada pengembangan algoritma yang dilakukan, semua pesanan selesai sebelum tenggat waktu yang ditentukan sehingga total *tardiness* 0 hari. Penyelesaian Mukena Sadariah menurun 65,78% dari 3016 ke 1032; Mukena Potongan menurun 55,58% dari 3260 ke 1448; Mukena Terusan menurun 40,60% dari 3936 ke 2338; Mukena Seruni menurun 14,72% dari 3620 ke 3087; Kebaya menurun 25,92%

dari 4521 ke 3349; Mukena Mukena Bunga menurun 22,76% dari 4525 ke 3495; Baju Koko menurun 22,67% dari 4636 ke 3585; Mukena Tersanjung menurun 3,36% dari 5240 ke 5064; Mukena Melati menurun 41,97% dari 10716 ke 6218. Tabel 4.20 menunjukkan perbedaan penyelesaian untuk setiap pesanan.

Tabel 4.20
Perbandingan penyelesaian pesanan

	Sadarih	Potongan	Terusan	Seruni	Kebaya	Bunga	Koko	Tersanjung	Melati
<i>Existing</i>	3016	3260	3936	3620	4521	4525	4636	5240	10716
EDD	2260	2825	3936	4316	1225	2620	3636	6560	8925
Pengembangan	1032	1448	2338	3087	3349	3495	3585	5064	6218
Selisih	-65,78%	-55,58%	-40,60%	-14,72%	-25,92%	-22,76%	-22,67%	-3,36%	-41,97%

4.5 Rekomendasi Perbaikan

Pada tahap analisis dan pembahasan, hasil pengembangan algoritma menghasilkan penjadwalan produksi yang paling optimal. Penyelesaian pesanan tidak melebihi batas waktu *deadline*, sehingga tidak ada pesanan yang terlambat. Untuk melakukan penjadwalan pada pesanan yang akan datang, diharapkan perusahaan mengikuti penjadwalan algoritma EDD yang dikembangkan sesuai dengan Lampiran 2. Langkah-langkah penjadwalan adalah sebagai berikut.

1. Mengganti variabel a,b,c,...u dengan jumlah pesanan yang sesuai dengan urutan EDD

```
%% Quantitas
q=[a,b,c,...u];
```

2. Mengganti variabel k,l,m,..p dengan waktu proses untuk setiap pesanan pada proses potong, bordir, jahit, dan obras sesuai dengan urutan EDD

```
%% waktu
%Proses Potong
job_p=[k,l,m,...p];
%Proses Bordir
job_b=[ k,l,m,...p];
%Proses Jahit
job_j=[ k,l,m,...p];
%Proses Obras
job_o=[ k,l,m,...p];
%deadline
hari=[ k,l,m,...p];
```

3. Melakukan komputasi (*running*) *coding* pengembangan algoritma pada *software* MATLAB setelah memasukan jumlah pesanan dan waktu proses. Hasil komputasi akan mengalokasikan mesin sesuai dengan jumlah dan kapasitas mesin sesuai dengan jumlah setiap pesanan sehingga pesanan akan diselesaikan sebelum batas waktu penyelesaian.