

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab pengumpulan dan pengolahan data berisiskan data-data yang dikumpulkan untuk penelitian, lalu dilanjutkan dengan mengolah data-data yang telah didapatkan. *Output* dari bab ini, yaitu berkaitan dengan penjadwalan *production batch* untuk mengurangi waktu tunggu.

#### 4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data ditujukan untuk dapat menunjang pengolahan data pada penelitian ini. Data yang dikumpulkan terdiri data data primer dan data sekunder. Data-data tersebut, yaitu gambaran umum PT. SIA, deskripsi produk, proses pengemasan kembali, jadwal produksi *Stethoscope* Bulan Juni 2020, waktu proses serta waktu *set up*, jumlah hari kerja, jam kerja, jumlah operator, jarak antar stasiun kerja dan waktu perpindahan, serta Upah Minimum Kota (UMK) Cimahi.

##### 4.1.1 Gambaran Umum PT. Sugih Instrumendo Abadi (SIA)

Perusahaan adalah unit organisasi yang menggunakan berbagai faktor produksi untuk mendapatkan keuntungan yang dihasilkan dari penjualan barang dan jasa (Pracoyo dan Pracoyo, 2006). Menurut Sulistyarini, Novareza, & Darmawan (2018) menyatakan, manufaktur merupakan proses pembentukan suatu bahan baku menjadi suatu proses yang berteknologi dimana teknologi dalam industri manufaktur berkembang kian pesat. Perusahaan manufaktur dapat didefinisikan sebagai perusahaan yang memanfaatkan faktor produksi dalam mentransformasi bahan baku menjadi suatu proses yang berteknologi untuk mendapatkan keuntungan.

PT. Sugih Instumendo Abadi (SIA) adalah salah satu perusahaan manufaktur yang tergabung pada kelompok perusahaan Abadi Nusa Group Company (ABN). ABN merupakan perusahaan swasta yang berkaitan dengan industri dan distribusi alat-alat kesehatan. PT. SIA didirikan pada tahun 1990 dan berlokasi di Jalan Tembakan RT.01/RW.01 Desa Cipeundeuy, Padalarang – Indonesia. Luas pabrik PT. SIA yang terletak di Cipeundeuy, yaitu 1 hektar. Total jumlah karyawan perusahaan ini yaitu sekitar 350 orang. Gambar 4.1 menunjukkan logo PT. Sugih Instumendo Abadi.



Gambar 4.1 Logo Perusahaan PT. Sugih Instumendo Abadi.

PT. SIA memproduksi seris kualitas produk yang baik dari *Aneroid Sphygmomanometer*, *Stethoscope* dan *Replacement Parts (Cuffs, Bladder, Bulb, etc)*. Produk-produk perusahaan ini sekitar 90% ditujukan untuk pasa ekspor. Terdapat dua segmentasi berbeda untuk pasa ekspor yaitu OEM dan merek ABN. Negara-negara yang termasuk OEM, yaitu Amerika, Kanada, Jerman, Perancis, Italia, Inggris, Jepang, Taiwan, Korea, Brazil, dan Argentina. Sedangkan merek ABN diekspor kepada Negara Australia, Thailand, Malaysia, Singapura, Filipina, Iran, Pakistan, Bangladesh, India, UEA, dan Afrika Selatan. Selain itu, produk-produk perusahaan ini pun diedarkan untuk pasar lokal yang ditujukan untuk rumah sakit, dokter, klinik, perawat, hingga rumah tangga. Kegiatan produksi PT. SIA mengacu pada *Standard Internasional Requirement ISO 13485-2007*, CE 0197 untuk standar Eropa dan US-FDA 510(k) untuk standar Amerika.

#### 4.1.2 Deskripsi Produk

*Stethoscope* yang dijual oleh PT. SIA terdiri dari 10 jenis yaitu, *Classic Stethoscope*, *Classic-S Stethoscope*, *Majestic Stethoscope*, *Cardiology Stethoscope*, *Toonscope Stethoscope*, *Sprague Rappaport*, *Spectrum Lightweight Stethoscope*, *Bowles Stethoscope*, *Training Stethoscope*, dan *Fetal Stethoscope*. Permintaan produk *Stethoscope* ini di dominasi oleh permintaan dalam negeri meskipun terdapat beberapa permintaan dari luar negeri. Awalnya, keseluruhan proses produksi komponen (baik itu komponen utama maupun pendukung) *Stethoscope* merupakan hasil impor, sehingga perusahaan hanya melakukan pengecekan ulang saja. Munculnya Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 62 Tahun 2017 tentang Izin Edar Alat Kesehatan, Alat Kesehatan Diagnostik *In Vitro* dan Perbekalan Kesehatan Rumah Tangga, mengharuskan perusahaan untuk melakukan penyesuaian. Penyesuaian yang dilakukan PT. SIA yaitu dengan melakukan proses kemasan ulang *Stethoscope*. Penyesuaian yang baru-baru ini dilakukan pada produk *Stethoscope*, menyebabkan masih banyaknya hal yang harus diperbaiki dan menjadi perhatian utama perusahaan.

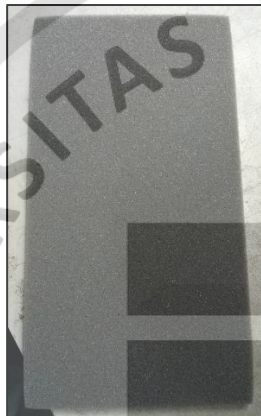
Komponen utama *Stethoscope* jenis *Classic Stethoscope*, *Majestic Stethoscope* dan *Classic-S Stethoscope* terdiri dari *Binaural & Y Tubbing*, *Eartip*, *Chestpiece*, dan *Diaphragm*. Sedangkan untuk komponen pendukungnya terdiri dari *White Box*, *foam* atas, *foam* bawah dan *Spare Part* yang terdiri dari *Eartip* dan *Diaphragm*. *Spare Part* akan dimasukkan kedalam plastik atau kotak berbahan akrilik. Bagian-bagian pada *Stethoscope* dapat dilihat pada Gambar 4.2 – Gambar 4.8.



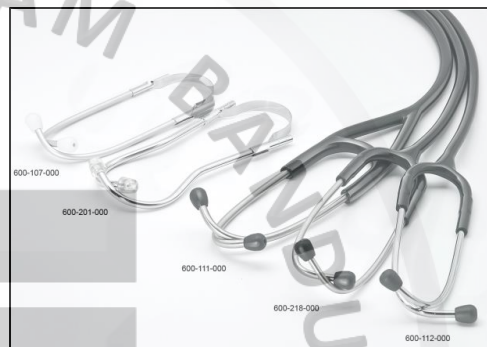
Gambar 4.2 White Box



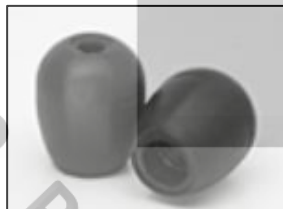
Gambar 4.3 Foam Atas



Gambar 4.4 Foam Bawah



Gambar 4.5 Binaural dan Y Tubing



Gambar 4.6 Eartip



Gambar 4.7 Chestpiece dan Diaphragm



Gambar 4.8 Spare Part

#### 4.1.3 Proses Pengemasan Kembali Stethoscope

Jenis *Stethoscope Classic Stethoscope*, *Majestic Stethoscope* dan *Classic-S Stethoscope* merupakan jenis *Stethoscope* yang perlu dilakukan proses pengemasan kembali oleh perusahaan. Proses pengemasan kembali *Stethoscope* melewati 4 bagian,

yaitu Cetak *Foam*, Laser & *Padding*, *Quality Control* (QC) dan Lini Perakitan *Stethoscope*. Bagian *Padding Diaphragm* hanya memproses untuk Jenis *Classic-S Stethoscope*. Bagian cetak *foam* merupakan bagian yang memproduksi *foam* untuk kemasan *Stethoscope*. Cetak *Foam* terdiri dari 3 stasiun kerja, yaitu Pemotongan *Foam*, *Blanking Foam* dan Pengeleman *Foam*. *Foam* terdiri dari bagian atas dan bagian bawah. Bahan baku *foam* berbentuk lembaran dimana *foam* atas berukuran 288 x 100 x 2,9 cm sedangkan *foam* bawah berukuran 288 x 100 x 0,9 cm. Pertama *foam* diproses di Stasiun Kerja Pemotongan untuk membagi *foam* kedalam 8 bagian dengan ukuran *foam* atas 36 x 100 x 2,9 cm sedangkan *foam* bawah berukuran 36 x 100 x 0,9 cm. Proses kedua yaitu di Stasiun Kerja *Blanking*. Proses pada stasiun kerja ini dilakukan dengan mencetak *foam* menggunakan alat bantu cetakan. Proses mesin *Blanking* yaitu dengan menekan cetakan kepada *foam*. Satu lembar *foam* hasil pemotongan akan dicetak menjadi 6 buah *foam* yang bentuknya menyesuaikan dengan cetakan. Proses terakhir yaitu Stasiun Kerja Pengeleman. Proses yang dilakukan yaitu mengelem *foam* bagian atas dan *foam* bagian bawah secara manual. Setelah *foam* selesai diproses, selanjutnya akan ke Stasiun Kerja *Quality Control* (QC) Komponen untuk diperiksa.

Bagian Laser dan *Padding* terdiri dari 2 stasiun kerja, yaitu Laser *Chestpiece* dan *Padding Diaphragm*. Pada stasiun kerja Laser *Chestpiece* dilakukan Laser No Lot produk pada *Chestpiece* yang merupakan komponen *Stethoscope*. Proses laser ini dilakukan dengan bantuan mesin laser. Sedangkan pada stasiun kerja *Padding Diaphragm* yaitu melakukan proses cap komponen *diaphragm* dengan bantuan mesin *padding*. Setelah proses laser dan *padding* selesai, maka *Chestpiece* dan *Diarpaghm* akan diperiksa di Stasiun Kerja *Quality Control* (QC) Komponen. Stasiun Kerja QC Komponen selain memeriksa *foam* dan *Chestpiece*, juga melakukan pemeriksaan komponen *Stethoscope* yang lainnya. Komponen yang di cek yaitu, *Eartip* serta *Binaural & Y Tubbing*.

Setelah semua komponen selesai diperiksa, selanjutnya *foam*, *Chestpiece*, *Eartip* serta *Binaural & Y Tubbing* menuju ke Lini Perakitan *Stethoscope*. Lini perakitan terdiri dari 2 stasiun kerja yaitu Perakitan *Stethoscope* dan QC *Stethoscope*. Komponen-komponen utama maupun pendukung dari produk *Stethoscope* dirakit terlebih dahulu di Stasiun Kerja Perakitan *Stethoscope*. Perakitan *Majestic Stethoscope*, *Classic Stethoscope* dan *Classic-S Stethoscope* cenderung sama hanya berbeda pada *spare part* tambahannya saja. Setelah *Stethoscope* selesai dirakit,



kemudian produk *Stethoscope* diperiksa kembali pada Stasiun Kerja QC *Stethoscope*. Setiap stasiun kerja terdiri dari satu orang operator. Untuk diagram alir proses pengemasan ulang *Stethoscope* ditunjukkan pada Gambar 1.2.

Dikarenakan terdapat beberapa bagian untuk melakukan pengemasan ulang *Stethoscope* maka diberikan penomoran untuk masing-masing stasiun kerja. Penomoran ini dilakukan untuk mempermudah dalam melakukan penjadwalan. Tabel 4.1 merupakan tabel rekapitulasi stasiun kerja untuk melakukan pengemasan kembali *Stethoscope* beserta informasi terkait jumlah operator di setiap stasiun kerjanya.

Tabel 4.1 Rekapitulasi stasiun kerja dan jumlah operator

Bagian		Nomor SK	Stasiun Kerja (SK)	Jumlah Operator
Pabrikasi	Cetak <i>Foam</i>	1	Pemotongan <i>Foam</i>	1
		2	<i>Blanking Foam</i>	1
		3	Pengeleman <i>Foam</i>	1
	Laser dan <i>Padding</i>	4.1	Laser <i>Chestpiece</i>	1
		4.2	<i>Padding Diaphragm</i>	1
QC Komponen	QC <i>Foam, Chestpiece</i> dan <i>Diaphragm</i>	5.1	QC <i>Foam</i>	1
		5.2	QC <i>Chestpiece</i>	
		5.3	QC <i>Diaphragm</i>	
	QC <i>Ear tip</i> serta <i>Binaural &amp; Y Tubbing</i>	6	QC <i>Ear tip</i>	1
		7	QC <i>Binaural &amp; Y Tubbing</i>	1
Perakitan	Perakitan <i>Stethoscope</i>	8	Perakitan <i>Stethoscope</i>	1
QC Akhir	QC <i>Stethoscope</i>	9	QC <i>Stethoscope</i>	1

#### 4.1.4 Jadwal Produksi *Stethoscope* Bulan Juni 2020

Setiap bulannya perusahaan membuat jadwal produksi pada pertengahan bulan atau akhir bulan sebelumnya. Tabel 4.2 merupakan penjadwalan yang dilakukan oleh perusahaan pada Tanggal 15 Mei 2020 dimana seluruh *order* berasal dari dalam negeri (distributor).

Tabel 4.2 Penjadwalan Bulan Juni 2020

No.	Customer	Nama Produk	Kuantitas	Due Date
1	Stok Logistik	ABN <i>Majestic Steth. Grey Adult</i>	350	12 Juni 2020
2	Stok Logistik	ABN <i>Majestic Steth. Burgundy Adult</i>	250	12 Juni 2020
3	Stok Logistik	ABN <i>Majestic Steth. Hunter Green Adult</i>	100	12 Juni 2020
4	Stok Logistik	ABN <i>Majestic Steth. Navy Blue Adult</i>	100	19 Juni 2020
5	Stok Logistik	ABN <i>Majestic Steth. Royal Blue Adult</i>	200	19 Juni 2020
6	Stok Logistik	ABN <i>Majestic Steth. Teal Adult</i>	50	19 Juni 2020

Tabel 4.2 Penjadwalan Bulan Juni 2020 (Lanjutan)

No.	Customer	Nama Produk	Kuantitas	Due Date
7	Stok Logistik	ABN <i>Majestic</i> Steth. Light Blue Adult	300	19 Juni 2020
8	Stok Logistik	ABN <i>Classic</i> Steth. Navy Blue Adult	500	30 Juni 2020
9	Stok Logistik	ABN <i>Classic</i> Steth. Pink Adult	300	30 Juni 2020
10	Stok Logistik	ABN <i>Classic</i> Steth. Hunter Green Adult	300	30 Juni 2020
11	Stok Logistik	ABN <i>Classic</i> Steth. Light Blue Adult	100	30 Juni 2020
12	Stok Logistik	ABN <i>Classic</i> Steth. Burgundy Adult	1.000	30 Juni 2020

Ketika jadwal sudah dibuat, ternyata terdapat permintaan yang baru masuk pada tanggal 26 Mei 2020 dengan *due date* lebih awal atau sama dengan penjadwalan yang telah dibuat. Tabel 4.3 merupakan *order* baru pada Bulan Juni 2020 yang merupakan *order* dari luar negeri (Ekspor).

Tabel 4.3 *Order* baru pada Bulan Juni 2020

No.	Customer	Nama Produk	Kuantitas	Due Date
1	Bydand	ABN <i>Classic</i> Steth. Hunter Green Adult	10	11 Juni 2020
2	Kherad	ABN <i>Majestic</i> Steth. Black Adult	200	11 Juni 2020
3	Body Health & Care	ABN <i>Majestic</i> Steth. Black Adult	20	12 Juni 2020
4	Body Health & Care	ABN <i>Majestic</i> Steth. Royal Blue Adult	20	12 Juni 2020
5	Body Health & Care	ABN <i>Classic</i> Steth. Black Adult	20	12 Juni 2020
6	Body Health & Care	ABN <i>Classic</i> Steth. Navy Blue Adult	10	12 Juni 2020

*Order* baru yang masuk menyebabkan penundaan pengerjaan *order* yang telah dijadwalkan sebelumnya. Hal ini menyebabkan terjadi keterlambatan penyelesaian produksi pada 3 *order* stok logistik (distributor) yang ditunjukkan oleh warna hijau pada Tabel 4.2. Sementara untuk *order-order* setelahnya dapat diselesaikan tepat waktu. Oleh karena itu penjadwalan pada penelitian ini akan dilakukan pada *order* yang mengalami keterlambatan serta *order-order* yang baru masuk dari luar negeri (impor). Dikarenakan terdapat *order-order* baru, sehingga diperlukan pengurutan kembali berdasarkan *due date* yang lebih cepat. Berdasarkan jadwal produksi yang telah dibuat oleh perusahaan pada Bulan Juni 2020, produk yang diorder oleh *customer* hanya terdiri dari *Majestic Stethoscope* dan *Classic Stethoscope*. Rekapitulasi keterlambatan penyelesaian produksi dari rencana pada bulan Juni 2020 dapat dilihat pada Tabel 1.2.

#### 4.1.5 Waktu Proses dan Waktu *Set Up*

Waktu proses untuk masing-masing kegiatan diambil dengan metode jam henti. Data yang dikumpulkan yaitu sebanyak 50 data untuk 22 kegiatan/proses dalam

melakukan pengemasan ulang *Stethoscope*, sedangkan untuk waktu *set up* sudah menjadi ketetapan dari perusahaan. Dikarenakan permintaan di Bulan Juni 2020 hanya terdiri dari *Majestic Stethoscope* dan *Classic Stethoscope*, sehingga untuk waktu proses dan waktu *set up* hanya diperuntukan untuk kedua produk tersebut.

Tabel 4.4 menunjukkan kegiatan-kegiatan di setiap stasiun kerja beserta waktu prosesnya. Waktu proses keseluruhan data (50 kali pengukuran) dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

Tabel 4.4 Waktu proses

Bagian	Nomor SK	Nomor Operasi	Operasi	Unit ke- (detik)				
				1	2	3	4	5
Cetak Foam	1	1	Memotong <i>Foam</i> Bagian Atas	11	9	10	12	8
		2	Memotong <i>Foam</i> Bagian Bawah	11	11	12	10	8
	2	3	<i>Blanking Foam</i> Atas + Inspeksi	18	13	13	14	13
		4	<i>Blanking Foam</i> Bawah + Inspeksi	8	8	8	7	11
	3	5	Pengeleman <i>Foam</i> Atas	35	31	41	37	48
		6	Pengeleman <i>Foam</i> Bawah	30	26	25	26	32
		7	Pengabungan <i>Foam</i> Atas dan Bawah + Inspeksi	51	52	45	35	36
Laser <i>Chestpiece</i>	4.1	8	Laser No Lot	17	14	18	16	17
QC <i>Foam</i> dan <i>Chestpiece</i>	5.1	9	QC <i>Foam</i>	32	25	23	29	27
	5.2	10	QC <i>Chestpiece</i>	5	5	4	6	8
QC <i>Ear tip</i> serta <i>Binaural &amp; Y Tubbing</i>	6	11	QC <i>Eartip</i>	19	14	17	14	17
	7	12	QC <i>Binaural &amp; Y Tubbing</i>	37	38	41	49	43
Lini Perakitan <i>Stethoscope</i>	8	13	Rakit Form ke White Box (SA1)	9	9	7	8	10
		14	Rakit <i>Eartip</i> ke <i>Binaural</i> dan <i>Y tubing (Majestic)</i> (SA2)	13	12	11	12	12
			Rakit <i>Eartip</i> ke <i>Binaural</i> dan <i>Y tubing (Classic)</i> (SA2)	15	15	17	16	16
		15	Rakit SA2 ke SA1 (SA3)	5	4	6	4	4
		16	Rakit <i>Chestpiece</i> ke SA3 ( <i>Majestic</i> ) (SA4)	4	4	3	4	4
		16	Rakit <i>Chestpiece</i> ke SA3 ( <i>Classic</i> ) (SA4)	7	5	9	8	7
		17	Rakit Spare Part ke Plastik ( <i>Majestic</i> )	15	15	14	16	10
Lini Perakitan <i>Stethoscope</i>	8	18	Rakit Spare Part ke Kotak Akrilik ( <i>Classic</i> )	26	25	27	29	25
		19	Rakit Rakitan Spare Part ke SA4	4	3	3	3	2
QC <i>Stethoscope</i>	9	20	QC <i>Stethoscope Majestic</i>	50	47	59	36	44
			QC <i>Stethoscope Classic</i>	30	35	18	28	26

Waktu *set up* hanya terjadi pada stasiun kerja *Blanking* dan laser, karena kedua stasiun kerja ini menggunakan proses permesinan. Tabel 4.5 merupakan waktu *set up* untuk kedua stasiun kerja tersebut.

Tabel 4.5 Waktu *Set Up*

Nomor SK	<i>Set up</i> (Menit)
2	0,15
4.1	0,07

#### 4.1.6 Jam Kerja dan Jumlah Hari Kerja

Kegiatan produksi *Stethoscope* di PT. SIA dilakukan selama 5 hari kerja dalam seminggu, yaitu dimulai dari hari Senin sampai dengan hari Jumat. Jumlah hari kerja selama satu tahun yaitu 260 hari kerja. Perusahaan hanya menerapkan 1 *shift* kerja dengan jam kerja produktif 7,75 jam. Istirahat dilakukan selama 1 jam yaitu Pukul 11.00 – 12.00. Selain itu perusahaan pun memberikan waktu untuk menunaikan solat ashar 15 menit. Tabel 4.6 menunjukkan waktu kerja yang diterapkan oleh perusahaan.

Tabel 4.6 Data waktu kerja perusahaan

Hari	Keterangan				
	<i>Clean Up</i> Awal	Jam Kerja	Istirahat	Solat Ashar	<i>Clean Up</i> Akhir
Senin - Jumat	07.45 - 08.00	08.00 - 17.00	11.00 - 12.00	15.00 - 15.15	17.00 - 17.15

#### 4.1.7 Jarak antar Stasiun Kerja dan Waktu Perpindahan

Jarak antar stasiun kerja dipengaruhi oleh tata letak yang ditetapkan oleh perusahaan, sehingga jarak antar stasiun kerja ini berbeda-beda. Jarak akan mempengaruhi *delivery time*. Rekapitulasi jarak antar stasiun kerja beserta dengan waktu perpindahan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Rekapitulasi jarak antar stasiun kerja dan waktu perpindahan

No.	<i>From</i> Stasiun Kerja	<i>To</i> Stasiun Kerja	Jarak (meter)	<i>Delivery Time</i> (menit/frekuensi)
1	Pemotongan Foam (1)	Blaking Foam (2)	4,89	2,31
2	<i>Blanking</i> Foam (2)	Pengeleman Foam (3)	5,42	2,56
3	Pengeleman Foam (3)	QC Foam (5.1)	1,29	0,30
4	Laser Chestpiece (4.1)	QC Chestpiece (5.2)	4,43	2,09
5	QC Foam dan Chestpiece (5.1 dan 5.2)	Perakitan <i>Stethoscope</i> (8)	18,08	8,54
6	QC Ear Tip serta Binaural & Y Tubbing (6 dan 7)	Perakitan <i>Stethoscope</i> (8)	31,5	14,88
7	Perakitan <i>Stethoscope</i> (8)	QC <i>Stethoscope</i> (9)	1,45	0,68
8	QC <i>Stethoscope</i> (9)	Gudang Penyimpanan	60	28,34

#### 4.1.8 Upah Minimum Kota (UMK) Cimahi

Upah yang diberikan perusahaan kepada para pekerja mengacu kepada Upah Minimum Kota (UMK) Cimahi. Dikarenakan tidak didapatkan informasi mengenai tunjangan tetap, tunjangan tidak tetap, potongan, upah lembur, dan bonus, maka UMK



dianggap sebagai upah bersih yang diterima pekerja setiap bulannya. Tabel 4.8 merupakan rekapitulasi UMK hingga diketahui rata-rata upah untuk setiap menitnya.

Tabel 4.8 Upah Minimum Kota (UMK) Cimahi

Keterangan	Upah
Upah Minimum Kota Cimahi/bulan	Rp 3.241.929
Upah Minimum Kota Cimahi/hari (untuk 22 hari kerja/bulan)	Rp 147.360
Upah Minimum Kota Cimahi/jam (untuk 7,5 jam/hari)	Rp 19.014
Upah Minimum Kota Cimahi/menit	Rp 317

## 4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan disesuaikan dengan urutan yang sudah dijabarkan pada BAB III. Pengolahan data diawali dengan menghitung keseragaman dan kecukupan data waktu proses dari setiap elemen kerja, lalu dilanjutkan dengan menghitung waktu baku, pembuatan peta proses operasi, melakukan penjadwalan saat ini, melakukan penjadwalan *production batch* usulan, dan terakhir menghitung performansi penjadwalan. Penjadwalan usulan yang dilakukan yaitu dengan mengurutkan *order* terlebih dahulu berdasarkan aturan prioritas, menentukan OMH dan O WIP, lalu menentukan ukuran *batch* transfer optimal untuk masing-masing *order* dan terakhir yaitu melakukan penjadwalan. Secara lebih rinci proses pengolahan data dapat dilihat sebagai berikut.

### 4.2.1 Uji Keseragaman dan Uji Kecukupan Data

Uji keseragaman data dilakukan untuk menyeragamkan data yang akan diproses. Ketika data sudah seragam, maka diuji kecukupan data untuk memastikan apakah data yang diperoleh telah mewakili populasi dari objek yang diteliti. Perhitungan keseragaman dan kecukupan memerlukan tingkat ketelitian dan kepercayaan. Tingkat ketelitian yang diterapkan yaitu sebesar 5%, ini menandakan penyimpangan maksimum dari hasil pengukuran yang dilakukan, sedangkan tingkat keyakinan yaitu sebesar 95% yang menandakan keyakinan bahwa data yang digunakan memenuhi syarat dari ketelitian.

#### 4.2.1.1 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan pada seluruh kegiatan disetiap stasiun kerja. Contoh penjabaran perhitungan keseragaman data dilakukan pada operasi nomor 8 stasiun kerja 4.1, sedangkan untuk operasi lainnya akan direkap pada Tabel 4.12.

#### Uji keseragaman Ke-1 dari Operasi Nomor 8

Tabel 4.9 menunjukkan data waktu jam henti dari proses operasi nomor 8 yang

diambil sebanyak 50 kali pengukuran.

Tabel 4.9 Data waktu proses dari operasi nomor 8

Proses Laser No Lot (detik)									
17	14	18	16	17	16	15	17	16	17
13	17	19	15	16	16	14	14	17	16
14	16	16	20	17	17	13	18	20	13
12	18	16	15	16	11	16	16	15	13
19	16	16	16	17	15	17	13	15	17

✓ Menghitung rata-rata waktu proses dengan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{793}{50} = 15,86$$

✓ Menghitung simpangan baku ( $\sigma$ ) dengan rumus:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(17-15,86)^2 + (14-15,86)^2 + (18-15,86)^2 + (16-15,86)^2 + (17-15,86)^2 + (16-15,86)^2 + (15-15,86)^2 + (17-15,86)^2 + (16-15,86)^2 + (13-15,86)^2 + (17-15,86)^2 + (19-15,86)^2 + (15-15,86)^2 + (16-15,86)^2 + (16-15,86)^2 + (14-15,86)^2 + (14-15,86)^2 + (17-15,86)^2 + (16-15,86)^2 + (14-15,86)^2 + (16-15,86)^2 + (20-15,86)^2 + (17-15,86)^2 + (17-15,86)^2 + (13-15,86)^2 + (18-15,86)^2 + (20-15,86)^2 + (13-15,86)^2 + (12-15,86)^2 + (18-15,86)^2 + (16-15,86)^2 + (15-15,86)^2 + (16-15,86)^2 + (11-15,86)^2 + (16-15,86)^2 + (16-15,86)^2 + (15-15,86)^2 + (13-15,86)^2 + (19-15,86)^2 + (16-15,86)^2 + (16-15,86)^2 + (17-15,86)^2 + (15-15,86)^2 + (17-15,86)^2 + (13-15,86)^2 + (15-15,86)^2 + (17-15,86)^2}{50-1}}$$

$$\sigma = 1,92$$

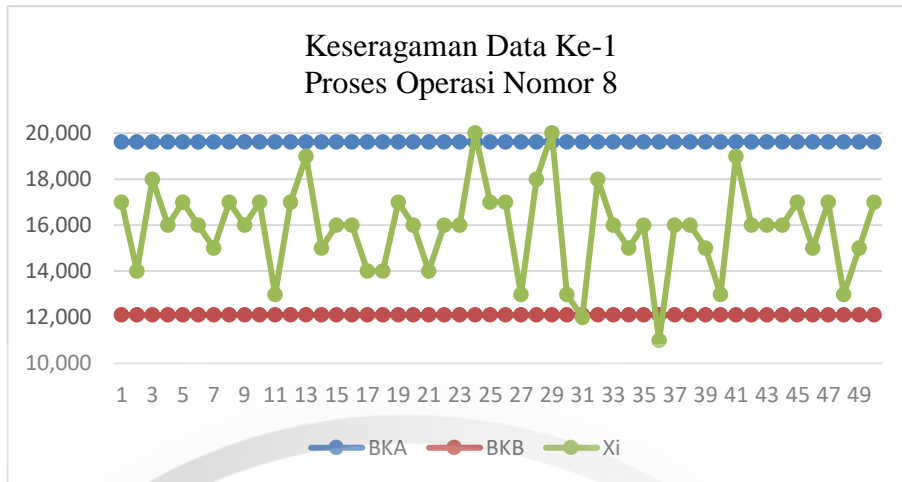
Berdasarkan tingkat kepercayaan 95% diperoleh nilai kepercayaan sebesar  $1,96 \approx 2$  (k). Batas kendali atas dan kendali bawah adalah:

$$BKA = \bar{X} + k\sigma = 15,86 + (2 \times 1,92) = 19,69$$

$$BKB = \bar{X} - k\sigma = 15,86 - (2 \times 1,92) = 12,03$$

Grafik keseragaman data ke-1 untuk proses operasi nomor 8 dapat dilihat pada Gambar 4.9.

Berdasarkan Gambar 4.9 dapat dilihat bahwa masih terdapat data yang *out of control*. Ketika masih terdapat data yang melebihi BKA dan BKB, menandakan bahwa pada pengujian keseragaman data ke-1 ini masih belum seragam. Oleh karena itu, perlu menghapus data yang *out of control* lalu dilakukan perhitungan keseragaman data kembali.



Gambar 4.9 Grafik uji keseragaman data ke-1

### Uji keseragaman Ke-2 dari proses Operasi Nomor 8

Tabel 4.9 menunjukkan data waktu jam henti dari proses operasi nomor 8 yang diambil sebanyak 50 kali pengukuran. Dikarenakan pada pengukuran keseragaman data ke-1 masih terdapat empat data yang *out of control*, maka dari itu data-data *out of control* akan dihapus. Data yang dihapus diberi tanda merah pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Data waktu proses setelah uji keseragaman ke-1 dari operasi nomor 8

Proses Laser No Lot (detik)									
17	14	18	16	17	16	15	17	16	17
13	17	19	15	16	16	14	14	17	16
14	16	16	20	17	17	13	18	20	13
12	18	16	15	16	11	16	16	15	13
19	16	16	16	17	15	17	13	15	17

- ✓ Menghitung rata-rata waktu proses dengan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{730}{46} = 15,87$$

- ✓ Menghitung simpangan baku ( $\sigma$ ) dengan rumus:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\begin{aligned} & (17-15,87)^2 + (14-15,87)^2 + (18-15,87)^2 + (16-15,87)^2 + (17-15,87)^2 + (16-15,87)^2 + \\ & (15-15,87)^2 + (17-15,87)^2 + (16-15,87)^2 + (17-15,87)^2 + (13-15,87)^2 + (17-15,87)^2 + \\ & (19-15,87)^2 + (15-15,87)^2 + (16-15,87)^2 + (16-15,87)^2 + (14-15,87)^2 + (14-15,87)^2 + \\ & (17-15,87)^2 + (16-15,87)^2 + (14-15,87)^2 + (16-15,87)^2 + (16-15,87)^2 + (17-15,87)^2 + \\ & (17-15,87)^2 + (13-15,87)^2 + (18-15,87)^2 + (13-15,87)^2 + (18-15,87)^2 + (16-15,87)^2 + \\ & (15-15,87)^2 + (16-15,87)^2 + (16-15,87)^2 + (16-15,87)^2 + (15-15,87)^2 + (13-15,87)^2 + \\ & (19-15,87)^2 + (16-15,87)^2 + (16-15,87)^2 + (17-15,87)^2 + (15-15,87)^2 + (17-15,87)^2 + \\ & (13-15,87)^2 + (15-15,87)^2 + (17-15,87)^2 \end{aligned}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\quad}{46-1}}$$

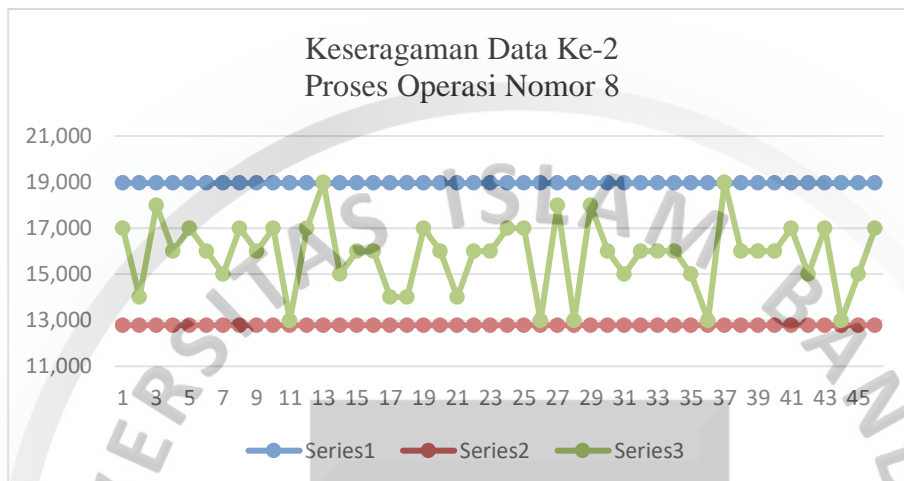
$$\sigma = 1,54$$

Berdasarkan tingkat kepercayaan 95% diperoleh nilai kepercayaan sebesar  $1,96 \approx 2$  (k). Batas kendali atas dan kendali bawah adalah:

$$BKA = \bar{X} + k\sigma = 15,87 + (2 \times 1,54) = 18,96$$

$$BKB = \bar{X} - k\sigma = 15,87 - (2 \times 1,54) = 12,78$$

Grafik keseragaman data ke-2 untuk proses operasi nomor 8 dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik uji keseragaman data ke-2

Berdasarkan Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa masih terdapat data yang *out of control*. Ketika masih terdapat data yang melebihi BKA dan BKB, menandakan bahwa pada pengujian keseragaman data ke-2 ini masih belum seragam. Oleh karena itu, perlu menghapus data yang *out of control* lalu dilakukan perhitungan keseragaman data kembali.

### Uji keseragaman Ke-3 dari proses Operasi Nomor 8

Tabel 4.10 menunjukkan data waktu jam henti dari proses operasi nomor 8 sebanyak 46 kali pengukuran karena sudah ada data yang dihapus pada pengukuran keseragaman data ke-2. Tetapi dikarenakan pada pengukuran keseragaman data ke-2 masih terdapat dua data yang *out of control*, maka dari itu data-data *out of control* akan dihapus kembali. Data yang dihapus diberi tanda merah pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Data waktu proses setelah uji keseragaman ke-2 dari operasi nomor 8

Proses Laser No Lot (detik)									
17	14	18	16	17	16	15	17	16	17
13	17	19	15	16	16	14	14	17	16
14	16	16		17	17	13	18		13
	18	16	15	16		16	16	15	13
19	16	16	16	17	15	17	13	15	17

✓ Menghitung rata-rata waktu proses dengan rumus:



$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

✓ Menghitung simpangan baku ( $\sigma$ ) dengan rumus:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(17-15,73)^2+(14-15,73)^2+(18-15,73)^2+(16-15,73)^2+(17-15,73)^2+(16-15,73)^2+(15-15,73)^2+(17-15,73)^2+(16-15,73)^2+(17-15,73)^2+(13-15,73)^2+(17-15,73)^2+(15-15,73)^2+(16-15,73)^2+(16-15,73)^2+(14-15,73)^2+(14-15,73)^2+(17-15,73)^2+(16-15,73)^2+(14-15,73)^2+(16-15,73)^2+(16-15,73)^2+(17-15,73)^2+(17-15,73)^2+(13-15,73)^2+(18-15,73)^2+(13-15,73)^2+(16-15,73)^2+(15-15,73)^2+(16-15,73)^2+(16-15,73)^2+(16-15,73)^2+(15-15,73)^2+(13-15,73)^2+(16-15,73)^2+(16-15,73)^2+(17-15,73)^2+(15-15,73)^2+(17-15,73)^2+(13-15,73)^2+(15-15,73)^2+(17-15,73)^2}{44-1}}$$

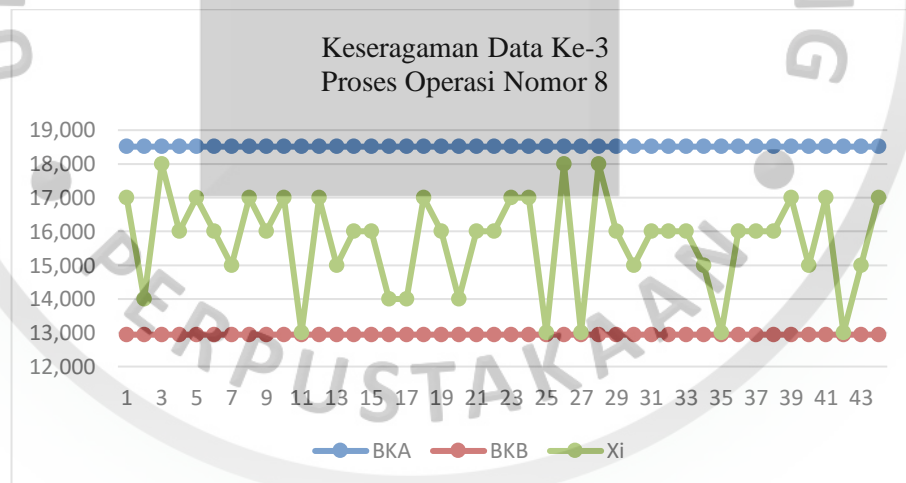
$$\sigma = 1,42$$

Berdasarkan tingkat kepercayaan 95% diperoleh nilai kepercayaan sebesar  $1,96 \approx 2$  (k). Batas kendali atas dan kendali bawah adalah:

$$BKA = \bar{X} + k\sigma = 15,73 + (2 \times 1,42) = 18,57$$

$$BKB = \bar{X} - k\sigma = 15,73 - (2 \times 1,42) = 12,89$$

Grafik keseragaman data ke-2 untuk proses operasi nomor 8 dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.11 Grafik uji keseragaman data ke-3

Berdasarkan Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa sudah tidak ada data yang *out of control*. Maka, data dinyatakan seragam dan dilanjutkan untuk melakukan uji kecukupan data.

Perhitungan keseragaman data dilakukan pada seluruh operasi pada proses pengemasan kembali *Stethoscope*. Data waktu proses dengan menggunakan metode jam henti diambil sebanyak 50 data untuk masing-masing proses. Perhitungan

keseragaman data bisa dilakukan beberapa kali untuk tiap operasi. Rekapitulasi hasil perhitungan keseragaman data dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Rekapitulasi perhitungan uji keseragaman data

No. Operasi	Operasi	$\bar{X}$	$\sigma$	BKA	BKB	N	Ket.
1	Memotong <i>Foam</i> Bagian Atas	10,43	1,46	13,35	7,52	46	Seragam
2	Memotong <i>Foam</i> Bagian Bawah	10,86	1,17	13,21	8,52	44	Seragam
3	<i>Blanking Foam</i> Atas + Inspeksi	13,53	1,47	16,48	10,59	45	Seragam
4	<i>Blanking Foam</i> Bawah + Inspeksi	9,49	1,41	12,31	6,66	47	Seragam
5	Pengeleman <i>Foam</i> Atas	30,88	3,32	37,52	24,25	43	Seragam
6	Pengeleman <i>Foam</i> Bawah	21,89	4,16	30,21	13,57	46	Seragam
7	Pengabungan <i>Foam</i> Atas dan Bawah + Inspeksi	26,72	5,17	37,07	16,37	43	Seragam
8	Laser No Lot	15,73	1,42	18,57	12,89	44	Seragam
9	QC <i>Foam</i>	28,55	3,96	36,47	20,63	47	Seragam
10	QC Chestpiece	6,00	0,82	7,63	4,37	37	Seragam
11	QC Eartip	15,17	1,70	18,58	11,77	46	Seragam
12	QC <i>Binaural &amp; Y Tubbing</i>	40,33	6,66	53,64	27,01	43	Seragam
13	Rakit Form ke Dus	8,46	1,53	11,52	5,40	46	Seragam
14	Rakit Eartip ke <i>Binaural</i> dan <i>Y tubbing (Majestic)</i>	11,72	1,44	14,60	8,84	47	Seragam
	Rakit Eartip ke <i>Binaural</i> dan <i>Y tubbing (Classic)</i>	15,84	1,15	18,14	13,53	43	Seragam
15	Rakit SA2 ke SA1 (SA3)	4,71	0,69	6,10	3,32	38	Seragam
16	Rakit Chestpiece ke Rakitan <i>Binaural</i> dan <i>Y tubbing (Majestic)</i>	3,96	0,73	5,41	2,50	46	Seragam
	Rakit Chestpiece ke Rakitan <i>Binaural</i> dan <i>Y tubbing (Classic)</i>	7,50	1,37	10,24	4,76	44	Seragam
17	Rakit Spare Part ke Rakitan Form dan Dus ( <i>Majestic</i> )	15,47	0,89	17,26	13,68	45	Seragam
	Rakit Spare Part ke Rakitan Form dan Dus ( <i>Classic</i> )	26,62	1,95	30,52	22,71	47	Seragam
18	Rakit Rakitan Spare Part ke SA4	3,51	0,51	4,52	2,50	43	Seragam
19	QC <i>Stethoscope Majestic</i>	26,09	2,08	30,26	21,92	32	Seragam
	QC <i>Stethoscope Classic</i>	24,94	3,09	31,12	18,77	35	Seragam

#### 4.2.1.2 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan apabila data sudah dinyatakan seragam. Uji kecukupan data ini dihitung untuk seluruh operasi dalam proses produksi *Stethoscope*. Contoh perhitungan kecukupan data akan dilakukan pada operasi nomor 8, sedangkan untuk hasil uji kecukupan data yang lainnya akan direkap. Berdasarkan hasil uji keseragaman, jumlah data (N) dari proses operasi nomor 8 yaitu sebanyak 44 data. Tabel 4.13 merupakan data-data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan kecukupan data dari proses operasi nomor 8.

Tabel 4.13 Tabel uji kecukupan data operasi nomor 8

Pengukuran	$X_i$	$X_i^2$	Pengukuran	$X_i$	$X_i^2$
1	17	289	23	17	289
2	14	196	24	17	289
3	18	324	25	13	169
4	16	256	26	18	324
5	17	289	27	13	169
6	16	256	28	18	324
7	15	225	29	16	256
8	17	289	30	15	225
9	16	256	31	16	256
10	17	289	32	16	256
11	13	169	33	16	256
12	17	289	34	15	225
13	15	225	35	13	169
14	16	256	36	16	256
15	16	256	37	16	256
16	14	196	38	16	256
17	14	196	39	17	289
18	17	289	40	15	225
19	16	256	41	17	289
20	14	196	42	13	169
21	16	256	43	15	225
22	16	256	44	17	289

Perhitungan kecukupan data menggunakan persamaan berikut:

$$N' = \left[ \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum_{i=1}^N X_i^2 - (\sum_{i=1}^N X_i)^2}}{\sum_{i=1}^N X_i} \right]^2 = \left[ \frac{(2/0,05) \times \sqrt{44 \times 10970 - 478864}}{692} \right]^2 = 12,75$$

Karena nilai  $N' < N$  ( $12,25 < 44$ ), maka dapat disimpulkan bahwa data pada operasi nomor 8 sudah cukup. Data rekapitulasi dari uji kecukupan data dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Rekapitulasi perhitungan uji kecukupan data

No. Operasi	Operasi	$\sum X_i^2$	$(\sum X_i)^2$	N	N'	Ket.
1	Memotong <i>Foam</i> Bagian Atas	5.104	230.400	46	30,44	Cukup
2	Memotong <i>Foam</i> Bagian Bawah	5.252	228.484	44	18,23	Cukup
3	<i>Blanking Foam</i> Atas + Inspeksi	8.337	370.881	45	18,48	Cukup
4	<i>Blanking Foam</i> Bawah + Inspeksi	4.324	198.916	47	34,68	Cukup
5	Pengeleman <i>Foam</i> Atas	41.476	1.763.584	43	18,04	Cukup

Tabel 4.14 Rekapitulasi perhitungan uji kecukupan data (Lanjutan)

No. Operasi	Operasi	$\sum X_i^2$	$(\sum X_i)^2$	N	N'	Ket.
6	Pengeleman <i>Foam</i> Bawah	30.045	1.766.241	61	60,24	Cukup
7	Pengabungan <i>Foam</i> Atas dan Bawah + Inspeksi	43.682	2.446.096	58	57,21	Cukup
8	Laser No Lot	10.970	478.864	44	12,75	Cukup
9	QC <i>Foam</i>	39.040	1.800.964	47	30,13	Cukup
10	QC Chestpiece	1.356	49.284	37	28,83	Cukup
11	QC Eartip	10.722	487.204	46	19,73	Cukup
12	QC <i>Binaural &amp; Y Tubbing</i>	71.786	3.006.756	43	42,59	Cukup
13	Rakit Form ke Dus	3.857	194.481	52	50,04	Cukup
14	Rakit Eartip ke <i>Binaural</i> dan <i>Y tubbing (Majestic)</i>	6.555	303.601	47	23,63	Cukup
	Rakit Eartip ke <i>Binaural</i> dan <i>Y tubbing (Classic)</i>	10.841	463.761	43	8,29	Cukup
15	Rakit SA2 ke SA1 (SA3)	861	32.041	38	33,81	Cukup
16	Rakit Chestpiece ke Rakitan <i>Binaural</i> dan <i>Y tubbing (Majestic)</i>	910	48.400	55	54,55	Cukup
	Rakit Chestpiece ke Rakitan <i>Binaural</i> dan <i>Y tubbing (Classic)</i>	3.199	167.281	54	52,27	Cukup
17	Rakit Spare Part ke Rakitan Form dan Dus ( <i>Majestic</i> )	10.800	484.416	45	5,23	Cukup
	Rakit Spare Part ke Rakitan Form dan Dus ( <i>Classic</i> )	33.473	1.565.001	47	8,41	Cukup
18	Rakit Rakitan Spare Part ke SA4	541	22.801	43	32,42	Cukup
19	QC <i>Stethoscope Majestic</i>	21.923	697.225	32	9,89	Cukup
	QC <i>Stethoscope Classic</i>	22.099	762.129	35	23,80	Cukup

#### 4.2.2 Perhitungan Waktu Baku

Setelah data dinyatakan seragam dan cukup selanjutnya dilakukan perhitungan waktu siklus (Ws). Ws akan digunakan kembali untuk menghitung waktu normal (Wn) dengan menentukan terlebih dahulu faktor penyesuaian untuk setiap proses. Terakhir yaitu menghitung waktu baku (Wb) dari Wn yang telah didapat. Perhitungan Wb terlebih dahulu menentukan faktor kelonggaran untuk masing-masing proses yang dilakukan.

##### 4.2.2.1 Faktor Penyesuaian dan Faktor Kelonggaran

Faktor penyesuaian digunakan ketika akan menghitung waktu normal (Wn). Sedangkan faktor kelonggaran digunakan untuk menghitung waktu baku (Wb) dan Faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran ditentukan untuk seluruh kegiatan di setiap



stasiun kerja. Contoh perhitungan faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran dilakukan pada operasi nomor 8.

- Faktor Penyesuaian

Keterampilan : <i>Excellent</i> (B2)	= 0,08
Usaha : <i>Good</i> (C1)	= 0,05
Kondisi : <i>Average</i> (D)	= 0,00
Konsistensi : <i>Average</i> (D)	= 0,00
<hr/>	
Jumlah	= 0,13
Jadi, Faktor Penyesuaian (p) = (1 + 0,13)	= 1,13

Dikarenakan operator bekerja dengan normal, maka hasil faktor penyesuaian ditambah dengan 1.

- Faktor Kelonggaran

Tenaga yang dikeluarkan	= 1 %
Sikap kerja	= 1 %
Gerakan kerja	= 0 %
Kelelahan mata	= 3 %
Keadaan temperatur	= 2 %
Keadaan atmosfer	= 0 %
Keadaan lingkungan	= 1 %
Kebutuhan pribadi	= 2,5 %
<hr/>	
Jumlah	= 10,5 %

Tabel 4.15 merupakan tabel rekapitulasi faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran untuk masing-masing kegiatan. Secara lebih detail faktor penyesuaian dan kelonggaran terdapat pada **Lampiran 2** dan **Lampiran 3**.

Tabel 4.15 Rekapitulasi faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran

Nomor operasi	Operasi	Total Penyesuaian (P)	Total Kelonggaran (%)
1	Memotong <i>Foam</i> Bagian Atas	1,11	14,5
2	Memotong <i>Foam</i> Bagian Bawah	1,11	14,5
3	<i>Blanking Foam</i> Atas + Inspeksi	1,13	12
4	<i>Blanking Foam</i> Bawah + Inspeksi	1,13	12
5	Pengeleman <i>Foam</i> Atas	1,13	13
6	Pengeleman <i>Foam</i> Bawah	1,13	13
7	Pengabungan <i>Foam</i> Atas dan Bawah + Inspeksi	1,13	13
8	Laser No Lot	1,13	10,5
9	QC <i>Foam</i>	1,16	12,5

Tabel 4.15 Rekapitulasi faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran (Lanjutan)

Nomor operasi	Operasi	Total Penyesuaian (P)	Total Kelonggaran (%)
10	QC Chestpiece	1,16	12,5
11	QC Eartip	1,16	15
12	QC Binaural & Y Tubbing	1,16	12,5
13	Rakit Form ke Dus	1,13	9,5
14-18	Perakitan <i>Stethoscope (Majestic)</i>	1,13	9,5
14-18	Perakitan <i>Stethoscope (Classic)</i>	1,13	12
19	QC <i>Stethoscope (Majestic &amp; Classic)</i>	1,16	15

#### 4.2.2.2 Perhitungan Waktu Siklus (Ws), Waktu Normal (Wn) dan Waktu Baku (Wb)

Perhitungan Waktu Siklus (Ws), Waktu Normal (Wn) dan Waktu Baku (Wb) dilakukan untuk seluruh operasi dalam proses produksi *Stethoscope*. Waktu siklus dihitung berdasarkan waktu proses yang telah dilakukan uji keseragaman dan kecukupan data. Waktu normal dihitung berdasarkan hasil dari waktu siklus dan dikali dengan faktor penyesuaian. Sedangkan waktu baku didapat dari waktu normal yang dikali dengan faktor kelonggaran. Contoh perhitungan Ws, Wn dan Wb hanya dilakukan pada operasi nomor 8. Hasil perhitungan untuk kegiatan lainnya akan direkap pada **Lampiran 4**.

- ✓ Waktu Siklus (Ws)

$$W_S = \frac{\sum X_i}{N} = \frac{692}{44} = 15,73 \text{ detik}$$

- ✓ Waktu Normal (W<sub>N</sub>)

$$W_N = W_S \times p = 15,73 \times 1,13 = 17,77 \text{ detik}$$

- ✓ Waktu Baku (W<sub>B</sub>)

$$W_B = W_N \times (1 + i) = 17,77 \times (1 + 0,105) = 19,64 \text{ detik} = 0,33 \text{ menit}$$

Waktu baku ditentukan untuk setiap jenis *Stethoscope* di setiap stasiun kerja. Pada stasiun kerja 1, 2, 3, dan 8 terdapat operasi yang dijumlahkan. Rekapitulasi waktu baku untuk masing-masing *Stethoscope* di setiap stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Rekapitulasi Waktu Baku Setiap Stasiun Kerja

No. SK	Stasiun Kerja	Waktu Baku (menit)	
		<i>Majestic Stethoscope</i>	<i>Classic Stethoscope</i>
1	Pemotongan <i>Foam</i>	0,45	0,45
2	<i>Blanking Foam</i>	0,16	0,16
3	Pengeleman <i>Foam</i>	1,69	1,69

Tabel 4.16 Rekapitulasi Waktu Baku Setiap Stasiun Kerja (Lanjutan)

No. SK	Stasiun Kerja	Waktu Baku (menit)	
		<i>Majestic Stethoscope</i>	<i>Classic Stethoscope</i>
4.1	Laser <i>Chestpiece</i>	0,33	0,33
5.1	QC <i>Foam</i>	0,62	0,62
5.2	QC <i>Chestpiece</i>	0,13	0,13
6	QC <i>Ear tip</i>	0,34	0,34
7	QC <i>Binaural &amp; Y Tubbing</i>	0,88	0,88
8	Perakitan <i>Stethoscope</i>	0,99	1,40
9	QC <i>Stethoscope</i>	0,58	0,55

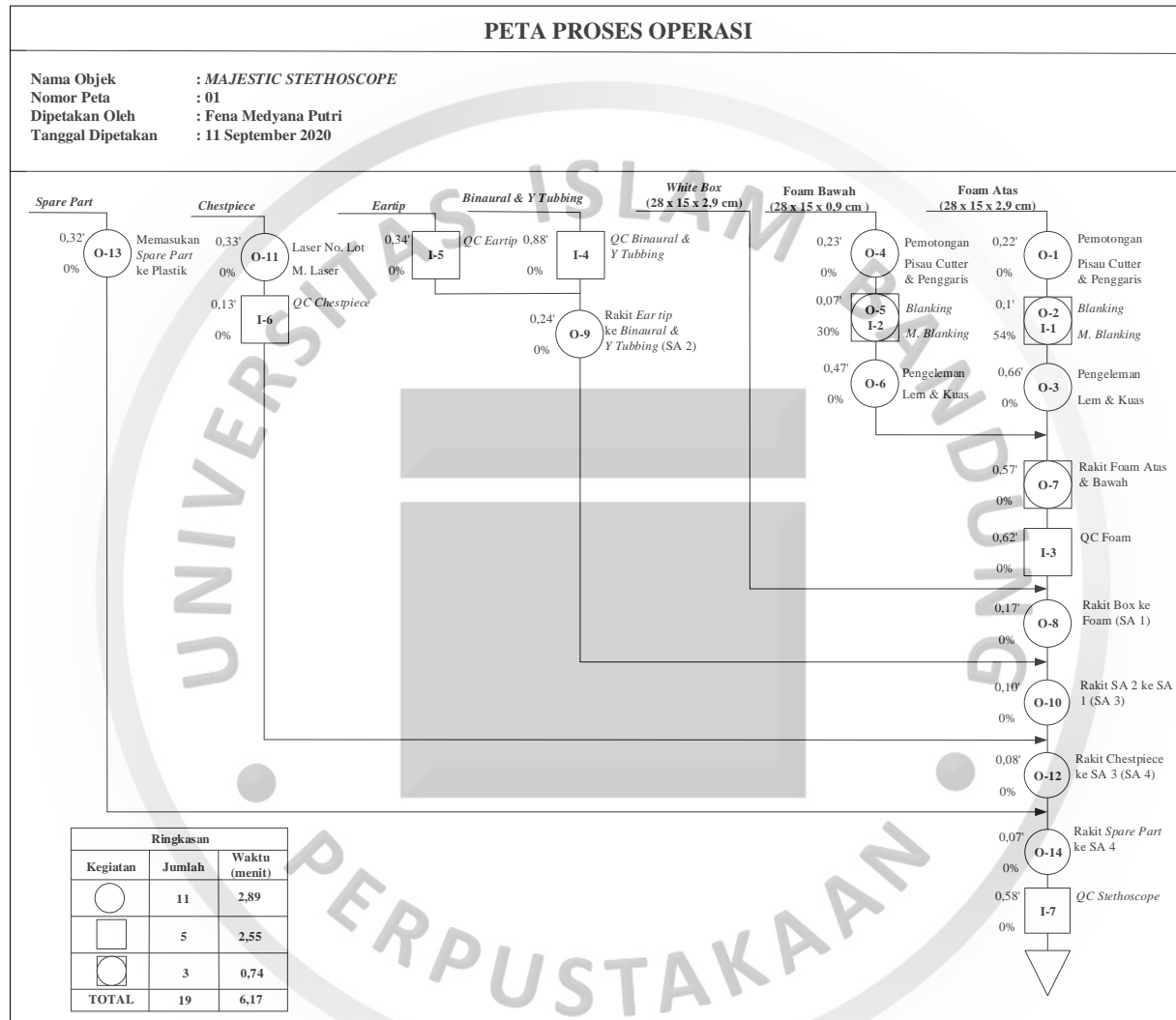
#### 4.2.3 Peta Proses Operasi

Ketika waktu baku untuk masing-masing kegiatan telah selesai, selanjutnya yaitu membuat peta proses operasi. Peta proses operasi yang dibuat terdiri dari peta proses operasi untuk *Majestic Stethoscope* dan untuk *Classic Stethoscope*. Proses pengemasan ulang dari kedua jenis *Stethoscope* ini persis sama, yang membedakan hanya *spare part* yang dibutuhkan. Peta proses operasi untuk *Majestic Stethoscope* dapat dilihat pada Gambar 4.13 sedangkan untuk *Classic Stethoscope* dapat dilihat pada Gambar 4.14.

Berdasarkan peta proses operasi pada Gambar 4.13 dan Gambar 4.14 yang telah dibuat, jumlah kegiatan dari kedua jenis *Stethoscope* yaitu 19. Total waktu untuk kegiatan operasi dari kedua jenis *Stethoscope* ini berbeda. Sedangkan untuk total waktu kegiatan pemeriksaan dan kegiatan gabungan memiliki kesamaan. Dikarenakan adanya perbedaan waktu operasi sehingga total waktu untuk membuat satu unit *Stethoscope* dari kedua jenis ini pun berbeda. Waktu pembuatan jenis *Stethoscope Classic Stethoscope* lebih lama dari Waktu pembuatan *Majestic Stethoscope*.

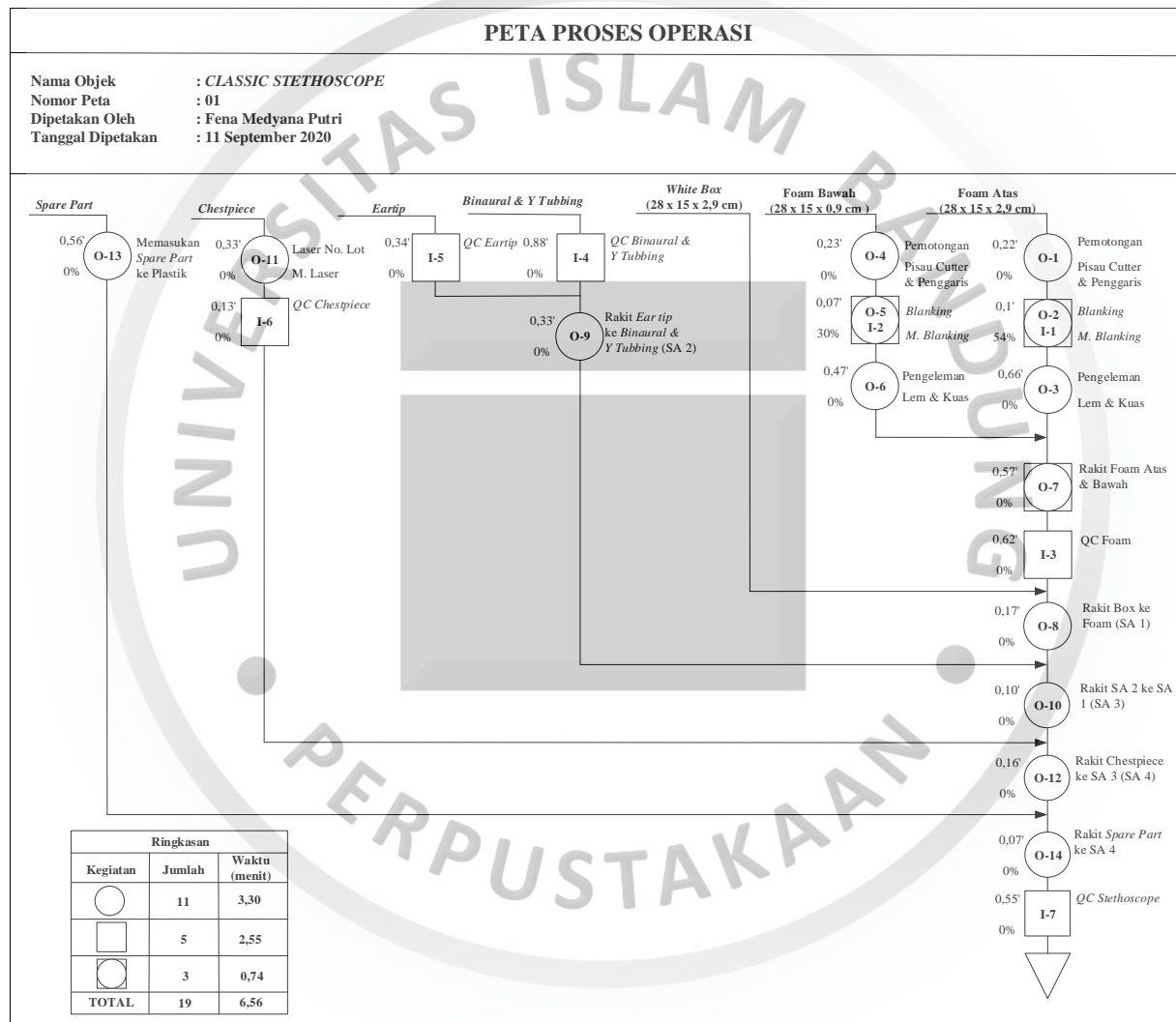
#### 4.2.4 Penjadwalan *Production Batch*

Penjadwalan dilakukan pada kondisi saat ini dimana ukuran *batch* proses dan *batch* transfer sama, adapun untuk penjadwalan usulan dilakukan pengurutan berdasarkan prioritas *earliest due date* (EDD) dilanjut dengan *short processing time* (SPT) ketika terdapat *order* dengan *due date* yang sama. Lalu menentukan besarnya *batch* transfer untuk setiap *order*. Penelitian ini hanya melakukan penjadwalan pada awal Bulan Juni 2020 sebanyak 9 *order* yaitu *order* yang mengalami keterlambatan penyelesaian produksi.



Gambar 4.12 Peta proses operasi *Majestic Stethoscope*





Gambar 4.13 Peta proses operasi *Classic Stethoscope*

#### 4.2.4.1 Penjadwalan *Production Batch* Saat Ini

Urutan penjadwalan yang dilakukan perusahaan saat ini yaitu dengan menjadwalkan *order* yang pertama masuk. Perusahaan akan lebih memprioritaskan *order* dari luar negeri untuk dikerjakan terlebih dahulu. Penjadwalan *production batch* yang dilakukan perusahaan saat ini yaitu menetapkan ukuran *batch* sesuai dengan kuantitas *order*. Ukuran *batch* proses maksimum yaitu sebesar 500 unit. Ketika *order* melebihi dari 500 unit, maka unit yang tersisa akan menjadi *batch* proses kedua dari *order* tersebut. *Batch* proses yang diterapkan akan sesuai dengan ukuran *production batch*. Selain itu *batch* transfer dilakukan ketika satu *order* selesai diproses. Urutan penjadwalan yang dilakukan oleh perusahaan dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Urutan penjadwalan yang dilakukan perusahaan

No Order	Customer	Nama Produk	Kuantitas
1	Bydand	ABN <i>Classic</i> Steth. Hunter Green Adult	10
2	Kherad	ABN <i>Majestic</i> Steth. Black Adult	200
3	Body Health & Care	ABN <i>Majestic</i> Steth. Black Adult	20
4		ABN <i>Majestic</i> Steth. Royal Blue Adult	20
5		ABN <i>Classic</i> Steth. Black Adult	20
6		ABN <i>Classic</i> Steth. Navy Blue Adult	10
7	Stok Logistik	ABN <i>Majestic</i> Steth. Grey Adult	350
8		ABN <i>Majestic</i> Steth. Burgundy Adult	250
9		ABN <i>Majestic</i> Steth. Hunter Green Adult	100

Berdasarkan Tabel 4.17 tidak ada *order* yang melebihi 500 unit, maka jumlah *batch* prosesnya sama dengan satu dan ukuran *batch* proses sesuai dengan kuantitas *Stethoscope* yang dipesan. Dikarenakan pada kondisi saat ini ukuran *batch* proses sama dengan ukuran *batch* transfer, maka dari itu ukuran *batch* transfer pun sesuai dengan kuantitas *order*. Rekapitulasi jumlah *batch* dan ukuran *batch* transfer dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Jumlah *batch* dan ukuran *batch* transfer kondisi saat ini

No Order	Customer	Nama Produk	Jumlah Batch ( $J$ )	Ukuran Batch Transfer ( $Q_{i,j,k}$ )
1	Bydand	ABN <i>Classic</i> Steth. Hunter Green Adult	1	10
2	Kherad	ABN <i>Majestic</i> Steth. Black Adult	1	200
3	Body Health & Care	ABN <i>Majestic</i> Steth. Black Adult	1	20
4		ABN <i>Majestic</i> Steth. Royal Blue Adult	1	20
5		ABN <i>Classic</i> Steth. Black Adult	1	20
6		ABN <i>Classic</i> Steth. Navy Blue Adult	1	10
7	Stok Logistik	ABN <i>Majestic</i> Steth. Grey Adult	1	350

Tabel 4.18 Jumlah *batch* dan ukuran *batch* transfer kondisi saat ini (Lanjutan)

No Order	Customer	Nama Produk	Jumlah Batch (J)	Ukuran Batch Transfer ( $Q_{i,j,k}$ )
8	Stok	ABN <i>Majestic</i> Steth. Burgundy Adult	1	250
9	Logistik	ABN <i>Majestic</i> Steth. Hunter Green Adult	1	100

Ketika sudah menentukan jumlah *batch* dan ukuran *batch* transfer dari setiap *order*, selanjutnya yaitu menghitung *waiting time* (waktu tunggu) untuk keseluruhan *order*. Urutan *order* yang diproses yaitu berdasarkan urutan *order* yang diterima, sesuai Tabel 4.18. Perhitungan waktu tunggu dari setiap *order* di tiap stasiun kerja menggunakan Persamaan III.1 – III.26. Berikut ini merupakan perhitungan waktu tunggu pada Stasiun Kerja 1 dengan urutan pengerjaan *order* sesuai dengan Tabel 4.18.

### Stasiun kerja 1

#### 1) Stasiun Kerja 1, Batch Transfer 1, Order 1

- Saat Mulai Proses ( $B_{1,1,1}$ )

Saat mulai untuk stasiun kerja 1, nomor *batch* 1 dan *order* 1 disebut dengan  $B_{1,1,1}$ . Saat mulai stasiun kerja pertama yaitu sama dengan saat aktivitas *set up* selesai dilakukan pada stasiun kerja tersebut. Saat mulai dihitung sebagai berikut:

$$B_{1,1,1} = s_1 \dots \dots \dots \text{merujuk ke Persamaan III.2}$$

$$= 0$$

- Saat Selesai Proses ( $F_{1,1,1}$ )

Ketika telah diketahui saat mulai, maka selanjutnya dapat dihitung saat selesainya.  $F_{1,1,1}$  merupakan saat selesai pada stasiun kerja 1, nomor *batch* 1 dan *order* 1. Untuk menghitung waktu selesai, yaitu dengan menambahkan saat mulai ( $B_{1,1,1}$ ) dengan waktu proses pada stasiun kerja 1 yang telah dikalikan dengan ukuran *batch* transfer pada stasiun kerja 1, nomor *batch* 1 dan *order* 1.

$$F_{1,1,1} = B_{1,1,1} + (t_1 \cdot Q_{1,1,1}) \dots \dots \dots \text{merujuk ke Persamaan III.3}$$

$$= 0 + [(0,45)(10)]$$

$$= 4,5$$

- Waktu Tunggu *Job* dalam *Batch* ( $W_{1,1,1}$ )

Ketika saat mulai dan saat selesai diketahui, selanjutnya dapat dihitung waktu tunggu *job* dalam *batch*.  $W_{1,1,1}$  merupakan waktu tunggu untuk setiap *job* pada

stasiun kerja 1, nomor *batch* 1 dan *order* 1. Waktu tunggu/unit dihitung dengan mengurangi saat selesai dengan waktu proses.

$$\begin{aligned}
 W_{1,1,1} &= F_{1,1,1} - t_1 \dots \dots \dots \text{merujuk pada Persamaan III.18} \\
 &= 4,5 - 0,45 \\
 &= 4,05
 \end{aligned}$$

**2) Stasiun Kerja 1, Batch Transfer 1, Order 2**

- Saat Mulai Proses ( $B_{1,1,2}$ )

$B_{1,1,2}$  merupakan saat mulai pada stasiun kerja 1, nomor *batch* 1 dan *order* 2. Saat mulai untuk *order* 2 didapat dari saat selesai pada stasiun kerja 1 dengan nomor *batch* 1 dan *order* 1 ditambah dengan waktu *set up* pada stasiun kerja 1. Ketika telah diketahui saat mulai, maka selanjutnya dapat dihitung saat selesainya ( $F_{1,1,2}$ )

$$\begin{aligned}
 B_{1,1,2} &= F_{1,1,1} + s_1 \dots \dots \dots \text{merujuk ke Persamaan III.6} \\
 &= 4,5 + 0 \\
 &= 4,5
 \end{aligned}$$

- Saat Selesai Proses ( $F_{1,1,2}$ )

$F_{1,1,2}$  merupakan saat selesai pada stasiun kerja 1, nomor *batch* 1 dan untuk *order* 2. Untuk menghitung saat selesai, diperlukan saat mulai ( $B_{1,1,2}$ ) ditambah dengan waktu proses pada stasiun kerja 1 yang telah dikali kan dengan ukuran *batch* transfer pada stasiun kerja 1, nomor *batch* 1 dan *order* 2.

$$\begin{aligned}
 F_{1,1,2} &= B_{1,1,2} + (t_1 \cdot Q_{1,1,2}) \dots \dots \dots \text{merujuk ke Persamaan III.7} \\
 &= 4,5 + [(0,45)(200)] \\
 &= 94,5
 \end{aligned}$$

- Waktu Tunggu *Job* dalam *Batch* ( $W_{1,1,2}$ )

Ketika saat mulai dan saat selesai diketahui, selanjutnya dapat dihitung waktu tunggu *job* dalam *batch*.  $W_{1,1,2}$  merupakan waktu tunggu setiap *job* pada stasiun kerja 1, nomor *batch* 1 dan *order* 2. Waktu tunggu *job* dalam *batch* dihitung dengan mengurangi saat selesai dengan waktu proses.

$$\begin{aligned}
 W_{1,1,2} &= F_{1,1,2} - t_1 \dots \dots \dots \text{merujuk pada Persamaan III.18} \\
 &= 94,5 - 0,45 \\
 &= 94,05
 \end{aligned}$$

**3) Stasiun Kerja 1, Batch Transfer 1, Order 3**

- Saat Mulai Proses ( $B_{1,1,3}$ )

$$\begin{aligned} B_{1,1,3} &= F_{1,1,2} + s_1 \\ &= 94,5 + 0 \\ &= 94,5 \end{aligned}$$

- Saat Selesai Proses ( $F_{1,1,3}$ )

$$\begin{aligned} F_{1,1,3} &= B_{1,1,3} + (t_1 \cdot Q_{1,1,3}) \\ &= 94,5 + [(0,45)(20)] \\ &= 103,5 \end{aligned}$$

- Waktu Tunggu *Job* dalam *Batch* ( $W_{1,1,3}$ )

$$\begin{aligned} W_{1,1,3} &= F_{1,1,3} - t_1 \\ &= 103,5 - 0,45 \\ &= 103,05 \end{aligned}$$

**4) Stasiun Kerja 1, Batch Transfer 1, Order 4**

- Saat Mulai Proses ( $B_{1,1,4}$ )

$$\begin{aligned} B_{1,1,4} &= F_{1,1,3} + s_1 \\ &= 103,5 + 0 \\ &= 103,5 \end{aligned}$$

- Saat Selesai Proses ( $F_{1,1,4}$ )

$$\begin{aligned} F_{1,1,4} &= B_{1,1,4} + (t_1 \cdot Q_{1,1,4}) \\ &= 103,5 + [(0,45)(20)] \\ &= 112,5 \end{aligned}$$

- Waktu Tunggu *Job* dalam *Batch* ( $W_{1,1,4}$ )

$$\begin{aligned} W_{1,1,4} &= F_{1,1,4} - t_1 \\ &= 112,5 - 0,45 \\ &= 112,05 \end{aligned}$$

**5) Stasiun Kerja 1, Batch Transfer 1, Order 5**

- Saat Mulai Proses ( $B_{1,1,5}$ )

$$\begin{aligned} B_{1,1,5} &= F_{1,1,4} + s_1 \\ &= 112,5 + 0 \\ &= 112,5 \end{aligned}$$



- Saat Selesai Proses ( $F_{1,1,5}$ )

$$\begin{aligned} F_{1,1,5} &= B_{1,1,5} + (t_1 \cdot Q_{1,1,5}) \\ &= 112,5 + [(0,45)(20)] \\ &= 121,5 \end{aligned}$$

- Waktu Tunggu *Job* dalam *Batch* ( $W_{1,1,5}$ )

$$\begin{aligned} W_{1,1,5} &= F_{1,1,5} - t_1 \\ &= 121,5 - 0,45 \\ &= 121,05 \end{aligned}$$

**6) Stasiun Kerja 1, *Batch* Transfer 1, *Order* 6**

- Saat Mulai Proses ( $B_{1,1,6}$ )

$$\begin{aligned} B_{1,1,6} &= F_{1,1,5} + s_1 \\ &= 121,5 + 0 \\ &= 121,5 \end{aligned}$$

- Saat Selesai Proses ( $F_{1,1,6}$ )

$$\begin{aligned} F_{1,1,6} &= B_{1,1,6} + (t_1 \cdot Q_{1,1,6}) \\ &= 121,5 + [(0,45)(10)] \\ &= 126 \end{aligned}$$

- Waktu Tunggu *Job* dalam *Batch* ( $W_{1,1,6}$ )

$$\begin{aligned} W_{1,1,6} &= F_{1,1,6} - t_1 \\ &= 126 - 0,45 \\ &= 125,55 \end{aligned}$$

**7) Stasiun Kerja 1, *Batch* Transfer 1, *Order* 7**

- Saat Mulai Proses ( $B_{1,1,7}$ )

$$\begin{aligned} B_{1,1,7} &= F_{1,1,6} + s_1 \\ &= 126 + 0 \\ &= 126 \end{aligned}$$

- Saat Selesai Proses ( $F_{1,1,7}$ )

$$\begin{aligned} F_{1,1,7} &= B_{1,1,7} + (t_1 \cdot Q_{1,1,7}) \\ &= 126 + [(0,45)(350)] \\ &= 283,5 \end{aligned}$$

- Waktu Tunggu *Job* dalam *Batch* ( $W_{1,1,7}$ )

$$\begin{aligned} W_{1,1,7} &= F_{1,1,7} - t_1 \\ &= 283,5 - 0,45 \\ &= 238,05 \end{aligned}$$

### 8) Stasiun Kerja 1, *Batch* Transfer 1, *Order* 8

- Saat Mulai Proses ( $B_{1,1,8}$ )

$$\begin{aligned} B_{1,1,8} &= F_{1,1,7} + s_1 \\ &= 283,5 + 0 \\ &= 283,5 \end{aligned}$$

- Saat Selesai Proses ( $F_{1,1,8}$ )

$$\begin{aligned} F_{1,1,8} &= B_{1,1,8} + (t_1 \cdot Q_{1,1,8}) \\ &= 283,5 + [(0,45)(250)] \\ &= 396 \end{aligned}$$

- Waktu Tunggu *Job* dalam *Batch* ( $W_{1,1,8}$ )

$$\begin{aligned} W_{1,1,8} &= F_{1,1,8} - t_1 \\ &= 396 - 0,45 \\ &= 395,55 \end{aligned}$$

### 9) Stasiun Kerja 1, *Batch* Transfer 1, *Order* 9

- Saat Mulai Proses ( $B_{1,1,9}$ )

$$\begin{aligned} B_{1,1,9} &= F_{1,1,8} + s_1 \\ &= 396 + 0 \\ &= 396 \end{aligned}$$

- Saat Selesai Proses ( $F_{1,1,9}$ )

$$\begin{aligned} F_{1,1,9} &= B_{1,1,9} + (t_1 \cdot Q_{1,1,9}) \\ &= 396 + [(0,45)(100)] \\ &= 441 \end{aligned}$$

- Waktu Tunggu *Job* dalam *Batch* ( $W_{1,1,9}$ )

$$\begin{aligned} W_{1,1,9} &= F_{1,1,9} - t_1 \\ &= 441 - 0,45 \\ &= 440,55 \end{aligned}$$

Setelah menghitung waktu tunggu untuk setiap *job* dalam *batch* dari seluruh *order* yang dikerjakan pada Stasiun kerja 1, selanjutnya yaitu menghitung total waktu

tunggu di Stasiun kerja 1 yang diperoleh dengan mengalikan ukuran *batch* transfer dan waktu tunggu *job* dalam *batch*.

$$\begin{aligned}
 W_i &= \sum_{j=1}^J [(Q_{i,j,k})(W_{i,j,k})] \dots \dots \dots \text{Merujuk Pada Persamaan III.19} \\
 &= [(10)(4,05)] + [(200)(94,05)] + [(20)(103,05)] + [(20)(112,05)] \\
 &\quad + [(20)(121,05)] + [(10)(125,55)] + [(350)(283,05)] + [(250)(395,55)] \\
 &\quad + [(100)(440,55)] \\
 &= 40,50 + 18.810 + 2.061 + 2.241 + 2.421 + 1.255,5 + 99.067,5 + 98.887,5 + \\
 &\quad 44.055 \\
 &= 268.839
 \end{aligned}$$

Selanjutnya yaitu menghitung waktu tunggu pada Stasiun Kerja *Blanking* yang merupakan stasiun kerja kedua. Berikut merupakan penjabaran untuk perhitungannya.

### Stasiun kerja 2

#### 1) Stasiun Kerja 2, *Batch* Transfer 1, *Order* 1

- Saat Mulai Proses ( $B_{2,1,1}$ )

$B_{2,1,1}$  merupakan saat mulai pada stasiun kerja 2, nomor *batch* 1 dan *order* 1. Saat mulai pada SK 2 didapat dari saat selesai pada stasiun kerja 1, nomor *batch* 1 dan *order* 1 ditambah dengan waktu *set up* pada SK 2.

$$\begin{aligned}
 B_{2,1,1} &= F_{1,1,1} + s_2 \dots \dots \dots \text{merujuk ke Persamaan III.10} \\
 &= 4,5 + 0,15 \\
 &= 4,65
 \end{aligned}$$

- Saat Selesai Proses ( $F_{2,1,1}$ )

$F_{2,1,1}$  merupakan saat selesai pada stasiun kerja 2, nomor *batch* 1 dan *order* 1. Untuk menghitung saat selesai, diperlukan saat mulai ( $B_{2,1,1}$ ) ditambah dengan waktu proses pada stasiun kerja 2 yang telah dikalikan dengan ukuran *batch* transfer pada stasiun kerja 1, nomor *batch* 1 dan *order* 1.

$$\begin{aligned}
 F_{2,1,1} &= B_{2,1,1} + (t_2 \cdot Q_{2,1,1}) \dots \dots \dots \text{merujuk ke Persamaan III.11} \\
 &= 4,65 + [(0,16)(10)] \\
 &= 6,25
 \end{aligned}$$

- Waktu Tunggu *Job* dalam *Batch* ( $W_{2,1,1}$ )

Ketika saat selesai diketahui, selanjutnya dapat dihitung waktu tunggu *job* dalam *batch*.  $W_{2,1,1}$  merupakan waktu tunggu setiap *job* pada stasiun kerja 2, nomor *batch* 1 dan *order* 1. Waktu tunggu *job* dalam *batch* diperoleh dengan

mengurangi saat selesai proses di stasiun kerja 2, saat selesai di stasiun kerja 1 dan waktu proses di stasiun kerja 2.

$$\begin{aligned}
 W_{2,1,1} &= F_{2,1,1} - F_{1,1,1} - t_2 \dots \dots \dots \text{merujuk pada Persamaan III.18} \\
 &= 6,25 - 4,50 - 0,16 \\
 &= 1,59
 \end{aligned}$$

**2) Stasiun Kerja 2, Batch Transfer 1, Order 2**

- Saat Mulai Proses ( $B_{2,1,2}$ )

Perbedaan saat mulai dari *order* 1 dan 2 yaitu, pada *order* 2 dilakukan perbandingan saat mulai.  $B_{2,1,2}$  merupakan saat mulai pada stasiun kerja 2, nomor *batch* 1 dan *order* 2. Saat mulai pada SK 2 didapat dari perbandingan saat selesai pada stasiun kerja 2, nomor *batch* 1 dan *order* 1 ( $F_{2,1,1}$ ) dengan saat selesai pada stasiun kerja 1, nomor *batch* 1 dan *order* 2 ( $F_{1,1,2}$ ) lalu ditambah dengan waktu *set up* pada SK 2.

$$\begin{aligned}
 B_{2,1,2} &= \max(F_{2,1,1}; F_{1,1,2}) + s_2 \dots \dots \dots \text{merujuk ke Persamaan III.14} \\
 &= \max(6,25 ; 94,50) + 0,15 \\
 &= 94,65
 \end{aligned}$$

- Saat Selesai Proses ( $F_{2,1,2}$ )

$$\begin{aligned}
 F_{2,1,2} &= B_{2,1,2} + (t_2 \cdot Q_{2,1,2}) \\
 &= 94,65 + [(0,16)(200)] \\
 &= 126,65
 \end{aligned}$$

- Waktu Tunggu *Job* dalam *Batch* ( $W_{2,1,2}$ )

$$\begin{aligned}
 W_{2,1,2} &= F_{2,1,2} - F_{1,1,2} - t_2 \\
 &= 126,65 - 94,05 - 0,16 \\
 &= 31,99
 \end{aligned}$$

**3) Stasiun Kerja 2, Batch Transfer 1, Order 3**

- Saat Mulai Proses ( $B_{2,1,3}$ )

$$\begin{aligned}
 B_{2,1,3} &= \max(F_{2,1,2}; F_{1,1,3}) + s_2 \\
 &= \max(126,65; 103,5) + 0,15 \\
 &= 126,80
 \end{aligned}$$

- Saat Selesai Proses ( $F_{2,1,3}$ )

$$\begin{aligned}
 F_{2,1,3} &= B_{2,1,3} + (t_2 \cdot Q_{2,1,3}) \\
 &= 126,80 + [(0,16 \times 20)]
 \end{aligned}$$

$$= 130$$

- Waktu Tunggu *Job* dalam *Batch* ( $W_{2,1,3}$ )

$$\begin{aligned}W_{2,1,3} &= F_{2,1,3} - F_{1,1,3} - t_2 \\ &= 130 - 103,50 - 0,16 \\ &= 26,34\end{aligned}$$

#### 4) Stasiun Kerja 2, *Batch* Transfer 1, *Order* 4

- Saat Mulai Proses ( $B_{2,1,4}$ )

$$\begin{aligned}B_{2,1,4} &= \max(F_{2,1,3}; F_{1,1,4}) + s_2 \\ &= \max(130; 112,5) + 0,15 \\ &= 130,15\end{aligned}$$

- Saat Selesai Proses ( $F_{2,1,4}$ )

$$\begin{aligned}F_{2,1,4} &= B_{2,1,4} + (t_2 \cdot Q_{2,1,4}) \\ &= 130 + [(0,16)(20)] \\ &= 133,35\end{aligned}$$

- Waktu Tunggu *Job* dalam *Batch* ( $W_{2,1,4}$ )

$$\begin{aligned}W_{2,1,4} &= F_{2,1,4} - F_{1,1,4} - t_2 \\ &= 133,35 - 112,5 - 0,16 \\ &= 20,69\end{aligned}$$

#### 5) Stasiun Kerja 2, *Batch* Transfer 1, *Order* 5

- Saat Mulai Proses ( $B_{2,1,5}$ )

$$\begin{aligned}B_{2,1,5} &= \max(F_{2,1,4}; F_{1,1,5}) + s_2 \\ &= \max(133,35; 121,5) + 0,15 \\ &= 133,50\end{aligned}$$

- Saat Selesai Proses ( $F_{2,1,5}$ )

$$\begin{aligned}F_{2,1,5} &= B_{2,1,5} + (t_2 \cdot Q_{2,1,5}) \\ &= 133,50 + [(0,16)(20)] \\ &= 136,70\end{aligned}$$

- Waktu Tunggu *Job* dalam *Batch* ( $W_{2,1,5}$ )

$$\begin{aligned}W_{2,1,5} &= F_{2,1,5} - F_{1,1,5} - t_2 \\ &= 136,70 - 121,65 - 0,16 \\ &= 15,04\end{aligned}$$



**6) Stasiun Kerja 2, Batch Transfer 1, Order 6**

- Saat Mulai Proses ( $B_{2,1,6}$ )

$$\begin{aligned} B_{2,1,6} &= \max(F_{2,1,5}; F_{1,1,6}) + s_2 \\ &= \max(136,70; 126) + 0,15 \\ &= 136,85 \end{aligned}$$

- Saat Selesai Proses ( $F_{2,1,6}$ )

$$\begin{aligned} F_{2,1,6} &= B_{2,1,6} + (t_2 \cdot Q_{2,1,6}) \\ &= 136,85 + [(0,16)(10)] \\ &= 138,45 \end{aligned}$$

- Waktu Tunggu *Job* dalam *Batch* ( $W_{2,1,6}$ )

$$\begin{aligned} W_{2,1,6} &= F_{2,1,6} - F_{1,1,6} - t_2 \\ &= 138,45 - 126 - 0,16 \\ &= 12,29 \end{aligned}$$

**7) Stasiun Kerja 2, Batch Transfer 1, Order 7**

- Saat Mulai Proses ( $B_{2,1,7}$ )

$$\begin{aligned} B_{2,1,7} &= \max(F_{2,1,6}; F_{1,1,7}) + s_2 \\ &= \max(138,45; 283,5) + 0,15 \\ &= 283,65 \end{aligned}$$

- Saat Selesai Proses ( $F_{2,1,7}$ )

$$\begin{aligned} F_{2,1,7} &= B_{2,1,7} + (t_2 \cdot Q_{2,1,7}) \\ &= 283,65 + [(0,16)(350)] \\ &= 339,65 \end{aligned}$$

- Waktu Tunggu *Job* dalam *Batch* ( $W_{2,1,7}$ )

$$\begin{aligned} W_{2,1,7} &= F_{2,1,7} - F_{1,1,7} - t_2 \\ &= 339,65 - 283,5 - 0,16 \\ &= 55,99 \end{aligned}$$

**8) Stasiun Kerja 2, Batch Transfer 1, Order 8**

- Saat Mulai Proses ( $B_{2,1,8}$ )

$$\begin{aligned} B_{2,1,8} &= \max(F_{2,1,7}; F_{1,1,8}) + s_2 \\ &= \max(339,65; 396) + 0,15 \\ &= 396,15 \end{aligned}$$

- Saat Selesai Proses ( $F_{2,1,8}$ )

$$\begin{aligned} F_{2,1,8} &= B_{2,1,8} + (t_2 \times Q_{2,1,8}) \\ &= 396,15 + [(0,16)(250)] \\ &= 436,15 \end{aligned}$$

- Waktu Tunggu *Job* dalam *Batch* ( $W_{2,1,8}$ )

$$\begin{aligned} W_{2,1,8} &= F_{2,1,8} - F_{1,1,8} - t_2 \\ &= 436,15 - 396 - 0,16 \\ &= 39,99 \end{aligned}$$

### 9) Stasiun Kerja 2, *Batch* Transfer 1, *Order* 9

- Saat Mulai Proses ( $B_{2,1,9}$ )

$$\begin{aligned} B_{2,1,9} &= \max(F_{2,1,8}; F_{1,1,9}) + s_2 \\ &= \max(436,15; 441) + 0,15 \\ &= 441,15 \end{aligned}$$

- Saat Selesai Proses ( $F_{2,1,9}$ )

$$\begin{aligned} F_{2,1,9} &= B_{2,1,9} + (t_2 \cdot Q_{2,1,9}) \\ &= 441,15 + [(0,16)(100)] \\ &= 457,15 \end{aligned}$$

- Waktu Tunggu *Job* dalam *Batch* ( $W_{2,1,6}$ )

$$\begin{aligned} W_{2,1,9} &= F_{2,1,9} - F_{1,1,9} - t_2 \\ &= 457,15 - 441 - 0,16 \\ &= 15,99 \end{aligned}$$

Setelah menghitung waktu tunggu untuk setiap *job* dalam *batch* dari seluruh *order* yang dikerjakan pada Stasiun kerja 2, selanjutnya yaitu menghitung total waktu tunggu di Stasiun kerja 2 yang diperoleh dengan mengalikan ukuran *batch* transfer dan waktu tunggu *job* dalam *batch*.

$$\begin{aligned} W_i &= \sum_{j=1}^J [(Q_{i,j,k})(W_{i,j,k})] \\ &= [(10)(1,59)] + [(200)(31,99)] + [(20)(26,34)] + [(20)(20,69)] \\ &\quad + [(20)(15,04)] + [(10)(12,29)] + [(350)(55,99)] + [(250)(39,99)] \\ &\quad + [(100)(15,99)] \\ &= 15,9 + 6.398 + 526,8 + 412,8 + 300,8 + 122,8 + 19.596,5 + 9.997,5 + 1.599 \\ &= 38.971,2 \end{aligned}$$

Hasil rekapitulasi waktu tunggu untuk keseluruhan *order* dapat dilihat pada Tabel 4.19. *Gantt chart* untuk penjadwalan saat ini dapat dilihat pada Gambar 4.14.

Berdasarkan Tabel 4.19 didapatkan bahwa total waktu tunggu dari keseluruhan *order* yaitu 5.544.366,20 menit. Waktu tunggu tersebut merupakan total waktu tunggu *batch*. *Makespan* dapat ditentukan dari maksimum *flowtime* seperti dinyatakan pada Persamaan II.13. *Makespan* untuk penjadwalan saat ini yaitu 2.202,45 menit. Berdasarkan Gambar 4.14 stasiun kerja yang tidak memiliki waktu menganggur (*idle time*) yaitu Stasiun Kerja Laser *Chestpiece*, QC *Ear tip* dan QC *Binaural & Y Tubbing*.

#### 4.2.4.2 Penjadwalan *Production Batch* Usulan

Usulan penjadwalan *production batch* yaitu dengan menentukan ukuran *batch* transfer optimal, sedangkan untuk ukuran *batch* proses masih sesuai dengan kuantitas *order* dari *customer*. Penjadwalan usulan dilakukan dengan mengurutkan *order* menggunakan *Dispatching Rule Earliest Due Date* (EDD) dan *Short Processing Time* (SPT). Algoritma EDD digunakan saat memulai penjadwalan, yaitu untuk mengurutkan *order* dengan waktu tenggat yang lebih awal. Ketika ditemukan *order* memiliki waktu tenggat yang sama, maka digunakan algoritma SPT yang mendahulukan *order* dengan total waktu proses lebih cepat. Proses penjadwalan *production batch* usulan diawali dari pengurutan *order*, penentuan OMH dan O WIP, lalu menentukan ukuran *batch* transfer untuk setiap *order* dengan kriteria minimasi total *Cost* dan terakhir yaitu melakukan penjadwalan untuk mengetahui waktu tunggu dan *makespan*.

##### 4.2.4.2.1 Pengurutan *Order* dengan *Dispatching Rule* EDD dan SPT

Pengurutan *order* dengan *dispatching rule* EDD dan SPT dilakukan pada *order* Bulan Juni 2020. Terdapat 3 *order* yang terlambat pada Bulan Juni 2020 dan *order* tersebut merupakan permintaan dari dalam negeri (Tabel 4.2). Oleh karena itu akan dilakukan pengurutan berdasarkan *dispatching rule* EDD. Jika terdapat *order* dengan *due date* yang sama, maka selanjutnya akan digunakan *dispatching rule* SPT. Tabel 4.20 merupakan pengurutan *order* berdasarkan *due date*.

Tabel 4.19 Rekapitulasi waktu tunggu *batch* penjadwalan saat ini

No. SK	Stasiun Kerja	No. Order	No. Batch Transfer	Ukuran Batch Transfer (a)	Waktu Proses/unit (menit/unit) (b)	Waktu Proses/batch (menit/batch) (a x b = c)	Set Up (si)	Saat Mulai (B)	Saat Selesai (F)	Waktu tunggu <i>job</i> dalam <i>batch</i> $W_{i,j,k} = F_{i,j,k} - F_{i-1,j,k} - t_i$ (d)	Waktu tunggu/batch (d x a = e)
1	Pemotongan Foam	1	Batch 1	10	0,45	4,50	0,00	0,00	4,50	4,05	40,50
		2	Batch 1	200	0,45	90,00	0,00	4,50	94,50	94,05	18.810,00
		3	Batch 1	20	0,45	9,00	0,00	94,50	103,50	103,05	2.061,00
		4	Batch 1	20	0,45	9,00	0,00	103,50	112,50	112,05	2.241,00
		5	Batch 1	20	0,45	9,00	0,00	112,50	121,50	121,05	2.421,00
		6	Batch 1	10	0,45	4,50	0,00	121,50	126,00	125,55	1.255,50
		7	Batch 1	350	0,45	157,50	0,00	126,00	283,50	283,05	99.067,50
		8	Batch 1	250	0,45	112,50	0,00	283,50	396,00	395,55	98.887,50
		9	Batch 1	100	0,45	45,00	0,00	396,00	441,00	440,55	44.055,00
2	Blanking Foam	1	Batch 1	10	0,16	1,60	0,15	4,65	6,25	1,59	15,90
		2	Batch 1	200	0,16	32,00	0,15	94,65	126,65	31,99	6.398,00
		3	Batch 1	20	0,16	3,20	0,15	126,80	130,00	26,34	526,80
		4	Batch 1	20	0,16	3,20	0,15	130,15	133,35	20,69	413,80
		5	Batch 1	20	0,16	3,20	0,15	133,50	136,70	15,04	300,80
		6	Batch 1	10	0,16	1,60	0,15	136,85	138,45	12,29	122,90
		7	Batch 1	350	0,16	56,00	0,15	283,65	339,65	55,99	19.596,50
		8	Batch 1	250	0,16	40,00	0,15	396,15	436,15	39,99	9.997,50
		9	Batch 1	100	0,16	16,00	0,15	441,15	457,15	15,99	1.599,00
3	Pengeleman Foam	1	Batch 1	10	1,69	16,90	0,00	6,25	23,15	15,21	152,10
		2	Batch 1	200	1,69	338,00	0,00	126,65	464,65	336,31	67.262,00
		3	Batch 1	20	1,69	33,80	0,00	464,65	498,45	366,76	7.335,20

Tabel 4.19 Rekapitulasi waktu tunggu *batch* penjadwalan saat ini (Lanjutan)

No. SK	Stasiun Kerja	No. Order	No. Batch Transfer	Ukuran Batch Transfer (a)	Waktu Proses/unit (menit/unit) (b)	Waktu Proses/batch (menit/batch) (a x b = c)	Set Up (si)	Saat Mulai (B)	Saat Selesai (F)	Waktu tunggu <i>job</i> dalam <i>batch</i> $W_{i,j,k} = F_{i,j,k} - F_{i-1,j,k} - t_i$ (d)	Waktu tunggu/batch (d x a = e)
3	Pengeleman Foam	4	Batch 1	20	1,69	33,80	0,00	498,45	532,25	397,21	7.944,20
		5	Batch 1	20	1,69	33,80	0,00	532,25	566,05	427,66	8.553,20
		6	Batch 1	10	1,69	16,90	0,00	566,05	582,95	442,81	4.428,10
		7	Batch 1	350	1,69	591,50	0,00	582,95	1.174,45	833,11	291.588,50
		8	Batch 1	250	1,69	422,50	0,00	1.174,45	1.596,95	1.159,11	289.777,50
		9	Batch 1	100	1,69	169,00	0,00	1.596,95	1.765,95	1.307,11	130.711,00
4.1	Laser Chestpiece	1	Batch 1	10	0,33	3,30	0,07	0,07	3,37	3,04	30,40
		2	Batch 1	200	0,33	66,00	0,07	3,44	69,44	69,11	13.822,00
		3	Batch 1	20	0,33	6,60	0,07	69,51	76,11	75,78	1.515,60
		4	Batch 1	20	0,33	6,60	0,07	76,18	82,78	82,45	1.649,00
		5	Batch 1	20	0,33	6,60	0,07	82,85	89,45	89,12	1.782,40
		6	Batch 1	10	0,33	3,30	0,07	89,52	92,82	92,49	924,90
		7	Batch 1	350	0,33	115,50	0,07	92,89	208,39	208,06	72.821,00
		8	Batch 1	250	0,33	82,50	0,07	208,46	290,96	290,63	72.657,50
		9	Batch 1	100	0,33	33,00	0,07	291,03	324,03	323,70	32.370,00
5.1	QC Foam	1	Batch 1	10	0,62	6,20	0,00	23,15	29,35	5,58	55,80
		2	Batch 1	200	0,62	124,00	0,00	464,65	588,65	123,38	24.676,00
		3	Batch 1	20	0,62	12,40	0,00	588,65	601,05	101,98	2.039,60
		4	Batch 1	20	0,62	12,40	0,00	601,05	613,45	80,58	1.611,60
		5	Batch 1	20	0,62	12,40	0,00	613,45	625,85	59,18	1.183,60
		6	Batch 1	10	0,62	6,20	0,00	625,85	632,05	48,48	484,80



Tabel 4.19 Rekapitulasi waktu tunggu *batch* penjadwalan saat ini (Lanjutan)

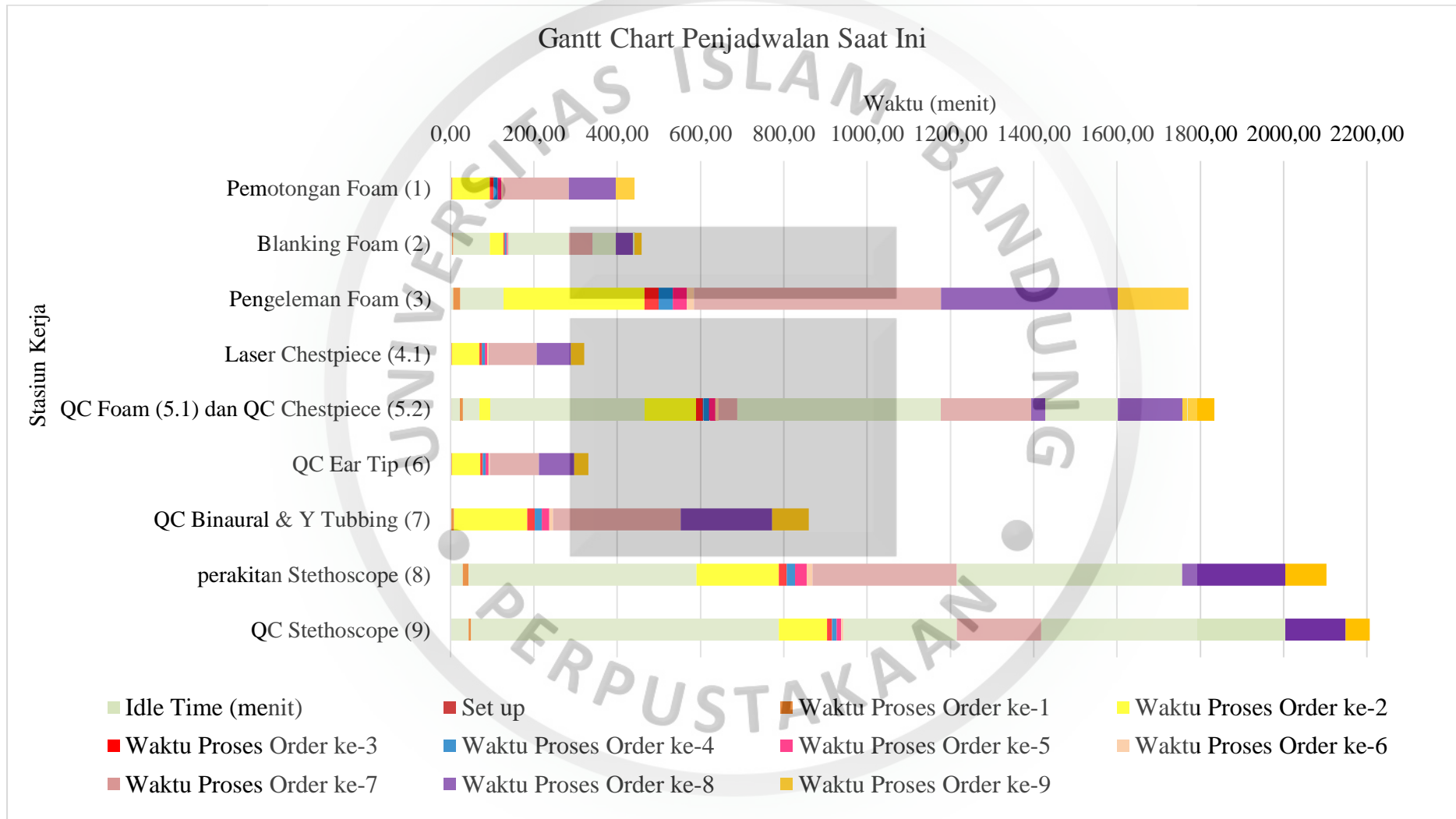
No. SK	Stasiun Kerja	No. Order	No. Batch Transfer	Ukuran Batch Transfer (a)	Waktu Proses/unit (menit/unit) (b)	Waktu Proses/batch (menit/batch) (a x b = c)	Set Up (si)	Saat Mulai (B)	Saat Selesai (F)	Waktu tunggu <i>job</i> dalam <i>batch</i> $W_{i,j,k} = F_{i,j,k} - F_{i-1,j,k} - t_i$ (d)	Waktu tunggu/batch (d x a = e)
5.1	QC Foam	7	Batch 1	350	0,62	217,00	0,00	1.174,45	1.391,45	216,38	75.733,00
		8	Batch 1	250	0,62	155,00	0,00	1.596,95	1.751,95	154,38	38.595,00
		9	Batch 1	100	0,62	62,00	0,00	1.765,95	1.827,95	61,38	6.138,00
5.2	QC Chestpiece	1	Batch 1	10	0,13	1,30	0,00	3,37	4,67	1,17	11,70
		2	Batch 1	200	0,13	26,00	0,00	69,44	95,44	25,87	5.174,00
		3	Batch 1	20	0,13	2,60	0,00	95,44	98,04	21,80	436,00
		4	Batch 1	20	0,13	2,60	0,00	98,04	100,64	17,73	354,60
		5	Batch 1	20	0,13	2,60	0,00	100,64	103,24	13,66	273,20
		6	Batch 1	10	0,13	1,30	0,00	103,24	104,54	11,59	115,90
		7	Batch 1	350	0,13	45,50	0,00	208,39	253,89	45,37	15.879,50
		8	Batch 1	250	0,13	32,50	0,00	290,96	323,46	32,37	8.092,50
		9	Batch 1	100	0,13	13,00	0,00	324,03	337,03	12,87	1.287,00
6	QC Ear tip	1	Batch 1	10	0,34	3,40	0,00	0,00	3,40	3,06	30,60
		2	Batch 1	200	0,34	68,00	0,00	3,40	71,40	71,06	14.212,00
		3	Batch 1	20	0,34	6,80	0,00	71,40	78,20	77,86	1.557,20
		4	Batch 1	20	0,34	6,80	0,00	78,20	85,00	84,66	1.693,20
		5	Batch 1	20	0,34	6,80	0,00	85,00	91,80	91,46	1.829,20
		6	Batch 1	10	0,34	3,40	0,00	91,80	95,20	94,86	948,60
		7	Batch 1	350	0,34	119,00	0,00	95,20	214,20	213,86	74.851,00
		8	Batch 1	250	0,34	85,00	0,00	214,20	299,20	298,86	74.715,00
		9	Batch 1	100	0,34	34,00	0,00	299,20	333,20	332,86	33.286,00

Tabel 4.19 Rekapitulasi waktu tunggu *batch* penjadwalan saat ini (Lanjutan)

No. SK	Stasiun Kerja	No. Order	No. Batch Transfer	Ukuran Batch Transfer (a)	Waktu Proses/unit (menit/unit) (b)	Waktu Proses/batch (menit/batch) (a x b = c)	Set Up (si)	Saat Mulai (B)	Saat Selesai (F)	Waktu tunggu <i>job</i> dalam <i>batch</i> $W_{i,j,k} = F_{i,j,k} - F_{i-1,j,k} - t_i$ (d)	Waktu tunggu/batch (d x a = e)
7	QC Binaural & Y Tubbing	1	Batch 1	10	0,88	8,80	0,00	0,00	8,80	7,92	79,20
		2	Batch 1	200	0,88	176,00	0,00	8,80	184,80	183,92	36.784,00
		3	Batch 1	20	0,88	17,60	0,00	184,80	202,40	201,52	4.030,40
		4	Batch 1	20	0,88	17,60	0,00	202,40	220,00	219,12	4.382,40
		5	Batch 1	20	0,88	17,60	0,00	220,00	237,60	236,72	4.734,40
		6	Batch 1	10	0,88	8,80	0,00	237,60	246,40	245,52	2.455,20
		7	Batch 1	350	0,88	308,00	0,00	246,40	554,40	553,52	193.732,00
		8	Batch 1	250	0,88	220,00	0,00	554,40	774,40	773,52	193.380,00
		9	Batch 1	100	0,88	88,00	0,00	774,40	862,40	861,52	86.152,00
8	Perakitan Stethoscope	1	Batch 1	10	1,40	14,00	0,00	29,35	43,35	83,78	837,80
		2	Batch 1	200	1,40	280,00	0,00	588,65	786,65	1.611,32	322.264,00
		3	Batch 1	20	1,40	28,00	0,00	786,65	806,45	2.000,12	40.002,40
		4	Batch 1	20	1,40	28,00	0,00	806,45	826,25	2.032,52	40.650,40
		5	Batch 1	20	1,40	28,00	0,00	826,25	854,25	2.072,71	41.454,20
		6	Batch 1	10	1,40	14,00	0,00	854,25	868,25	2.129,21	21.292,10
		7	Batch 1	350	1,40	490,00	0,00	1.391,45	1.737,95	3.497,37	1.224.079,50
		8	Batch 1	250	1,40	350,00	0,00	1.751,95	1.999,45	4.105,30	1.026.325,00
		9	Batch 1	100	1,40	140,00	0,00	1.999,45	2.098,45	4.563,73	456.373,00
9	QC Stethoscope	1	Batch 1	10	0,58	5,80	0,00	43,35	48,85	4,95	49,50
		2	Batch 1	200	0,58	116,00	0,00	786,65	902,65	115,42	23.084,00
		3	Batch 1	20	0,58	11,60	0,00	902,65	914,25	107,22	2.144,40

Tabel 4.19 Rekapitulasi waktu tunggu *batch* penjadwalan saat ini (Lanjutan)

No. SK	Stasiun Kerja	No. Order	No. Batch Transfer	Ukuran Batch Transfer (a)	Waktu Proses/unit (menit/unit) (b)	Waktu Proses/batch (menit/batch) (a x b = c)	Set Up (si)	Saat Mulai (B)	Saat Selesai (F)	Waktu tunggu <i>job</i> dalam <i>batch</i> $W_{i,j,k} = F_{i,j,k} - F_{i-1,j,k} - t_i$ (d)	Waktu tunggu/batch (d x a = e)
9	QC Stethoscope	4	Batch 1	20	0,58	11,60	0,00	914,25	925,85	99,02	220,40
		5	Batch 1	20	0,58	11,60	0,00	925,85	936,85	82,05	220,40
		6	Batch 1	10	0,58	5,80	0,00	936,85	942,35	73,55	52,20
		7	Batch 1	350	0,58	203,00	0,00	1.737,95	1.940,95	202,42	70.847,00
		8	Batch 1	250	0,58	145,00	0,00	1.999,45	2.144,45	144,42	36.105,00
		9	Batch 1	100	0,58	58,00	0,00	2.144,45	2.202,45	103,42	5.742,00
Total Waktu Tunggu (menit)											5.544.366,20



Gambar 4.14 Gantt chart penjadwalan saat ini

Tabel 4.20 *Dispatching rule* EDD

No Order	Customer	Nama Produk	Kuantitas	Due Date
1	Bydand	ABN <i>Classic</i> Steth. Hunter Green Adult	10	11 Juni 2020
2	Kherad	ABN <i>Majestic</i> Steth. Black Adult	200	11 Juni 2020
7	Stok Logistik	ABN <i>Majestic</i> Steth. Grey Adult	350	12 Juni 2020
8	Stok Logistik	ABN <i>Majestic</i> Steth. Burgundy Adult	250	12 Juni 2020
9	Stok Logistik	ABN <i>Majestic</i> Steth. Hunter Green Adult	100	12 Juni 2020
3	Body Health & Care	ABN <i>Majestic</i> Steth. Black Adult	20	12 Juni 2020
4	Body Health & Care	ABN <i>Majestic</i> Steth. Royal Blue Adult	20	12 Juni 2020
5	Body Health & Care	ABN <i>Classic</i> Steth. Black Adult	20	12 Juni 2020
6	Body Health & Care	ABN <i>Classic</i> Steth. Navy Blue Adult	10	12 Juni 2020

Dikarenakan terdapat beberapa *order* dengan *due date* yang sama, oleh karena itu pengurutan *order* dilanjutkan dengan *dispatching rule* SPT. Contoh perhitungan *Processing Time* dilakukan pada nomor *order* 1, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Processing time order 1} &= \text{Kuantitas} \times \text{Cycle time Stethoscope} \\
 &= 10 \text{ unit} \times 1,69 \text{ menit/unit} \\
 &= 16,95 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk *order* lainnya. Rekapitulasi pengurutan *order* berdasarkan aturan prioritas EDD yang dilanjutnya dengan SPT dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 *Dispatching rule* EDD dan SPT

No Order	Customer	Nama Produk	Kuantitas	Due Date	Processing Time (Menit)
1	Bydand	ABN <i>Classic</i> Steth. Hunter Green Adult	10	11 Juni 2020	16,95
2	Kherad	ABN <i>Majestic</i> Steth. Black Adult	200	11 Juni 2020	169,48
6	Body Health & Care	ABN <i>Classic</i> Steth. Navy Blue Adult	10	12 Juni 2020	338,96
3	Body Health & Care	ABN <i>Majestic</i> Steth. Black Adult	20	12 Juni 2020	16,95
4	Body Health & Care	ABN <i>Majestic</i> Steth. Royal Blue Adult	20	12 Juni 2020	33,90
5	Body Health & Care	ABN <i>Classic</i> Steth. Black Adult	20	12 Juni 2020	33,90
9	Stok Logistik	ABN <i>Majestic</i> Steth. Hunter Green Adult	100	12 Juni 2020	33,90
8	Stok Logistik	ABN <i>Majestic</i> Steth. Burgundy Adult	250	12 Juni 2020	169,48
7	Stok Logistik	ABN <i>Majestic</i> Steth. Grey Adult	350	12 Juni 2020	423,70



Berdasarkan Tabel 4.21 terjadi perubahan urutan dari Tabel 4.20. Perubahan terjadi pada nomor *order* 7, 8, 9, 3, 4, 5, dan 6. Ketika sudah ditentukan urutan *order* yang akan diproses, selanjutnya yaitu menentukan ukuran *batch* transfer.

#### 4.2.4.2.2 Penentuan Ongkos *Material Handling* (OMH) dan Ongkos *Work in Process* (WIP) *Inventory*

Hopp dan Spearman (2011) menyatakan bahwa membagi *batch* transfer akan mengurangi waktu tunggu *batch* tetapi berdampak pada lebih banyaknya *material handling*. Sementara menurut Muhammad, Nu'man dan Shofia (2019), waktu tunggu mempengaruhi Biaya Persediaan WIP. Oleh karena itu untuk menentukan ukuran *batch* transfer maka dibutuhkan *Ongkos Material Handling* (OMH) dan Ongkos *Work In Process* (WIP). Kedua ongkos ini berbeda-beda di setiap stasiun kerjanya karena adanya perbedaan waktu proses. Pendekatan yang digunakan untuk menghitung kedua ongkos ini yaitu menggunakan Upah Minimum Kota (UMK) Cimahi sebagai upah bersih pekerja setiap bulannya.

Perhitungan OMH memerlukan data upah pekerja dalam satuan menit. Upah ini digunakan untuk mengetahui upah pekerja ketika melakukan satu kali pemindahan komponen antar stasiun kerja. OMH ditentukan dengan mengetahui jarak antar stasiun kerja dan waktu untuk melakukan pemindahan/transfer komponen yang selesai diproses (Tabel 4.7). Sebagai contoh perhitungan adalah transfer dari Stasiun Kerja Pematangan *Foam* (1) ke *Blanking Foam* (2) memerlukan *delivery time* 2,31 menit, maka besarnya OMH adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{OMH} &= [(\text{delivery time}) \cdot (\text{Upah pekerja/menit})] \\ &= [(2,31 \text{ menit/frekuensi}) \cdot (\text{Rp } 317/\text{menit})] \\ &= \text{Rp}732,05/\text{frekuensi} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama diperoleh OMH untuk setiap stasiun kerja sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.22.

Besarnya ongkos WIP *inventory* mengacu kepada harga produk/unit. Harga *Classic Stethoscope* adalah Rp335.000/unit, sedangkan *Majestic Stethoscope* adalah Rp175.000/unit. Persentase untuk biaya penyimpanan yang diterapkan yaitu sebesar 20%/tahun. Biaya *inventory* dari kedua produk dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah hari kerja} &= 22 \text{ Hari/bulan (260 hari/tahun)} \\ \text{Jumlah jam kerja} &= 7,75 \text{ jam/hari} \end{aligned}$$

Tabel 4.22 Ongkos Material *Handling* (OMH)

No.	From Stasiun Kerja	To Stasiun Kerja	Delivery time (menit/frekuensi)	OHM (Rp/frekuensi)
1	Pemotongan Foam (1)	Blaking Foam (2)	2,31	Rp 732,05
2	Blanking Foam (2)	Pengeleman Foam (3)	2,56	Rp 811,39
3	Pengeleman Foam (3)	QC Foam (5.1)	0,30	Rp 95,07
4	Laser Chestpiece (4.1)	QC Chestpiece (5.2)	2,09	Rp 663,19
5	QC Foam dan Chestpiece (5.1 dan 5.2)	Perakitan <i>Stethoscope</i> (8)	8,54	Rp 2.706,63
6	QC Ear Tip serta Binaural & Y Tubbing (6 dan 7)	Perakitan <i>Stethoscope</i> (8)	14,88	Rp 4.715,65
7	Perakitan <i>Stethoscope</i> (8)	QC <i>Stethoscope</i> (9)	0,68	Rp 217,07
8	QC <i>Stethoscope</i> (9)	Gudang Penyimpanan	28,34	Rp 8.982,19

- Biaya *inventory Classic Stethoscope*/tahun = 20%/tahun \* Rp335.000/unit  
= Rp67.000 /unit.tahun
- Biaya *inventory Classic Stethoscope*/hari =  $\frac{\text{Rp67.000 /unit.tahun}}{260 \text{ hari}}$   
= Rp257, 6923 /unit. hari
- Biaya *inventory Classic Stethoscope*/jam =  $\frac{\text{Rp257, 6923 /unit. hari}}{7,75 \text{ jam}}$   
= Rp33, 2506 /unit.jam
- Biaya *inventory Classic Stethoscope*/menit =  $\frac{\text{Rp33, 2506 /unit. jam}}{60 \text{ menit}}$   
= Rp0, 5542 /unit. menit

Biaya *inventory Majestic Stethoscope* dihitung dengan cara yang sama, sehingga dihasilkan biaya *inventory* sebesar Rp0.2895 /unit.menit. Selanjutnya adalah menghitung ongkos *WIP inventory* untuk masing-masing stasiun kerja. Ongkos *WIP inventory* dihitung dengan pendekatan upah per hari dan kuantitas unit yang selesai diproses per hari. Upah pekerja per hari digunakan untuk mengetahui upah pekerja ketika memproses komponen di setiap stasiun kerjanya. Selain itu ongkos *WIP inventory* untuk masing-masing stasiun kerja mengacu kepada harga produk/unit. Contoh perhitungan Ongkos *WIP Inventory* dilakukan pada stasiun kerja 1 (SK 1) untuk produk *Classic Stethoscope*.

➤ **Kuantitas produk yang dihasilkan (unit/hari) Stasiun Kerja 1**

$$\begin{aligned}
 \text{Kuantitas produk yang dihasilkan} &= \frac{\text{Jam kerja/hari}}{\text{Waktu baku Sk 1 / 60 menit}} \\
 \text{Stasiun kerja 1} &= \frac{7,75 \text{ jam/hari}}{0,45 \text{ menit/60}} \\
 &= 1030 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

➤ **Pertambahan nilai Stasiun Kerja 1 (Rp/unit)**

$$\begin{aligned} \text{Pertambahan nilai} &= \frac{\text{Upah/hari}}{\text{Kuantitas produk yang dihasilkan (Unit/hari)}} \\ \text{Stasiun kerja 1} &= \frac{\text{Rp147.360/hari}}{1030 \text{ unit/hari}} \\ &= \text{Rp143,07 /unit} \end{aligned}$$

➤ **Persentase pertambahan nilai Stasiun Kerja 1 (%)**

$$\begin{aligned} \text{Persentase pertambahan nilai} &= \left( \frac{\text{Pertambahan nilai}}{\text{Harga Jual Classic Stethoscope}} \right) \cdot 100\% \\ \text{Stasiun kerja 1} &= \left( \frac{\text{Rp143,07/unit}}{\text{Rp335.000/unit}} \right) \cdot 100\% \\ &= 0,04\% \end{aligned}$$

Persentase produk sebelum diproses di stasiun kerja, didapat dari pengurutan secara mundur dari stasiun kerja *downstream* hingga stasiun kerja *upstream*. Dikarenakan produk akhir menunjukkan 100%, sehingga perhitungan pada stasiun kerja *downstream* yaitu sebagai berikut:

➤ **Persentase produk sebelum diproses pada SK 9**

$$\begin{aligned} \text{Persentase produk sebelum diproses} &= \text{Persentase produk akhir} - \text{Persentase} \\ \text{pada SK 9} & \quad \text{pertambahan nilai SK 9} \\ &= 100\% - 0,05\% \\ &= 99,95\% \end{aligned}$$

Perhitungan persentase produk sebelum diproses di stasiun kerja dilanjutkan hingga stasiun kerja *upstream*. Berikut merupakan perhitungan pada SK 1 sebagai stasiun kerja *upstream*.

➤ **Persentase produk sebelum diproses pada Stasiun Kerja 1**

$$\begin{aligned} \text{Persentase produk sebelum diproses} &= \text{Persentase produk sebelum diproses} \\ \text{pada Stasiun kerja 1} & \quad \text{pada SK 2} - \text{Persentase pertambahan} \\ & \quad \text{nilai SK 1} \\ &= 99,58\% - 0,04\% \\ &= 99,54\% \end{aligned}$$

➤ **Ongkos produk sebelum diproses pada Stasiun Kerja 1**

$$\begin{aligned} \text{Ongkos produk sebelum diproses} &= [(\text{Persentase produk sebelum} \\ \text{pada Stasiun Kerja 1} & \quad \text{diproses pada SK 1}) * \\ & \quad (\text{Harga Jual Produk})] \end{aligned}$$

$$= [(99,54\%) \cdot (\text{Rp}335.000/\text{unit})]$$

$$= \text{Rp}333.449,76/\text{unit}$$

➤ **Ongkos *Work in Process Inventory* Stasiun Kerja 1/tahun**

$$\begin{aligned} \text{Ongkos WIP inventory/tahun} &= [(\text{Ongkos pertambahan nilai di SK} \\ &\quad \text{Pemotongan}) \cdot (20\%/ \text{tahun})] \\ &= [(\text{Rp}333.449,76/\text{unit}) \cdot (20\%/ \text{tahun})] \\ &= \text{Rp}66.689,95/\text{unit.tahun} \end{aligned}$$

➤ **Ongkos *Work in Process Inventory* Stasiun Kerja 1/hari**

$$\begin{aligned} \text{Ongkos WIP inventory/hari} &= \frac{\text{Ongkos WIP inventory/tahun}}{260 \text{ hari}} \\ &= \frac{\text{Rp}66.689,95/\text{unit.tahun}}{260 \text{ hari}} \\ &= \text{Rp}256,50/\text{unit.hari} \end{aligned}$$

➤ **Ongkos *Work in Process Inventory* Stasiun Kerja 1/jam**

$$\begin{aligned} \text{Ongkos WIP inventory/jam} &= \frac{\text{Ongkos WIP inventory/hari}}{7,75 \text{ jam}} \\ &= \frac{\text{Rp}256,50/\text{unit.hari}}{7,75 \text{ jam}} \\ &= \text{Rp}33,10/\text{unit.jam} \end{aligned}$$

➤ **Ongkos *Work in Process Inventory* Stasiun Kerja 1/menit**

$$\begin{aligned} \text{Ongkos WIP inventory/menit} &= \frac{\text{Ongkos WIP inventory/jam}}{60 \text{ menit}} \\ &= \frac{\text{Rp}33,10/\text{unit.jam}}{60 \text{ menit}} \\ &= \text{Rp}0,5516/\text{unit.menit} \end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan Ongkos WIP *Inventory* pada masing-masing stasiun kerja untuk *Majestic Stethoscope* dapat dilihat pada Tabel 4.23. Sedangkan rekapitulasi Ongkos WIP *Inventory* untuk *Classic Stethoscope* dapat dilihat pada Tabel 4.24.

#### 4.2.4.2.3 Penentuan Ukuran *Batch* Transfer

Penentuan ukuran *batch* transfer dilakukan untuk seluruh stasiun kerja. Ukuran *batch* transfer ditentukan berdasarkan kriteria minimasi *Total Cost* (TC) yang terdiri dari Ongkos *Material Handling* (OMH) dan Ongkos *Work in Process* (WIP) *Inventory*. Penentuan ukuran *batch* transfer menggunakan Persamaan III.1, yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.23 Ongkos Work In Process Inventory (O WIP) *Majestic Stethoscope*

No. SK	Stasiun Kerja	Upah/hari (Rp/hari) (a)	Kuantitas produk yang dihasilkan (unit/hari) (b)	Pertambahan nilai (Rp/unit) (a/b=c)	Persentase Pertambahan Nilai (%) (c/d=e)	Persentase produk sebelum diproses pada SK (g)	Ongkos produk sebelum diproses. [(g)*(d)]=h	Ongkos Work in Process Inventory			
								(Rp/unit.tahun) (h*20%=i)	(Rp/unit.hari) (i/260=j)	(Rp/unit.jam) (j/7,75=k)	(Rp/unit.menit) (k/60=l)
1	Pemotongan Foam	Rp 147.360	1030	Rp 143,07	0,08%	99,18%	Rp173.573,30	Rp 34.714,66	Rp 133,52	Rp 17,23	Rp 0,2871
2	Blanking Foam	Rp 147.360	2872	Rp 51,31	0,03%	99,27%	Rp173.716,37	Rp 34.743,27	Rp 133,63	Rp 17,24	Rp 0,2874
3	Pengeleman Foam	Rp 147.360	274	Rp 537,81	0,31%	99,30%	Rp173.767,68	Rp 34.753,54	Rp 133,67	Rp 17,25	Rp 0,2875
4.1	Laser Chestpiece	Rp 147.360	1420	Rp 103,77	0,06%	99,63%	Rp174.357,36	Rp 34.871,47	Rp 134,12	Rp 17,31	Rp 0,2884
5.1	QC Foam	Rp 147.360	748	Rp 197,01	0,11%	99,60%	Rp174.305,49	Rp 34.861,10	Rp 134,08	Rp 17,30	Rp 0,2883
5.2	QC Chestpiece	Rp 147.360	3563	Rp 41,36	0,02%	99,69%	Rp174.461,14	Rp 34.892,23	Rp 134,20	Rp 17,32	Rp 0,2886
6	QC Ear tip	Rp 147.360	1378	Rp 106,94	0,06%	99,65%	Rp174.395,56	Rp 34.879,11	Rp 134,15	Rp 17,31	Rp 0,2885
7	QC Binaural & Y Tubbing	Rp 147.360	530	Rp 278,04	0,16%	99,56%	Rp174.224,46	Rp 34.844,89	Rp 134,02	Rp 17,29	Rp 0,2882
8	Perakitan Stethoscope	Rp 147.360	470	Rp 313,53	0,18%	99,72%	Rp174.502,50	Rp 34.900,50	Rp 134,23	Rp 17,32	Rp 0,2887
9	QC Stethoscope	Rp 147.360	801	Rp 183,97	0,11%	99,89%	Rp174.816,03	Rp 34.963,21	Rp 134,47	Rp 17,35	Rp 0,2892
Harga Jual Produk <i>Majestic Stethoscope</i> (d)					Rp175.000,00						

Tabel 4.24 Ongkos *Work In Process Inventory* (O WIP) *Classic Stethoscope*

No. SK	Stasiun Kerja	Upah/hari (Rp/hari) (a)	Kuantitas produk yang dihasilkan (unit/hari) (b)	Pertambahan nilai (Rp/unit) (a/b=c)	Persentase Pertambahan Nilai (%) (c/d=e)	Persentase produk sebelum diproses pada SK (g)	Ongkos produk sebelum diproses. [(g)*(d)]=h	Ongkos <i>Work in Process Inventory</i>			
								(Rp/unit.tahun) (h*20%=i)	(Rp/unit.hari) (i/260=j)	(Rp/unit.jam) (j/7,75=k)	(Rp/unit. menit) (k/60=l)
1	Pemotongan Foam	Rp 147.360	1030	Rp 143,07	0,04%	99,54%	Rp333.449,76	Rp 66.689,95	Rp 256,50	Rp 33,10	Rp 0,5516
2	Blanking Foam	Rp 147.360	2872	Rp 51,31	0,02%	99,58%	Rp333.592,83	Rp 66.718,57	Rp 256,61	Rp 33,11	Rp 0,5518
3	Pengeleman Foam	Rp 147.360	274	Rp 537,81	0,16%	99,60%	Rp333.644,14	Rp 66.728,83	Rp 256,65	Rp 33,12	Rp 0,5519
4.1	Laser Chestpiece	Rp 147.360	1420	Rp 103,77	0,03%	99,77%	Rp334.233,82	Rp 66.846,76	Rp 257,10	Rp 33,17	Rp 0,5529
5.1	QC Foam	Rp 147.360	748	Rp 197,01	0,06%	99,76%	Rp334.181,95	Rp 66.836,39	Rp 257,06	Rp 33,17	Rp 0,5528
5.2	QC Chestpiece	Rp 147.360	3563	Rp 41,36	0,01%	99,80%	Rp334.337,60	Rp 66.867,52	Rp 257,18	Rp 33,18	Rp 0,5531
6	QC Ear tip	Rp 147.360	1378	Rp 106,94	0,03%	99,78%	Rp334.272,02	Rp 66.854,40	Rp 257,13	Rp 33,18	Rp 0,5530
7	QC Binaural & Y Tubbing	Rp 147.360	530	Rp 278,04	0,08%	99,73%	Rp334.100,92	Rp 66.820,18	Rp 257,00	Rp 3,16	Rp 0,5527
8	Perakitan Stethoscope	Rp 147.360	331	Rp 445,20	0,13%	99,81%	Rp334.378,95	Rp 66.875,79	Rp 257,21	Rp 33,19	Rp 0,5531
9	QC Stethoscope	Rp 147.360	838	Rp 175,85	0,05%	99,95%	Rp334.824,15	Rp 66.964,83	Rp 257,56	Rp 33,23	Rp 0,5539
Harga Jual Produk <i>Classic Stethoscope</i> (d)					Rp335.000,00						



$$TC_i = \left[ \left( \frac{Q}{Q_{i,j,k}} \right) \cdot C_{OMH,i} \right] + [W_i \cdot C_{WIP,i}]$$

Penentuan ukuran *batch* transfer dilakukan pada kuantitas *order* 10 unit, 20 unit, 100 unit, 200 unit, 250 unit, dan 350 unit. Beberapa *order* ada yang memiliki kuantitas yang sama, sehingga perhitungan ukuran *batch* transfer optimal dilakukan bersamaan. Perhitungan TC dilakukan beberapa kali hingga ditemukan TC minimum. Ukuran *batch* transfer pada TC minimum tersebut akan digunakan untuk penjadwalan. Berikut merupakan contoh perhitungan TC untuk nomor *order* 1 yang sama dengan *order* 6 yaitu dengan kuantitas 10 unit. Kombinasi yang digunakan yaitu jumlah *batch* transfer (*J*) 2 dan ukuran *Batch* Transfer ( $Q_{i,j,k}$ ) 5 unit. Kombinasi ini membagi kuantitas *order* menjadi dua *batch* transfer.

Stasiun Kerja 1, <i>Batch</i> Transfer 1, <i>Order</i> 1	Stasiun Kerja 1, <i>Batch</i> Transfer 2, <i>Order</i> 1
$B_{1,1,1} = s_1$	$B_{1,2,1} = F_{1,1,1}$
$= 0$	$= 2,25$
$F_{1,1,1} = B_{1,1,1} + (t_1 \cdot Q_{1,1,1})$	$F_{1,2,1} = B_{1,2,1} + (t_1 \cdot Q_{1,2,1})$
$= 0 + [(0,45)(5)]$	$= 2,25 + [(0,45)(5)]$
$= 2,25$	$= 4,50$
$W_{1,1,1} = F_{1,1,1} - t_1$	$W_{1,2,1} = F_{1,2,1} - t_1$
$= 2,25 - 0,45$	$= 4,5 - 0,45$
$= 1,8$	$= 4,05$

$W_1$  merupakan waktu tunggu per *batch* dari SK 1. Perhitungan waktu tunggu ini diperoleh dari jumlah perkalian antara ukuran *batch* transfer dengan waktu tunggu per *job*. Berikut merupakan perhitungannya:

$$W_1 = \sum_{j=1}^J [(Q_{i,j,k})(W_{i,j,k})]$$

$$\begin{aligned} W_1 &= [(Q_{1,1,1})(W_{1,1,1})] + [(Q_{1,2,1})(W_{1,2,1})] \\ &= [(5)(1,8)] + [(5)(4,05)] \\ &= 9 + 20,25 \\ &= 29,25 \end{aligned}$$

$TC_1$  merupakan total ongkos pada stasiun kerja 1. Total ongkos terdiri penjumlahan ongkos *material handling* dengan ongkos *work in process inventory*. Sebelumnya dihitung terlebih dahulu kuantitas transfer komponen dengan membagi ukuran *batch*

proses dengan ukuran *batch* transfer, lalu dikali dengan ongkos *material handling*. Sedangkan untuk ongkos *work in process inventory* dikalikan dengan waktu tunggu per *batch*. Berikut merupakan perhitungannya.

$$\begin{aligned}
 TC_1 &= \left[ \left( \frac{Q}{Q_{i,j,k}} \right) \times C_{OMH,1} \right] + [W_1 \cdot C_{WIP,1}] \dots \dots \dots \text{Merujuk pada Persamaan III.1} \\
 &= \left[ \left( \frac{10}{5} \right) (\text{Rp}732,05) \right] + [(29,25)(\text{Rp}0,5561)] \\
 &= [(2)(\text{Rp}732,05)] + [\text{Rp}16,13] \\
 &= [\text{Rp}1.464,10] + [\text{Rp}16,13] \\
 &= \text{Rp}1.480,23
 \end{aligned}$$

Stasiun Kerja 2, <i>Batch</i> Transfer 1, <i>Order</i> 1	Stasiun Kerja 2, <i>Batch</i> Transfer 2, <i>Order</i> 1
$  \begin{aligned}  B_{2,1,1} &= F_{1,1,1} + s_2 \\  &= 2,25 + 0,15 \\  &= 2,40 \\  F_{2,1,1} &= B_{2,1,1} + (t_2 \cdot Q_{2,1,1}) \\  &= 2,40 + [(0,16)(5)] \\  &= 3,20 \\  W_{2,1,1} &= F_{2,1,1} - F_{1,1,1} - t_2 \\  &= 3,20 - 2,25 - 0,16 \\  &= 0,79  \end{aligned}  $	$  \begin{aligned}  B_{2,2,1} &= \max(F_{1,2,1}; F_{2,1,1}) \\  &= \max(4,50; 3,20) \\  &= 4,50 \\  F_{2,2,1} &= B_{2,2,1} + (t_2 \cdot Q_{2,2,1}) \\  &= 4,50 + [(0,16)(5)] \\  &= 5,30 \\  W_{2,2,1} &= F_{2,2,1} - F_{1,2,1} - t_2 \\  &= 5,30 - 4,50 - 0,16 \\  &= 0,64  \end{aligned}  $

$$\begin{aligned}
 W_2 &= \sum_{j=1}^J [(Q_{i,j,k})(W_{i,j,k})] \\
 W_2 &= [(Q_{2,1,1})(W_{2,1,1})] + [(Q_{2,2,1})(W_{2,2,1})] \\
 &= [(5)(0,79)] + [(5)(0,64)] \\
 &= 3,95 + 3,20 \\
 &= 7,15
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 TC_2 &= \left[ \left( \frac{Q}{Q_{i,j,k}} \right) \cdot C_{OMH,2} \right] + [W_2 \cdot C_{WIP,2}] \\
 &= \left[ \left( \frac{10}{5} \right) (\text{Rp}811,39) \right] + [(7,15)(\text{Rp}0,5518)] \\
 &= [(2)(\text{Rp}811,39)] + [\text{Rp}3,95] \\
 &= [\text{Rp}1.622,78] + [\text{Rp}3,95] \\
 &= \text{Rp}1.626,73
 \end{aligned}$$

<p>Stasiun Kerja 3, <i>Batch</i> Transfer 1, <i>Order</i> 1</p> $B_{3,1,1} = F_{2,1,1} + s_3$ $= 3,20 + 0$ $= 3,20$ $F_{3,1,1} = B_{3,1,1} + (t_3 \cdot Q_{3,1,1})$ $= 3,20 + [(1,69)(5)]$ $= 11,65$ $W_{3,1,1} = F_{3,1,1} - F_{2,1,1} - t_3$ $= 11,65 - 3,20 - 1,69$ $= 6,76$	<p>Stasiun Kerja 3, <i>Batch</i> Transfer 2, <i>Order</i> 1</p> $B_{3,2,1} = \max(F_{2,2,1}; F_{3,1,1})$ $= \max(5,30; 11,65)$ $= 11,65$ $F_{3,2,1} = B_{3,2,1} + (t_3 \cdot Q_{3,2,1})$ $= 11,65 + [(1,69)(5)]$ $= 20,10$ $W_{3,2,1} = F_{3,2,1} - F_{2,2,1} - t_3$ $= 20,10 - 5,30 - 1,69$ $= 13,11$
---	--

$$W_3 = \sum_{j=1}^J [(Q_{i,j,k})(W_{i,j,k})]$$

$$W_3 = [(Q_{3,1,1})(W_{3,1,1})] + [(Q_{3,2,1})(W_{3,2,1})]$$

$$= [(5)(6,76)] + [(5)(13,11)]$$

$$= 33,80 + 65,55$$

$$= 99,35$$

$$TC_3 = \left[ \left( \frac{Q}{Q_{i,j,k}} \right) \cdot C_{OMH,3} \right] + [W_3 \cdot C_{WIP,3}]$$

$$= \left[ \left( \frac{10}{5} \right) (Rp95,07) \right] + [(99,35) \times (Rp0,5519)]$$

$$= [(2)(Rp95,07)] + [Rp54,83]$$

$$= [Rp190,14] + [Rp54,83]$$

$$= Rp244,98$$

<p>Stasiun Kerja 4.1, <i>Batch</i> Transfer 1, <i>Order</i> 1</p> $B_{4,1,1,1} = s_4$ $= 0,07$ $F_{4,1,1,1} = B_{4,1,1,1} + (t_4 \cdot Q_{4,1,1,1})$ $= 0,07 + [(0,33)(5)]$ $= 1,72$	<p>Stasiun Kerja 4.1, <i>Batch</i> Transfer 2, <i>Order</i> 1</p> $B_{4,1,2,1} = F_{4,1,1,1}$ $= 1,72$ $F_{4,1,2,1} = B_{4,1,2,1} + (t_4 \cdot Q_{4,1,2,1})$ $= 1,72 + [(0,33)(5)]$ $= 3,37$
--	--

$W_{4.1,1,1} = F_{4.1,1} - t_4$ $= 1,72 - 0,33$ $= 1,39$	$W_{4.1,2,1} = F_{4.2,1} - t_4$ $= 3,37 - 0,33$ $= 3,04$
--	--

$$W_{4.1} = \sum_{j=1}^J [(Q_{i,j,k})(W_{i,j,k})]$$

$$W_{4.1} = [(Q_{4.1,1,1})(W_{4.1,1,1})] + [(Q_{4.1,2,1})(W_{4.1,2,1})]$$

$$= [(5)(1,39)] + [(5)(3,04)]$$

$$= 6,95 + 15,20$$

$$= 22,15$$

$$TC_{4.1} = \left[ \left( \frac{Q}{Q_{i,j,k}} \right) \cdot C_{OMH,4.1} \right] + [W_{4.1} \cdot C_{WIP,4.1}]$$

$$= \left[ \left( \frac{10}{5} \right) (Rp663,19) \right] + [(22,15)(Rp0,5529)]$$

$$= [(2)(Rp663,19)] + [Rp12,25]$$

$$= [Rp1.326,37] + [Rp12,52]$$

$$= Rp1.338,62$$

<p>Stasiun Kerja 5.1 (Foam), Batch Transfer 1, Order 1</p> $B_{5.1,1,1} = F_{3,1,1} + s_5$ $= 11,65 + 0$ $= 11,65$ $F_{5.1,1,1} = B_{5.1,1,1} + (t_{5.1} \cdot Q_{5.1,1,1})$ $= 11,65 + [(0,62)(5)]$ $= 14,75$ $W_{5.1,1,1} = F_{5.1,1,1} - F_{3,1,1} - t_{5.1}$ $= 14,75 - 11,65 - 0,62$ $= 2,48$	<p>Stasiun Kerja 5.1 (Foam), Batch Transfer 2, Order 1</p> $B_{5.1,2,1} = \max(F_{3,2,1}; F_{5.1,1,1})$ $= \max(20,10; 14,75)$ $= 20,10$ $F_{5.1,2,1} = B_{5.1,2,1} + (t_{5.1} \cdot Q_{5.1,2,1})$ $= 20,10 + [(0,62)(5)]$ $= 23,20$ $W_{5.1,2,1} = F_{5.1,2,1} - F_{3,2,1} - t_{5.1}$ $= 23,20 - 20,10 - 0,62$ $= 2,48$
--	--

$$W_{5.1} = \sum_{j=1}^J [(Q_{i,j,k})(W_{i,j,k})]$$

$$W_{5.1} = [(Q_{5.1,1,1})(W_{5.1,1,1})] + [(Q_{5.1,2,1})(W_{5.1,2,1})]$$

$$= [(5)(2,48)] + [(5)(2,48)]$$

$$= 12,40 + 12,40$$

$$\begin{aligned}
&= 24,80 \\
TC_{5.1} &= \left[ \left( \frac{Q}{Q_{i,j,k}} \right) \cdot C_{OMH,5.1} \right] + [W_{5.1} \cdot C_{WIP,5.1}] \\
&= \left[ \left( \frac{10}{5} \right) (Rp2.706,63) \right] + [(24,80)(Rp0,5528)] \\
&= [(2)(Rp2.706,63)] + [Rp13,71] \\
&= [Rp5.413,27] + [Rp13,71] \\
&= Rp5.426,98
\end{aligned}$$

Stasiun Kerja 5.2 (Chestpiece), <i>Batch</i> Transfer 1, <i>Order</i> 1	Stasiun Kerja 5.2 (Chestpiece), <i>Batch</i> Transfer 2, <i>Order</i> 1
$ \begin{aligned} B_{5.2,1,1} &= F_{4,1,1} + s_5 \\ &= 1,72 + 0 \\ &= 1,72 \\ F_{5.2,1,1} &= B_{5.2,1,1} + (t_{5.2} \cdot Q_{5.2,1,1}) \\ &= 1,72 + [(0,13)(5)] \\ &= 2,37 \\ W_{5.2,1,1} &= F_{5.2,1,1} - F_{4,1,1} - t_{5.2} \\ &= 2,37 - 1,72 - 0,13 \\ &= 0,52 \end{aligned} $	$ \begin{aligned} B_{5.2,2,1} &= \max(F_{4,2,1}; F_{5.2,1,1}) \\ &= \max(3,37; 2,37) \\ &= 3,37 \\ F_{5.2,2,1} &= B_{5.2,2,1} + (t_{5.2} \cdot Q_{5.2,2,1}) \\ &= 3,37 + [(0,13)(5)] \\ &= 4,02 \\ W_{5.2,2,1} &= F_{5.2,2,1} - F_{4,2,1} - t_{5.2} \\ &= 4,02 - 3,37 - 0,13 \\ &= 0,52 \end{aligned} $

$$\begin{aligned}
W_{5.2} &= \sum_{j=1}^J [(Q_{i,j,k})(W_{i,j,k})] \\
W_{5.2} &= [(Q_{5.2,1,1})(W_{5.2,1,1})] + [(Q_{5.2,2,1})(W_{5.2,2,1})] \\
&= [(5)(0,52)] + [(5)(0,52)] \\
&= 2,60 + 2,60 \\
&= 5,20 \\
TC_{5.2} &= \left[ \left( \frac{Q}{Q_{i,j,k}} \right) \cdot C_{OMH,5.2} \right] + [W_{5.1} \cdot C_{WIP,5.1}] \\
&= \left[ \left( \frac{10}{5} \right) (Rp2.706,63) \right] + [(5,20)(Rp0,5531)] \\
&= [(2)(Rp2.706,63)] + [Rp2,88] \\
&= [Rp5.413,27] + [Rp2,88] \\
&= Rp5.416,14
\end{aligned}$$

<p>Stasiun Kerja 6, <i>Batch</i> Transfer 1, <i>Order</i> 1</p> $B_{6,1,1} = s_6$ $= 0$ $F_{6,1,1} = B_{6,1,1} + (t_6 \cdot Q_{6,1,1})$ $= 0 + [(0,34)(5)]$ $= 1,70$ $W_{6,1,1} = F_{6,1,1} - t_6$ $= 1,70 - 0,34$ $= 1,36$	<p>Stasiun Kerja 6, <i>Batch</i> Transfer 2, <i>Order</i> 1</p> $B_{6,2,1} = F_{6,1,1}$ $= 1,70$ $F_{6,2,1} = B_{6,2,1} + (t_6 \cdot Q_{6,2,1})$ $= 1,70 + [(0,34)(5)]$ $= 3,40$ $W_{6,2,1} = F_{6,2,1} - t_6$ $= 3,40 - 0,34$ $= 3,06$
---	---

$$W_6 = \sum_{j=1}^J [(Q_{i,j,k})(W_{i,j,k})]$$

$$W_6 = [(Q_{6,1,1})(W_{6,1,1})] + [(Q_{6,2,1})(W_{6,2,1})]$$

$$= [(5)(1,36)] + [(5)(3,06)]$$

$$= 6,80 + 15,30$$

$$= 22,10$$

$$TC_6 = \left[ \left( \frac{Q}{Q_{i,j,k}} \right) \cdot C_{OMH,6} \right] + [W_6 \cdot C_{WIP,6}]$$

$$= \left[ \left( \frac{10}{5} \right) (\text{Rp}4.715,65) \right] + [(22,10)(\text{Rp}0,5530)]$$

$$= [(2)(\text{Rp}4.715,65)] + [\text{Rp}12,22]$$

$$= [\text{Rp}9.431,30] + [\text{Rp}12,22]$$

$$= \text{Rp}9.443,52$$

<p>Stasiun Kerja 7, <i>Batch</i> Transfer 1, <i>Order</i> 1</p> $B_{7,1,1} = s_7$ $= 0$ $F_{7,1,1} = B_{7,1,1} + (t_7 \cdot Q_{7,1,1})$ $= 0 + [(0,88)(5)]$ $= 4,40$ $W_{7,1,1} = F_{7,1,1} - t_7$ $= 4,40 - 0,88$ $= 3,52$	<p>Stasiun Kerja 7, <i>Batch</i> Transfer 2, <i>Order</i> 1</p> $B_{7,2,1} = F_{7,1,1}$ $= 4,40$ $F_{7,2,1} = B_{7,2,1} + (t_7 \cdot Q_{7,2,1})$ $= 4,40 + [(0,88)(5)]$ $= 8,80$ $W_{7,2,1} = F_{7,2,1} - t_7$ $= 8,80 - 0,88$ $= 7,92$
---	---



$$W_7 = \sum_{j=1}^J [(Q_{i,j,k})(W_{i,j,k})]$$

$$\begin{aligned} W_7 &= [(Q_{7,1,1})(W_{7,1,1})] + [(Q_{7,2,1})(W_{7,2,1})] \\ &= [(5)(3,52)] + [(5)(3,06)] \\ &= 17,60 + 39,60 \\ &= 57,20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} TC_7 &= \left[ \left( \frac{Q}{Q_{i,j,k}} \right) \cdot C_{OMH,7} \right] + [W_7 \cdot C_{WIP,7}] \\ &= \left[ \left( \frac{10}{5} \right) (\text{Rp}4.994,41) \right] + [(57,20) \times (\text{Rp}0,5527)] \\ &= [(2)(\text{Rp}4.715,65)] + [\text{Rp}31,61] \\ &= [\text{Rp}9.431,30] + [\text{Rp}31,61] \\ &= \text{Rp}9.462,91 \end{aligned}$$

Stasiun Kerja 8, *Batch* Transfer 1, *Order* 1

$B_{8,1,1}$  merupakan saat mulai pada stasiun kerja 8, nomor *batch* 1 dan *Order* 1. Dikarenakan stasiun kerja 8 ini merupakan stasiun kerja perakitan, maka saat mulai ditentukan berdasarkan saat selesai stasiun kerja pabrikan yang terdiri dari SK 5.1, SK 5.2, SK 6, dan SK 7.

$$\begin{aligned} B_{8,1,1} &= \max(F_{(5.1),1,1}; F_{(5.2),1,1}; F_{6,1,1}; F_{7,1,1}) \dots \dots \dots \text{Merujuk pada Persamaan III.21} \\ &= \max(14,75; 2,37; 1,70; 4,40) \\ &= 14,75 \end{aligned}$$

$F_{8,1,1}$  merupakan saat selesai pada stasiun kerja 8, nomor *batch* 1 dan *Order* 1. Saat selesai dapat diketahui dengan cara menjumlahkan saat mulai ( $B_{8,1,1}$ ) dengan waktu proses pada stasiun kerja 8 yang telah dikalikan dengan ukuran *batch* transfer pada stasiun kerja 8, nomor *batch* 1 dan *Order* 1.

$$\begin{aligned} F_{8,1,1} &= B_{8,1,1} + (t_8 \cdot Q_{8,1,1}) \dots \dots \dots \text{Merujuk pada Persamaan III.23} \\ &= 14,75 + [(1,40)(5)] \\ &= 21,75 \end{aligned}$$

Ketika saat mulai dan saat selesai diketahui, selanjutnya dapat dihitung waktu tunggu/*job*.  $W_{8,1,1}$  merupakan waktu tunggu/*job* pada stasiun kerja 8, nomor *batch* 1 dan *Order* 1. Waktu tunggu/*job* dihitung dengan mengurangi saat selesai dengan saat mulai dan waktu proses. Dikarenakan perakitan menerima komponen dari beberapa

stasiun kerja pabrikan, maka waktu tunggu SK 8 ini ditambah juga dengan saat mulai SK 8 dikurangi dengan saat selesai di SK pabrikan.

$$\begin{aligned}
 W_{8,1,1} &= (F_{8,1,1} - B_{8,1,1} - t_8) + (B_{8,1,1} - F_{5,2,1,1}) + (B_{8,1,1} - F_{6,1,1}) + \\
 &\quad (B_{8,1,1} - F_{7,1,1}) \dots \dots \dots \text{Merujuk pada Persamaan III.24} \\
 &= (21,75 - 14,75 - 1,40) + (14,75 - 2,37) + (14,75 - 1,70) + \\
 &\quad (14,75 - 4,40) \\
 &= 41,38
 \end{aligned}$$

Stasiun Kerja 8, *Batch* Transfer 2, *Order* 1

$B_{8,2,1}$  merupakan saat mulai pada stasiun kerja 8, nomor *batch* 2 dan *Order* 1. Saat mulai ditentukan dengan membandingkan saat selesai stasiun kerja 8, nomor *batch* 1 dan *Order* 1 dengan saat selesai stasiun kerja pabrikan yang terdiri dari SK 5.1, SK 5.2, SK 6, dan SK 7.

$$\begin{aligned}
 B_{8,2,1} &= \max(F_{8,1,1}; F_{(5.1),2,1}; F_{(5.2),2,1}; F_{6,2,1}; F_{7,2,1}) \dots \dots \text{Merujuk pada Persamaan III.22} \\
 &= \max(21,75; 23,20; 4,02; 3,40; 8,80) \\
 &= 23,20
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{8,2,1} &= B_{8,2,1} + (t_8 \cdot Q_{8,2,1}) \\
 &= 23,20 + [(1,40)(5)] \\
 &= 30,20
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{8,2,1} &= (F_{8,2,1} - B_{8,2,1} - t_8) + (B_{8,2,1} - F_{5,2,2,1}) + (B_{8,2,1} - F_{6,2,1}) + \\
 &\quad (B_{8,2,1} - F_{7,2,1}) \\
 &= (30,20 - 23,20 - 1,40) + (14,75 - 4,02) + (14,75 - 3,40) + \\
 &\quad (14,75 - 8,80) \\
 &= 58,98
 \end{aligned}$$

$$W_8 = \sum_{j=1}^J [(Q_{i,j,k})(W_{i,j,k})]$$

$$\begin{aligned}
 W_8 &= [(Q_{8,1,1})(W_{8,1,1})] + [(Q_{8,2,1})(W_{8,2,1})] \\
 &= [(5)(41,38)] + [(5)(58,98)] \\
 &= 260,90 + 294,90 \\
 &= 501,80
 \end{aligned}$$

$$TC_8 = \left[ \left( \frac{Q}{Q_{i,j,k}} \right) \cdot C_{OMH,8} \right] + [W_8 \cdot C_{WIP,8}]$$

$$\begin{aligned}
&= \left[ \left( \frac{10}{5} \right) (\text{Rp}217,07) \right] + [(501,80)(\text{Rp}0,5531)] \\
&= [(2)(\text{Rp}217,07)] + [\text{Rp}277,57] \\
&= [\text{Rp}434,14] + [\text{Rp}277,57] \\
&= \text{Rp}711,71
\end{aligned}$$

Stasiun Kerja 9, <i>Batch</i> Transfer 1, <i>Order</i> 1	Stasiun Kerja 9, <i>Batch</i> Transfer 2, <i>Order</i> 1
$ \begin{aligned} B_{9,1,1} &= F_{8,1,1} + s_9 \\ &= 21,75 + 0 \\ &= 21,75 \end{aligned} $	$ \begin{aligned} B_{9,2,1} &= \max(F_{8,2,1}; F_{9,1,1}) \\ &= \max(30,20; 24,65) \\ &= 30,20 \end{aligned} $
$ \begin{aligned} F_{9,1,1} &= B_{9,1,1} + (t_9 \cdot Q_{9,1,1}) \\ &= 21,75 + [(0,58)(5)] \\ &= 24,65 \end{aligned} $	$ \begin{aligned} F_{9,2,1} &= B_{9,2,1} + (t_9 \cdot Q_{9,2,1}) \\ &= 30,20 + [(0,58)(5)] \\ &= 33,10 \end{aligned} $
$ \begin{aligned} W_{9,1,1} &= F_{9,1,1} - F_{8,1,1} - t_9 \\ &= 24,65 - 21,75 - 0,58 \\ &= 2,32 \end{aligned} $	$ \begin{aligned} W_{9,2,1} &= F_{9,2,1} - F_{8,2,1} - t_9 \\ &= 33,10 - 30,20 - 0,58 \\ &= 2,32 \end{aligned} $

$$W_9 = \sum_{j=1}^J [(Q_{i,j,k})(W_{i,j,k})]$$

$$\begin{aligned}
W_9 &= [(Q_{9,1,1})(W_{9,1,1})] + [(Q_{9,2,1})(W_{9,2,1})] \\
&= [(5)(2,32)] + [(5)(2,32)] \\
&= 11,60 + 11,60 \\
&= 23,20
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
TC_9 &= \left[ \left( \frac{Q}{Q_{i,j,k}} \right) \cdot C_{OMH,9} \right] + [W_2 \cdot C_{WIP,2}] \\
&= \left[ \left( \frac{10}{5} \right) (\text{Rp}8.982,19) \right] + [(6,40)(\text{Rp}0,5539)] \\
&= [(2)(\text{Rp}8.982,19)] + [\text{Rp}12,19] \\
&= [\text{Rp}17.964,38] + [\text{Rp}12,19] \\
&= \text{Rp}17.976,57
\end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan total ongkos *work in process inventory* (O WIP) di Stasiun Kerja Pemotongan (SK 1) dapat dilihat pada Tabel 4.25. Sedangkan rekapitulasi perhitungan total ongkos *material handling* (OMH) dapat dilihat pada Tabel 4.26. Perhitungan TC dilakukan pada seluruh *order* dengan kuantitas 10 unit, 20 unit, 100 unit, 200 unit, 250 unit, dan 350 unit.

Tabel 4.25 Rekapitulasi perhitungan total ongkos WIP untuk order 1 dan 6 ( $Q_{i,j,k} = 5 ; J = 2$ )

No.	Stasiun Kerja	No. Order	No. Batch Transfer	Ukuran Batch Transfer (a)	Waktu Proses/unit (menit/unit) (b)	Waktu Proses/batch (menit/batch) (a x b = c)	Set Up (si)	Saat Mulai (B)	Saat Selesai (F)	Waktu tunggu job dalam batch (d)	Waktu tunggu/batch (d x a = e)	Total waktu tunggu batch/SK (f)	Ongkos WIP/SK [Tabel 4.23 & 4.24] (Rp/menit) (Cwip)	Total Ongkos WIP/SK (f x Cwip)
1	Pemotongan Foam	1 & 6	Batch 1	5	0,45	2,25	0,00	0,00	2,25	1,80	9,00	29,25	Rp 0,5516	Rp 16,13
		1 & 6	Batch 2	5	0,45	2,25	0,00	2,25	4,50	4,05	20,25			
2	Blanking Foam	1 & 6	Batch 1	5	0,16	0,80	0,15	2,40	3,20	0,79	3,95	7,15	Rp 0,5518	Rp 3,95
		1 & 6	Batch 2	5	0,16	0,80	0,00	4,50	5,30	0,64	3,20			
3	Pengeleman Foam	1 & 6	Batch 1	5	1,69	8,45	0,00	3,20	11,65	6,76	33,80	99,35	Rp 0,5519	Rp 54,83
		1 & 6	Batch 2	5	1,69	8,45	0,00	11,65	20,10	13,11	65,55			
4	Laser Chestpiece	1 & 6	Batch 1	5	0,33	1,65	0,07	0,07	1,72	1,39	6,95	22,15	Rp 0,5529	Rp 12,25
		1 & 6	Batch 2	5	0,33	1,65	0,00	1,72	3,37	3,04	15,20			
5	QC Foam	1 & 6	Batch 1	5	0,62	3,10	0,00	11,65	14,75	2,48	12,40	24,80	Rp 0,5528	Rp 13,71
		1 & 6	Batch 2	5	0,62	3,10	0,00	20,10	23,20	2,48	12,40			
6	QC Chestpiece	1 & 6	Batch 1	5	0,13	0,65	0,00	1,72	2,37	0,52	2,60	5,20	Rp 0,5531	Rp 2,88
		1 & 6	Batch 2	5	0,13	0,65	0,00	3,37	4,02	0,52	2,60			
7	QC Ear tip	1 & 6	Batch 1	5	0,34	1,70	0,00	0,00	1,70	1,36	6,80	22,10	Rp 0,5530	Rp 12,22
		1 & 6	Batch 2	5	0,34	1,70	0,00	1,70	3,40	3,06	15,30			
8	QC Binaural & Y Tubbing	1 & 6	Batch 1	5	0,88	4,40	0,00	0,00	4,40	3,52	17,60	57,20	Rp 0,5527	Rp 31,61
		1 & 6	Batch 2	5	0,88	4,40	0,00	4,40	8,80	7,92	39,60			
9	Perakitan Stethoscope	1 & 6	Batch 1	5	1,40	7,00	0,00	14,75	21,75	41,38	206,90	501,80	Rp 0,5531	Rp 277,57
		1 & 6	Batch 2	5	1,40	7,00	0,00	23,20	30,20	58,98	294,90			
10	QC Stethoscope	1 & 6	Batch 1	5	0,58	2,90	0,00	21,75	24,65	2,20	11,00	22,00	Rp 0,5539	Rp 12,19
		1 & 6	Batch 2	5	0,58	2,90	0,00	30,20	33,10	2,20	11,00			

Tabel 4.26 Rekapitulasi perhitungan total ongkos *material handling* untuk order 1 dan 6 ( $Q_{i,j,k} = 5 ; J = 2$ )

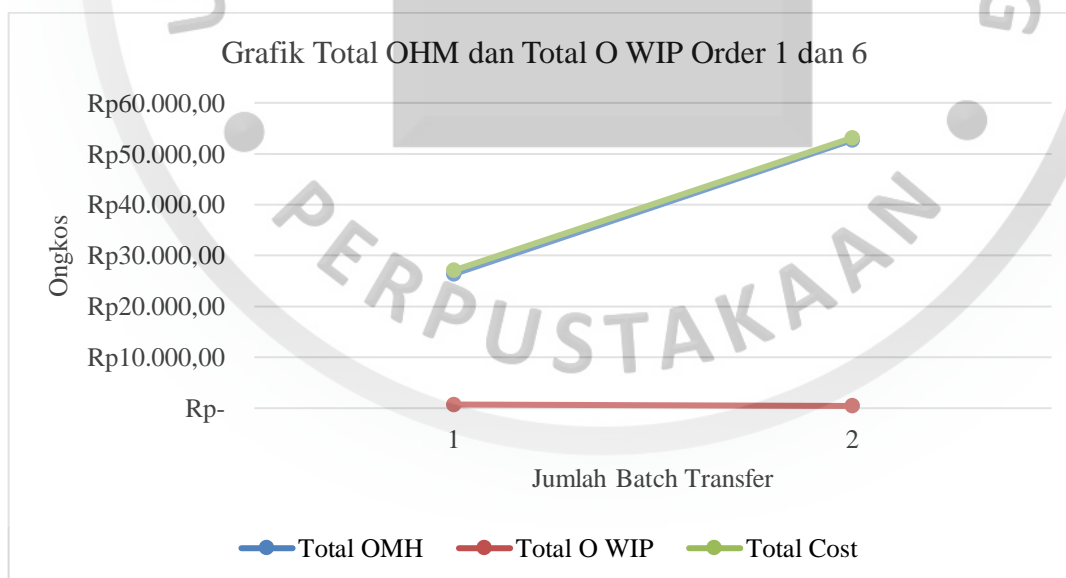
No.	Stasiun Kerja (From)	Stasiun Kerja (To)	Permintaan (p)	Ukuran Batch Transfer (a)	Frekuensi Material Handling (p/a = r)	Ongkos (freq)	Total OMH/SK (r x ongkos OMH)
1	Pemotongan Foam (1)	Blaking Foam (2)	10	5	2	Rp 732,05	Rp 1.464,10
2	Blanking Foam (2)	Pengeleman Foam (3)	10	5	2	Rp 811,39	Rp 1.622,78
3	Pengeleman Foam (3)	QC Foam (5.1)	10	5	2	Rp 95,07	Rp 190,14
4	Laser Chestpiece (4.1)	QC Chestpiece (5.2)	10	5	2	Rp 663,19	Rp 1.326,37
5	QC Foam (5.1)	Perakitan <i>Stethoscope</i> (8)	10	5	2	Rp 2.706,63	Rp 5.413,27
6	QC Chestpiece (5.2)	Perakitan <i>Stethoscope</i> (8)	10	5	2	Rp 2.706,63	Rp 5.413,27
7	QC Ear Tip (6)	Perakitan <i>Stethoscope</i> (8)	10	5	2	Rp 4.715,65	Rp 9.431,30
8	QC Binaural & Y Tubbing (7)	Perakitan <i>Stethoscope</i> (8)	10	5	2	Rp 4.715,65	Rp 9.431,30
9	Perakitan <i>Stethoscope</i> (8)	QC <i>Stethoscope</i> (9)	10	5	2	Rp 217,07	Rp 434,14
10	QC <i>Stethoscope</i> (9)	Gudang Penyimpanan	10	5	2	Rp 8.982,19	Rp 17.964,38

Setelah masing-masing ongkos dihitung untuk  $Q_{i,j,k} = 5 ; J = 2$ , selanjutnya total ongkos akan direkap pada Tabel 4.27. Perhitungan untuk ukuran *batch* transfer dan jumlah *batch* lainnya sama seperti yang dicontohkan. Penentuan kombinasi jumlah dan ukuran *batch* transfer harus bilangan bulat/integer. Perhitungan total *cost* untuk kombinasi jumlah dan ukuran *batch* transfer setiap *order* akan dihentikan ketika terjadi kenaikan total *cost*.

Tabel 4.27 Rekapitulasi Total OHM dan Total O WIP *order* 1 dan 6

No. Order	Kuantitas	Jumlah Batch (J)	Ukuran Batch Transfer ( $Q_{i,j,k}$ )	Total OHM	Total O WIP	Total Cost
1 & 6	10	1	10	Rp 27.395,96	Rp745,31	Rp28.141,26
		2	5	Rp 54.791,91	Rp452,25	Rp55.244,16

Berdasarkan Tabel 4.25, semakin besar ukuran *batch* transfer Total OHM akan semakin kecil berbanding terbalik dengan Total O WIP. Kedua ongkos tersebut akan mempengaruhi total *cost* yang dihasilkan. Kombinasi jumlah dan ukuran *batch* transfer hanya dicoba sampai  $Q_{i,j,k} = 5 ; J = 2$ , karena total *cost* mengalami kenaikan. Berdasarkan Tabel 4.27 dapat dibuatkan grafik OHM, O WIP dan total *cost*. Gambar 4.15 merupakan grafik dimana TC berada di titik minimum.



Gambar 4.15 Grafik Total OHM dan Total O WIP *Order* 1 dan 6

Berdasarkan Gambar 4.15 dapat dilihat bahwa TC minimum untuk *order* 1 dan 6 yaitu ketika jumlah *batch* transfer 1 dan ukuran *batch* transfer sebesar 10 unit. Gambar 4.15 menggambarkan grafik antara ongkos *material handling* (OHM), total ongkos *work in process inventory* (O WIP) dan total *cost*. Jika dilihat pada grafik,



garis untuk OMH dan total *cost* saling bertumpuk, karena jika dilihat pada Tabel 4.27 nominal total *cost* tidak jauh berbeda dengan OMH. Perbandingan TC/order akan ditampilkan pada **Lampiran 5**. Sedangkan rekapitulasi ukuran *batch* transfer pada TC minimum untuk seluruh *order* dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Rekapitulasi ukuran *batch* transfer untuk seluruh *job*

No Order	Customer	Nama Produk	Kuantitas	Jumlah Batch (J)	Ukuran Batch Transfer ( $Q_{i,j,k}$ )
1	Bydand	ABN <i>Classic</i> Steth. Hunter Green Adult	10	1	10 unit
2	Kherad	ABN <i>Majestic</i> Steth. Black Adult	200	2	100 unit
6	Body Health & Care	ABN <i>Classic</i> Steth. Navy Blue Adult	10	1	10 unit
3	Body Health & Care	ABN <i>Majestic</i> Steth. Black Adult	20	1	20 unit
4	Body Health & Care	ABN <i>Majestic</i> Steth. Royal Blue Adult	20	1	20 unit
5	Body Health & Care	ABN <i>Classic</i> Steth. Black Adult	20	1	20 unit
9	Stok Logistik	ABN <i>Majestic</i> Steth. Hunter Green Adult	100	1	100 unit
8	Stok Logistik	ABN <i>Majestic</i> Steth. Burgundy Adult	250	2	125 unit
7	Stok Logistik	ABN <i>Majestic</i> Steth. Grey Adult	350	5	70 unit

#### 4.2.4.2.4 Penjadwalan Usulan

Setelah ditentukan urutan dari setiap *order* dan ukuran *batch* transfernya, selanjutnya yaitu dilakukan perhitungan penjadwalan usulan untuk mengetahui waktu tunggu dari keseluruhan *order*. Berikut ini merupakan contoh perhitungan waktu tunggu pada Stasiun Kerja 1 untuk nomor *order* 1 dengan urutan pengerjaan *order* dan ukuran *batch* transfer sesuai dengan Tabel 4.28.

##### Stasiun Kerja 1, Order 1

- Stasiun Kerja 1, Batch Transfer 1, Order 1

$$B_{1,1,1} = S_1$$

$$= 0$$

$$F_{1,1,1} = B_{1,1,1} + (t_1 \cdot Q_{1,1,1})$$

$$= 0 + [(0,45)(5)]$$

$$= 2,25$$

$$W_{1,1,1} = F_{1,1,1} - t_1$$

$$= 2,25 - 0,45$$

$$= 1,8$$

- Stasiun Kerja 1, *Batch Transfer 2, Order 1*

$$B_{1,2,1} = F_{1,1,1}$$

$$= 2,25$$

$$F_{1,2,1} = B_{1,2,1} + (t_1 \cdot Q_{1,2,1})$$

$$= 2,25 + [(0,45)(5)]$$

$$= 4,5$$

$$W_{1,2,1} = F_{1,2,1} - t_1$$

$$= 4,5 - 0,45$$

$$= 4,05$$

Setelah menghitung waktu tunggu untuk setiap *job* dari *order 1* yang dikerjakan pada Stasiun Kerja 1, selanjutnya yaitu menghitung total waktu tunggu di Stasiun Kerja 1 untuk *order 1*.

$$W_{i,j,k} = \sum_{j=1}^J [(Q_{i,j,k})(W_{i,j,k})]$$

$$= [(5)(1,8)] + [(5)(4,05)]$$

$$= 9 + 20,25$$

$$= 29,25$$

Perhitungan waktu tunggu dilanjutkan pada seluruh *order* dan diseluruh stasiun kerja. Hasil rekapitulasi waktu tunggu untuk keseluruhan *order* dapat dilihat pada Tabel 4.29. Gambar 4.16 menunjukkan *gant chart* untuk penjadwalan usulan.

Berdasarkan Tabel 4.29 didapatkan bahwa pada penjadwalan usulan, total waktu tunggu dari keseluruhan *order* yaitu 4.108.597,00 menit. Waktu tunggu tersebut merupakan total waktu tunggu *batch*. *Makespan* dapat ditentukan dari maksimum *flowtime* seperti dinyatakan pada Persamaan II.13. *Makespan* untuk penjadwalan usulan yaitu 1858,25 menit.

Tabel 4.29 Rekapitulasi waktu tunggu *batch* untuk penjadwalan usulan

No. SK	Stasiun Kerja	No. Order	No. Batch Transfer	Ukuran Batch Transfer (a)	Waktu Proses/unit (menit/unit) (b)	Waktu Proses/batch (menit/batch) (a x b = c)	Set Up (si)	Saat Mulai (B)	Saat Selesai (F)	Waktu tunggu <i>job</i> dalam <i>batch</i> $W_{i,j,k} = F_{i,j,k} - F_{i-1,j,k} - t_i$ (d)	Waktu tunggu/batch (d x a = e)
1	Pemotongan Foam	1	Batch 1	10	0,45	4,50	0,00	0,00	4,50	4,05	40,50
		2	Batch 1	100	0,45	45,00	0,00	4,50	49,50	49,05	4.905,00
		2	Batch 2	100	0,45	45,00	0,00	49,50	94,50	94,05	9.405,00
		6	Batch 1	10	0,45	4,50	0,00	94,50	99,00	98,55	985,50
		3	Batch 1	20	0,45	9,00	0,00	99,00	108,00	107,55	2.151,00
		4	Batch 1	20	0,45	9,00	0,00	108,00	117,00	116,55	2.331,00
		5	Batch 1	20	0,45	9,00	0,00	117,00	126,00	125,55	2.511,00
		9	Batch 1	100	0,45	45,00	0,00	126,00	171,00	170,55	17.055,00
		8	Batch 1	125	0,45	56,25	0,00	171,00	227,25	226,80	28.350,00
		8	Batch 2	125	0,45	56,25	0,00	227,25	283,50	283,05	35.381,25
		7	Batch 1	70	0,45	31,50	0,00	283,50	315,00	314,55	22.018,50
		7	Batch 2	70	0,45	31,50	0,00	315,00	346,50	346,05	24.223,50
		7	Batch 3	70	0,45	31,50	0,00	346,50	378,00	377,55	26.428,50
		7	Batch 4	70	0,45	31,50	0,00	378,00	409,50	409,05	28.633,50
7	Batch 5	70	0,45	31,50	0,00	409,50	441,00	440,55	30.838,50		
2	Blanking Foam	1	Batch 1	10	0,16	1,60	0,15	4,65	6,25	1,59	15,90
		2	Batch 1	100	0,16	16,00	0,15	49,65	65,65	15,99	1.599,00
		2	Batch 2	100	0,16	16,00	0,00	94,50	110,50	15,84	1.584,00
		6	Batch 1	10	0,16	1,60	0,15	110,65	112,25	13,09	130,90
		3	Batch 1	20	0,16	3,20	0,15	112,40	115,60	7,44	148,80
		4	Batch 1	20	0,16	3,20	0,15	117,00	120,20	3,04	60,80

Tabel 4.29 Rekapitulasi waktu tunggu *batch* untuk penjadwalan usulan (Lanjutan)

No. SK	Stasiun Kerja	No. Order	No. Batch Transfer	Ukuran Batch Transfer (a)	Waktu Proses/unit (menit/unit) (b)	Waktu Proses/batch (menit/batch) (a x b = c)	Set Up (si)	Saat Mulai (B)	Saat Selesai (F)	Waktu tunggu <i>job</i> dalam <i>batch</i> $W_{i,j,k} = F_{i,j,k} - F_{i-1,j,k} - t_i$ (d)	Waktu tunggu/batch (d x a = e)
2	Blanking Foam	5	Batch 1	20	0,16	3,20	0,15	126,00	129,20	3,04	60,80
		9	Batch 1	100	0,16	16,00	0,15	171,00	187,00	15,84	1.584,00
		8	Batch 1	125	0,16	20,00	0,15	227,25	247,25	19,84	2.480,00
		8	Batch 2	125	0,16	20,00	0,00	283,50	303,50	19,84	2.480,00
		7	Batch 1	70	0,16	11,20	0,15	315,00	326,20	11,04	772,80
		7	Batch 2	70	0,16	11,20	0,00	346,50	357,70	11,04	772,80
		7	Batch 3	70	0,16	11,20	0,00	378,00	389,20	11,04	772,80
		7	Batch 4	70	0,16	11,20	0,00	409,50	420,70	11,04	772,80
		7	Batch 5	70	0,16	11,20	0,00	441,00	452,20	11,04	772,80
3	Pengeleman Foam	1	Batch 1	10	1,69	16,90	0,00	6,25	23,15	15,21	152,10
		2	Batch 1	100	1,69	169,00	0,00	65,65	234,65	167,31	16.731,00
		2	Batch 2	100	1,69	169,00	0,00	234,65	403,65	291,46	29.146,00
		6	Batch 1	10	1,69	16,90	0,00	403,65	420,55	306,61	3.066,10
		3	Batch 1	20	1,69	33,80	0,00	420,55	454,35	337,06	6.741,20
		4	Batch 1	20	1,69	33,80	0,00	454,35	488,15	366,26	7.325,20
		5	Batch 1	20	1,69	33,80	0,00	488,15	521,95	391,06	7.821,20
		9	Batch 1	100	1,69	169,00	0,00	521,95	690,95	502,26	50.226,00
		8	Batch 1	125	1,69	211,25	0,00	690,95	902,20	653,26	81.657,50
		8	Batch 2	125	1,69	211,25	0,00	902,20	1.113,45	808,26	101.032,50
		7	Batch 1	70	1,69	118,30	0,00	1.113,45	1.231,75	903,86	63.270,20
		7	Batch 2	70	1,69	118,30	0,00	1.231,75	1.350,05	990,66	69.346,20

Tabel 4.29 Rekapitulasi waktu tunggu *batch* untuk penjadwalan usulan (Lanjutan)

No. SK	Stasiun Kerja	No. Order	No. Batch Transfer	Ukuran Batch Transfer (a)	Waktu Proses/unit (menit/unit) (b)	Waktu Proses/batch (menit/batch) (a x b = c)	Set Up (si)	Saat Mulai (B)	Saat Selesai (F)	Waktu tunggu <i>job</i> dalam <i>batch</i> $W_{i,j,k} = F_{i,j,k} - F_{i-1,j,k} - t_i$ (d)	Waktu tunggu/batch (d x a = e)
3	Pengeleman Foam	7	Batch 3	70	1,69	118,30	0,00	1.350,05	1.468,35	1.077,46	75.422,20
		7	Batch 4	70	1,69	118,30	0,00	1.468,35	1.586,65	1.164,26	81.498,20
		7	Batch 5	70	1,69	118,30	0,00	1.586,65	1.704,95	1.251,06	87.574,20
4.1	Laser Chestpiece	1	Batch 1	10	0,33	3,30	0,07	0,07	3,37	3,04	30,40
		2	Batch 1	100	0,33	33,00	0,07	3,44	36,44	36,11	3.611,00
		2	Batch 2	100	0,33	33,00	0,00	36,44	69,44	69,11	6.911,00
		6	Batch 1	10	0,33	3,30	0,07	69,51	72,81	72,48	724,80
		3	Batch 1	20	0,33	6,60	0,07	72,88	79,48	79,15	1.583,00
		4	Batch 1	20	0,33	6,60	0,07	79,55	86,15	85,82	1.716,40
		5	Batch 1	20	0,33	6,60	0,07	86,22	92,82	92,49	1.849,80
		9	Batch 1	100	0,33	33,00	0,07	92,89	125,89	125,56	12.556,00
		8	Batch 1	125	0,33	41,25	0,07	125,96	167,21	166,88	20.860,00
		8	Batch 2	125	0,33	41,25	0,00	167,21	208,46	208,13	26.016,25
		7	Batch 1	70	0,33	23,10	0,07	208,53	231,63	231,30	16.191,00
		7	Batch 2	70	0,33	23,10	0,00	231,63	254,73	254,40	17.808,00
		7	Batch 3	70	0,33	23,10	0,00	254,73	277,83	277,50	19.425,00
7	Batch 4	70	0,33	23,10	0,00	277,83	300,93	300,60	21.042,00		
7	Batch 5	70	0,33	23,10	0,00	300,93	324,03	323,70	22.659,00		
5.1	QC Foam	1	Batch 1	10	0,62	6,20	0,00	23,15	29,35	5,58	55,80
		2	Batch 1	100	0,62	62,00	0,00	234,65	296,65	61,38	6.138,00
		2	Batch 2	100	0,62	62,00	0,00	403,65	465,65	61,38	6.138,00

Tabel 4.29 Rekapitulasi waktu tunggu *batch* untuk penjadwalan usulan (Lanjutan)

No. SK	Stasiun Kerja	No. Order	No. Batch Transfer	Ukuran Batch Transfer (a)	Waktu Proses/unit (menit/unit) (b)	Waktu Proses/batch (menit/batch) (a x b = c)	Set Up (si)	Saat Mulai (B)	Saat Selesai (F)	Waktu tunggu <i>job</i> dalam <i>batch</i> $W_{i,j,k} = F_{i,j,k} - F_{i-1,j,k} - t_i$ (d)	Waktu tunggu/batch (d x a = e)
5.1	QC Foam	6	Batch 1	10	0,62	6,20	0,00	466,95	473,15	51,98	519,80
		3	Batch 1	20	0,62	12,40	0,00	475,75	488,15	33,18	663,60
		4	Batch 1	20	0,62	12,40	0,00	490,75	503,15	14,38	287,60
		5	Batch 1	20	0,62	12,40	0,00	521,95	534,35	11,78	235,60
		9	Batch 1	100	0,62	62,00	0,00	690,95	752,95	61,38	6.138,00
		8	Batch 1	125	0,62	77,50	0,00	902,20	979,70	76,88	9.610,00
		8	Batch 2	125	0,62	77,50	0,00	1.113,45	1.190,95	76,88	9.610,00
		7	Batch 1	70	0,62	43,40	0,00	1.236,45	1.279,85	47,48	3.323,60
		7	Batch 2	70	0,62	43,40	0,00	1.350,05	1.393,45	42,78	2.994,60
		7	Batch 3	70	0,62	43,40	0,00	1.468,35	1.511,75	42,78	2.994,60
		7	Batch 4	70	0,62	43,40	0,00	1.586,65	1.630,05	42,78	2.994,60
		7	Batch 5	70	0,62	43,40	0,00	1.704,95	1.748,35	42,78	2.994,60
5.2	QC Chestpiece	1	Batch 1	10	0,13	1,30	0,00	3,37	4,67	1,17	11,70
		2	Batch 1	100	0,13	13,00	0,00	36,44	49,44	12,87	1.287,00
		2	Batch 2	100	0,13	13,00	0,00	69,44	82,44	12,87	1.287,00
		6	Batch 1	10	0,13	1,30	0,00	465,65	466,95	394,01	3.940,10
		3	Batch 1	20	0,13	2,60	0,00	473,15	475,75	396,14	7.922,80
		4	Batch 1	20	0,13	2,60	0,00	488,15	490,75	404,47	8.089,40
		5	Batch 1	20	0,13	2,60	0,00	503,15	505,75	412,80	8.256,00
		9	Batch 1	100	0,13	13,00	0,00	534,35	547,35	421,33	42.133,00
8	Batch 1	125	0,13	16,25	0,00	752,95	769,20	601,86	75.232,50		



Tabel 4.29 Rekapitulasi waktu tunggu *batch* untuk penjadwalan usulan (Lanjutan)

No. SK	Stasiun Kerja	No. Order	No. Batch Transfer	Ukuran Batch Transfer (a)	Waktu Proses/unit (menit/unit) (b)	Waktu Proses/batch (menit/batch) (a x b = c)	Set Up (si)	Saat Mulai (B)	Saat Selesai (F)	Waktu tunggu <i>job</i> dalam <i>batch</i> $W_{i,j,k} = F_{i,j,k} - F_{i-1,j,k} - t_i$ (d)	Waktu tunggu/batch (d x a = e)
5.2	QC Chestpiece	8	Batch 2	125	0,13	16,25	0,00	769,20	785,45	576,86	72.107,50
		7	Batch 1	70	0,13	9,10	0,00	1.190,95	1.200,05	968,29	67.780,30
		7	Batch 2	70	0,13	9,10	0,00	1.200,05	1.209,15	954,29	66.800,30
		7	Batch 3	70	0,13	9,10	0,00	1.209,15	1.218,25	940,29	65.820,30
		7	Batch 4	70	0,13	9,10	0,00	1.218,25	1.227,35	926,29	64.840,30
		7	Batch 5	70	0,13	9,10	0,00	1.227,35	1.236,45	912,29	63.860,30
6	QC Ear Tip	1	Batch 1	10	0,34	3,40	0,00	0,00	3,40	3,06	30,60
		2	Batch 1	100	0,34	34,00	0,00	3,40	37,40	37,06	3.706,00
		2	Batch 2	100	0,34	34,00	0,00	37,40	71,40	71,06	7.106,00
		6	Batch 1	10	0,34	3,40	0,00	71,40	74,80	74,46	744,60
		3	Batch 1	20	0,34	6,80	0,00	74,80	81,60	81,26	1.625,20
		4	Batch 1	20	0,34	6,80	0,00	81,60	88,40	88,06	1.761,20
		5	Batch 1	20	0,34	6,80	0,00	88,40	95,20	94,86	1.897,20
		9	Batch 1	100	0,34	34,00	0,00	95,20	129,20	128,86	12.886,00
		8	Batch 1	125	0,34	42,50	0,00	129,20	171,70	171,36	21.420,00
		8	Batch 2	125	0,34	42,50	0,00	171,70	214,20	213,86	26.732,50
		7	Batch 1	70	0,34	23,80	0,00	214,20	238,00	237,66	16.636,20
		7	Batch 2	70	0,34	23,80	0,00	238,00	261,80	261,46	18.302,20
		7	Batch 3	70	0,34	23,80	0,00	261,80	285,60	285,26	19.968,20
		7	Batch 4	70	0,34	23,80	0,00	285,60	309,40	309,06	21.634,20
7	Batch 5	70	0,34	23,80	0,00	309,40	333,20	332,86	23.300,20		

Tabel 4.29 Rekapitulasi waktu tunggu *batch* untuk penjadwalan usulan (Lanjutan)

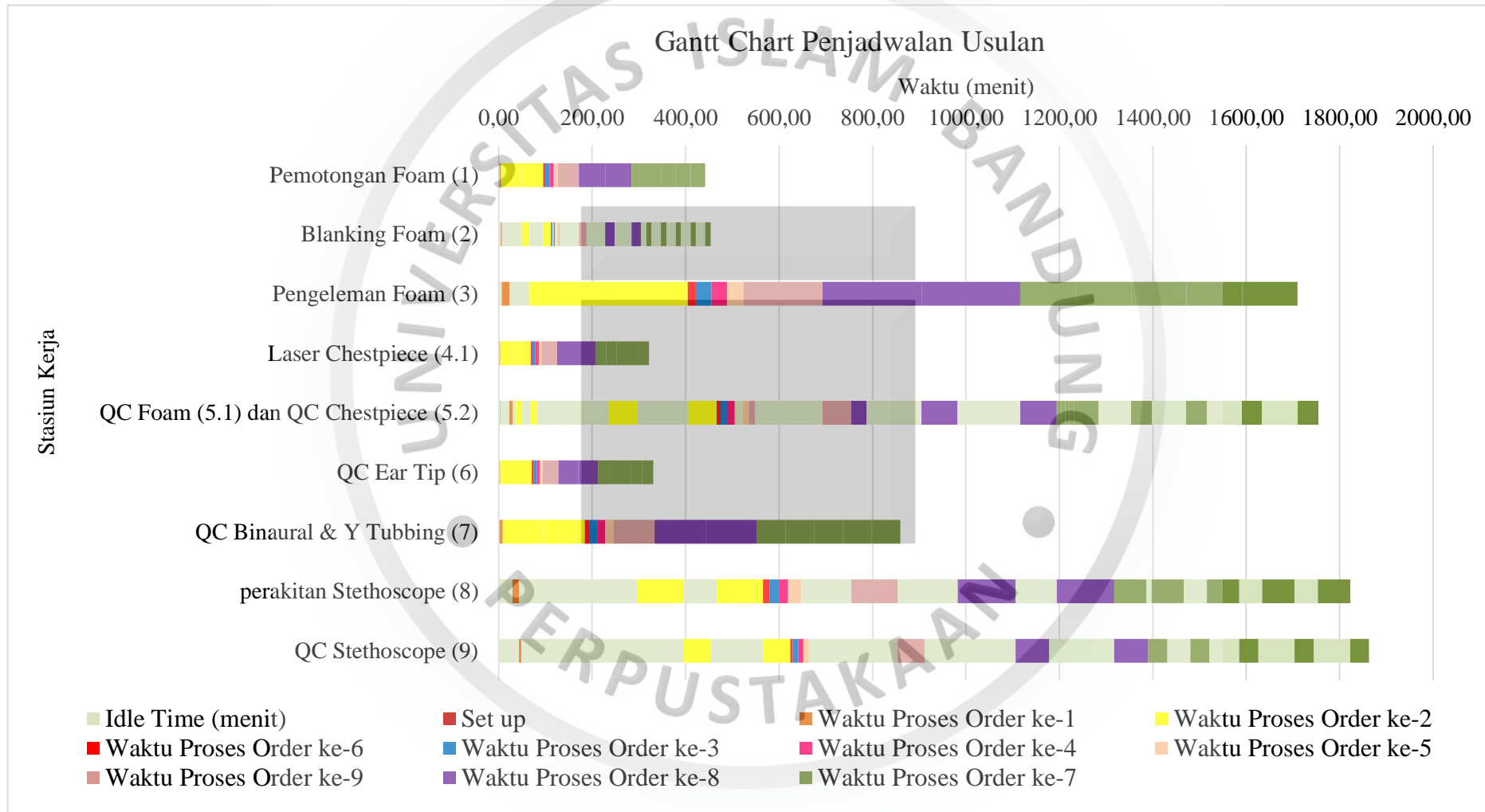
No. SK	Stasiun Kerja	No. Order	No. Batch Transfer	Ukuran Batch Transfer (a)	Waktu Proses/unit (menit/unit) (b)	Waktu Proses/batch (menit/batch) (a x b = c)	Set Up (si)	Saat Mulai (B)	Saat Selesai (F)	Waktu tunggu <i>job</i> dalam <i>batch</i> $W_{i,j,k} = F_{i,j,k} - F_{i-1,j,k} - t_i$ (d)	Waktu tunggu/batch (d x a = e)
7	QC Binaural & Y Tubbing	1	Batch 1	10	0,88	8,80	0,00	0,00	8,80	7,92	79,20
		2	Batch 1	100	0,88	88,00	0,00	8,80	96,80	95,92	9.592,00
		2	Batch 2	100	0,88	88,00	0,00	96,80	184,80	183,92	18.392,00
		6	Batch 1	10	0,88	8,80	0,00	184,80	193,60	192,72	1.927,20
		3	Batch 1	20	0,88	17,60	0,00	193,60	211,20	210,32	4.206,40
		4	Batch 1	20	0,88	17,60	0,00	211,20	228,80	227,92	4.558,40
		5	Batch 1	20	0,88	17,60	0,00	228,80	246,40	245,52	4.910,40
		9	Batch 1	100	0,88	88,00	0,00	246,40	334,40	333,52	33.352,00
		8	Batch 1	125	0,88	110,00	0,00	334,40	444,40	443,52	55.440,00
		8	Batch 2	125	0,88	110,00	0,00	444,40	554,40	553,52	69.190,00
		7	Batch 1	70	0,88	61,60	0,00	554,40	616,00	615,12	43.058,40
		7	Batch 2	70	0,88	61,60	0,00	616,00	677,60	676,72	47.370,40
		7	Batch 3	70	0,88	61,60	0,00	677,60	739,20	738,32	51.682,40
		7	Batch 4	70	0,88	61,60	0,00	739,20	800,80	799,92	55.994,40
7	Batch 5	70	0,88	61,60	0,00	800,80	862,40	861,52	60.306,40		
8	Perakitan Stethoscope	1	Batch 1	10	1,40	14,00	0,00	29,35	43,35	83,78	837,80
		2	Batch 1	100	0,99	99,00	0,00	296,65	395,65	804,32	80.432,00
		2	Batch 2	100	0,99	99,00	0,00	465,65	564,65	1.156,32	115.632,00
		6	Batch 1	10	1,40	14,00	0,00	564,65	578,65	971,20	9.712,00
		3	Batch 1	20	0,99	19,80	0,00	578,65	598,45	986,21	19.724,20
		4	Batch 1	20	0,99	19,80	0,00	598,45	618,25	1.006,21	20.124,20

Tabel 4.29 Rekapitulasi waktu tunggu *batch* untuk penjadwalan usulan (Lanjutan)

No. SK	Stasiun Kerja	No. Order	No. Batch Transfer	Ukuran Batch Transfer (a)	Waktu Proses/unit (menit/unit) (b)	Waktu Proses/batch (menit/batch) (a x b = c)	Set Up (si)	Saat Mulai (B)	Saat Selesai (F)	Waktu tunggu <i>job</i> dalam <i>batch</i> $W_{i,j,k} = F_{i,j,k} - F_{i-1,j,k} - t_i$ (d)	Waktu tunggu/batch (d x a = e)
8	Perakitan <i>Stethoscope</i>	5	Batch 1	20	1,40	28,00	0,00	618,25	646,25	1.034,00	20.680,00
		9	Batch 1	100	0,99	99,00	0,00	752,95	851,95	1.345,91	134.591,00
		8	Batch 1	125	0,99	123,75	0,00	979,70	1.103,45	1.676,56	209.570,00
		8	Batch 2	125	0,99	123,75	0,00	1.190,95	1.314,70	2.141,56	267.695,00
		7	Batch 1	70	0,99	69,30	0,00	1.314,70	1.384,00	1.958,36	137.085,20
		7	Batch 2	70	0,99	69,30	0,00	1.393,45	1.462,75	2.100,11	147.007,70
		7	Batch 3	70	0,99	69,30	0,00	1.511,75	1.581,05	2.360,51	165.235,70
		7	Batch 4	70	0,99	69,30	0,00	1.630,05	1.699,35	2.620,91	183.463,70
		7	Batch 5	70	0,99	69,30	0,00	1.748,35	1.817,65	2.881,31	201.691,70
9	QC <i>Stethoscope</i>	1	Batch 1	10	0,58	5,80	0,00	43,35	49,15	5,22	52,20
		2	Batch 1	100	0,58	58,00	0,00	395,65	453,65	57,42	5.742,00
		2	Batch 2	100	0,58	58,00	0,00	564,65	622,65	57,42	5.742,00
		6	Batch 1	10	0,58	5,80	0,00	622,65	628,45	5,22	52,20
		3	Batch 1	20	0,58	11,60	0,00	628,45	640,05	11,02	220,40
		4	Batch 1	20	0,58	11,60	0,00	640,05	651,65	11,02	220,40
		5	Batch 1	20	0,58	11,60	0,00	651,65	663,25	11,02	220,40
		9	Batch 1	100	0,58	58,00	0,00	851,95	909,95	57,42	5.742,00
		8	Batch 1	125	0,58	72,50	0,00	1.103,45	1.175,95	71,92	8.990,00
		8	Batch 2	125	0,58	72,50	0,00	1.314,70	1.387,20	71,92	8.990,00
		7	Batch 1	70	0,58	40,60	0,00	1.387,20	1.427,80	40,02	2.801,40
7	Batch 2	70	0,58	40,60	0,00	1.462,75	1.503,35	40,02	2.801,40		

Tabel 4.29 Rekapitulasi waktu tunggu *batch* untuk penjadwalan usulan (Lanjutan)

No. SK	Stasiun Kerja	No. Order	No. Batch Transfer	Ukuran Batch Transfer (a)	Waktu Proses/unit (menit/unit) (b)	Waktu Proses/batch (menit/batch) (a x b = c)	Set Up (si)	Saat Mulai (B)	Saat Selesai (F)	Waktu tunggu <i>job</i> dalam <i>batch</i> $W_{i,j,k} = F_{i,j,k} - F_{i-1,j,k} - t_i$ (d)	Waktu tunggu/batch (d x a = e)
9	QC Stethoscope	7	Batch 3	70	0,58	40,60	0,00	1.581,05	1.621,65	40,02	2.801,40
		7	Batch 4	70	0,58	40,60	0,00	1.699,35	1.739,95	40,02	2.801,40
		7	Batch 5	70	0,58	40,60	0,00	1.817,65	1.858,25	40,02	2.801,40
Total Waktu Tunggu (menit)										4.108.597,00	



Gambar 4.16 Gantt Chart penjadwalan usulan

Gambar 4.16 merupakan *ganttt chart* untuk penjadwalan usulan dengan urutan pengerjaan *order* yang berbeda dengan penjadwalan saat ini. Berdasarkan Gambar 4.16 stasiun kerja yang tidak memiliki waktu menganggur (*idle time*) yaitu Stasiun Kerja Laser *Chestpiece*, QC *Ear tip* dan QC *Binaural & Y Tubbing*.

#### 4.2.5 Performansi Penjadwalan

Performansi penjadwalan dilakukan dengan membandingkan waktu tunggu, total *cost* dan *makespan* pada penjadwalan saat ini dan penjadwalan usulan. Tabel rekapitulasi total *cost* untuk penjadwalan saat ini dapat dilihat pada **Lampiran 6**, sedangkan penjadwalan usulan dapat dilihat pada **Lampiran 7**. Rekapitulasi waktu tunggu pada penjadwalan saat ini dan penjadwalan usulan dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Rekapitulasi waktu tunggu, total *cost* dan *makespan*

No.	Penjadwalan	Performansi		
		Total Waktu Tunggu	Total Cost	Makespan
1.	Saat Ini	5.544.739,20 menit	Rp1.861.983,72	2.202,45 menit
2.	Usulan	4.108.597,00 menit	Rp1.598.623,75	1.858,25 menit

Berdasarkan Tabel 4.30, dapat dilihat bahwa total waktu tunggu, total *cost* dan *makespan* dengan menggunakan penjadwalan usulan menunjukkan nilai yang lebih kecil dari pada menggunakan penjadwalan saat ini. Performansi penjadwalan dilihat juga dari keterlambatan penyelesaian produksi. Jam kerja yang ditetapkan perusahaan setiap harinya yaitu 7,75 jam/hari atau 465 menit/hari. *Order* kesatu dimulai pada hari Rabu (10 Juni 2020) pukul 08.00 WIB ketika *order* sebelumnya selesai diproses. Saat selesai pengerjaan setiap *order* didapat dari saat selesai di stasiun kerja 9. Rekapitulasi penyelesaian produksi pada penjadwalan saat ini dapat dilihat pada Tabel 4.31, sedangkan rekapitulasi untuk penjadwalan usulan dapat dilihat pada Tabel 4.32.

Tabel 4.31 Rekapitulasi penyelesaian produksi penjadwalan saat ini

No. Order	Ukuran Batch Transfer	Saat Selesai (Menit)	Saat Selesai (Jam)	Penyelesaian Produksi (Jam)				
				Rabu, 10 Juni	Kamis, 11 Juni	Jumat, 12 Juni	Senin, 15 Juni	Selasa, 16 Juni
1	10	48,85	0,81	0,81				
2	200	902,65	15,04	6,94	7,29			
3	20	914,25	15,24		0,19			
4	20	925,85	15,43		0,19			
5	20	936,85	15,61		0,07	0,11		
6	10	942,35	15,71			0,09		



Tabel 4.31 Rekapitulasi penyelesaian produksi penjadwalan saat ini (Lanjutan)

No. Order	Ukuran Batch Transfer	Saat Selesai (Menit)	Saat Selesai (Jam)	Penyelesaian Produksi (Jam)				
				Rabu, 10 Juni	Kamis, 11 Juni	Jumat, 12 Juni	Senin, 15 Juni	Selasa, 16 Juni
7	350	1.940,95	32,35			7,54	7,75	1,35
8	250	2.144,45	35,74					3,39
9	100	2.202,45	36,71					0,97
Jam kerja yang dihabiskan/hari (Jam)				7,75	7,75	7,75	7,75	5,71

Tabel 4.32 Rekapitulasi penyelesaian produksi penjadwalan usulan

No. Order	Ukuran Batch Transfer	Saat Selesai (Menit)	Saat Selesai (Jam)	Penyelesaian Produksi (Jam)			
				Rabu, 10 Juni	Kamis, 11 Juni	Jumat, 12 Juni	Senin, 15 Juni
1	10	49,15	0,82	0,82			
2	200	622,65	10,38	6,93	2,63		
6	10	628,45	10,47		0,10		
3	20	640,05	10,67		0,19		
4	20	651,65	10,86		0,19		
5	20	663,25	11,05		0,19		
9	100	909,95	15,17		4,11		
8	250	1387,20	23,12		0,33	7,62	
7	350	1858,25	30,97			0,13	7,72
Jam kerja yang dihabiskan /hari (Jam)				7,75	7,75	7,75	7,72

Berdasarkan Tabel 4.31, pada penjadwalan saat ini *order* nomor 7, 8 dan 9 mengalami keterlambatan penyelesaian produksi. Ketiga *order* tersebut seharusnya selesai pada Hari Jumat, 12 Juni 2020 (Tabel 1.2). Sementara jika dilihat pada Tabel 4.32, ketika dilakukan penjadwalan usulan dengan melakukan pengurutan ulang berdasarkan aturan prioritas dan penentuan ukuran *batch* transfer, didapat bahwa *order* yang mengalami keterlambatan penyelesaian produksi hanya *order* nomor 7. *Order* nomor 8 dapat diselesaikan pada Hari Kamis, 11 Juni 2020 dan *Order* nomor 9 diselesaikan pada Hari Jumat, 12 Juni 2020.

