

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

4.1.1. Data Subjek Penelitian

Berdasarkan 4 kriteria yang telah ditentukan sebelumnya, maka didapatkan pekerja yang akan dijadikan subjek pada penelitian ini adalah operator mesin *Double Sizer* dan operator mesin *Ban Saw*.

a. Operator mesin *Double Sizer* pada bagian *Cutting Sizer*

Kriteria dari operator mesin *Double Sizer* ini akan dijabarkan berdasarkan empat kriteria yaitu individu, pekerjaan, beban dan lingkungan.

1. Individu

Usia	: 38 tahun	Jenis Kelamin	: Laki-laki
Tinggi Badan	: 155 cm	Berat Badan	: 50 kg
Lama Bekerja	: 12 bulan		

2. Pekerjaan

Operator mesin *Double Sizer* melakukan aktivitas pengangkatan kabinet yang akan di proses di mesin *Double Sizer*. Pada awalnya aktivitas pengangkatan dilakukan secara manual tanpa menggunakan alat, kemudian setelah adanya perbaikan dilakukan menggunakan alat *automatic handlift*. Adapun pekerjaan ini dilakukan selama 8 jam.

3. Beban

Beban yang diangkat yaitu kabinet-kabinet piano yang masih berupa papan kayu panjang berbentuk persegi panjang dengan massa yang bervariasi. Untuk penelitian

ini beban yang diambil adalah beban kabinet *side arm* yang merupakan kabinet dengan massa paling berat yaitu 16,5 kg.

4. Lingkungan

Lingkungan kerja operator mesin *Double Sizer* memiliki kondisi yang cukup baik dengan suhu berkisar 28 – 35 °C, ruang yang cukup untuk melakukan pergerakan pengangkatan, permukaan lantai yang rata, dan pencahayaan yang terang.

b. Operator mesin *Ban Saw* pada bagian *Machine Bridge*.

Kriteria dari operator mesin *Ban Saw* ini akan dijabarkan berdasarkan empat kriteria yaitu individu, pekerjaan, beban dan lingkungan.

1. Individu

Usia	: 27 tahun	Jenis Kelamin	: Laki-laki
Tinggi Badan	: 158 cm	Berat Badan	: 70 kg
Lama Bekerja	: 12 bulan		

2. Pekerjaan

Operator ini memiliki dua tugas pokok yaitu sebagai operator mesin *Ban Saw* dan operator mesin *Moulder*. Dalam hal ini pekerjaan yang berkaitan dengan aktivitas *manual material handling* adalah pada saat operator menggunakan mesin *Ban Saw* karena operator melakukan aktivitas pengangkatan kabinet yang akan di proses di mesin *Ban Saw* sebelum dilakukan proses gambar dan pemotongan. Pada awalnya aktivitas pengangkatan dilakukan secara manual tanpa menggunakan alat, kemudian setelah adanya perbaikan dilakukan menggunakan alat *manual handlift*. Jadi aktivitas pekerjaan yang berkaitan dengan pengangkatan ini dilakukan kurang dari 8 jam karena terkadang operator juga bekerja menggunakan mesin *Moulder*.

3. Beban

Beban yang diangkat yaitu kabinet *treble* yang masih berupa papan kayu panjang berbentuk persegi panjang dengan massa 15 kg.

4. Lingkungan

Lingkungan kerja operator mesin *Double Sizer* memiliki kondisi yang cukup baik dengan suhu berkisar 28 – 35 °C, ruang yang cukup untuk melakukan pergerakan pengangkatan, permukaan lantai yang rata, dan pencahayaan yang terang.

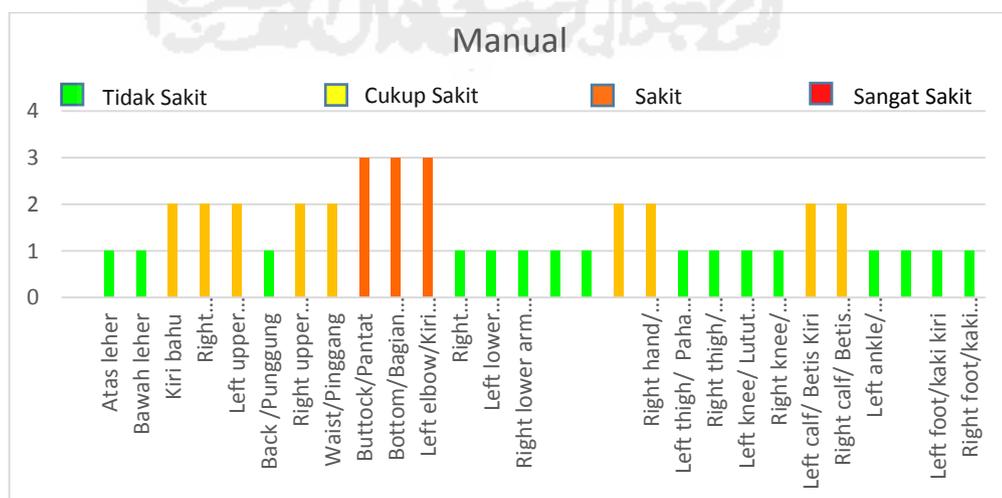
Kedua operator tersebut dalam pekerjaannya sama-sama melakukan aktivitas pengangkatan kabinet namun dengan menggunakan alat yang berbeda yaitu *automatic handlift* dan *manual handlift*. Oleh karena itu penelitian ini berfokus pada bagaimana kondisi aktivitas pengangkatan sebelum dan sesudah menggunakan alat bantu serta bagaimana pengaruh penggunaan alat bantu pengangkatan dalam aktivitas *manual material handling* terhadap produktivitas kerja operator.

4.1.2. Data Hasil Kuisisioner *Nordic Body Map*

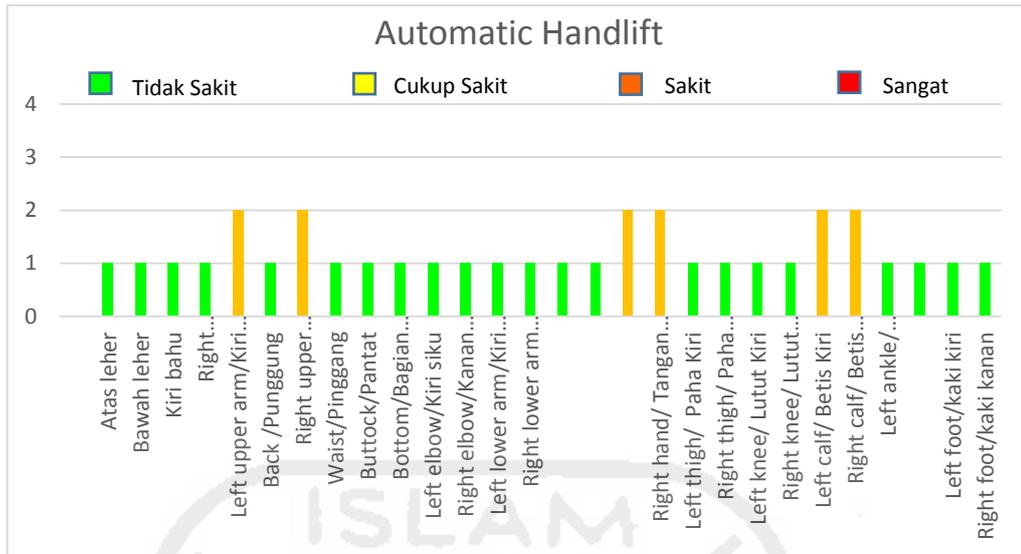
Data hasil kuisisioner *Nordic Body Map* didapatkan dari operator yang melakukan aktivitas *manual material handling* dengan kondisi yang berbeda, yaitu aktivitas pengangkatan secara manual dan aktivitas pengangkatan menggunakan alat bantu (*Automatic Handlift* dan *Manual Handlift*). Operator melakukan pengisian kuisisioner *Nordic Body Map* secara subjektif mengenai keluhan-keluhan yang dialami operator pada 28 titik tubuh setelah melakukan pekerjaannya.

a. Hasil Kuisisioner *Nordic Body Map* Operator Mesin *Double Sizer*

Berikut ini merupakan hasil kuisisioner *Nordic Body Map* dari operator mesin *Double Sizer* pada saat melakukan aktivitas pengangkatan secara manual dan menggunakan alat *automatic handlift*. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1.



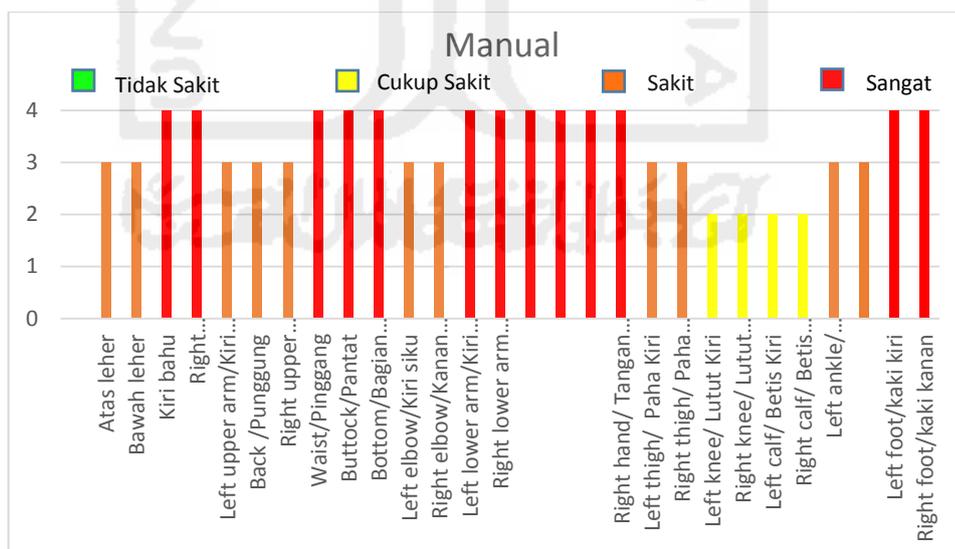
Gambar 4.1 Hasil NBM Operator Mesin *Double Sizer* (Manual)



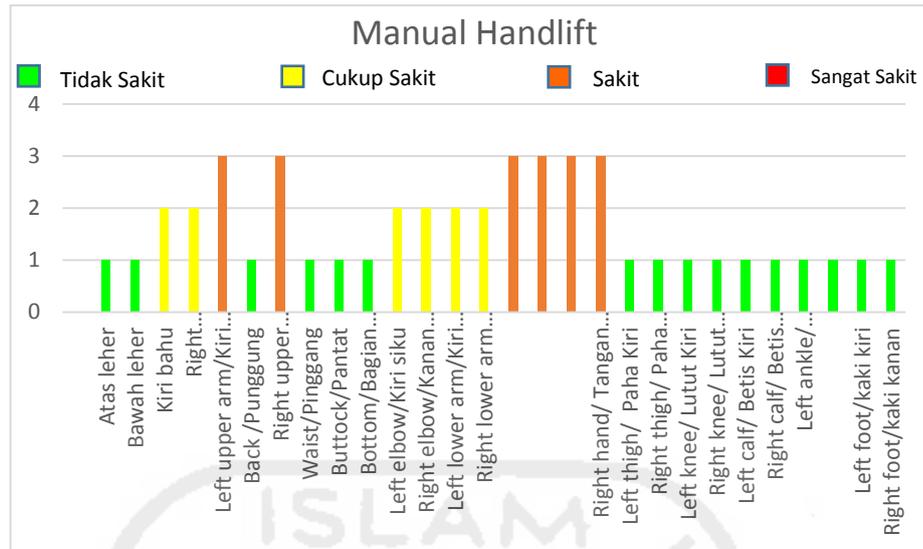
Gambar 4.2 Hasil NBM Operator Mesin *Double Sizer (Automatic Handlift)*

b. Hasil Kuisiner *Nordic Body Map* Operator Mesin *Ban Saw*

Berikut ini merupakan hasil kuisiner *Nordic Body Map* dari operator mesin *Ban Saw* pada saat melakukan aktivitas pengangkatan secara manual dan menggunakan alat *automatic handlift*. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1.



Gambar 4.3 Hasil NBM Operator Mesin *Ban Saw (Manual)*



Gambar 4.4 Hasil NBM Operator Mesin *Ban Saw* (Manual Handlift)

4.1.3. Data Postur Kerja Metode REBA

Data gerakan postur tubuh pekerja didapatkan berdasarkan rekaman video aktivitas pengangkatan yang kemudian diidentifikasi menggunakan metode REBA. Hasil identifikasi awal dari metode REBA ini adalah gerakan-gerakan kerja yang dilakukan serta sudut yang terbentuk dari setiap gerakan tersebut. Hasil identifikasi gerakan tersebut nantinya yang akan digunakan untuk melakukan analisis lanjutan sehingga diperoleh skor akhir dari metode REBA. Berikut ini merupakan data gerakan bagian tubuh dan sudut postur kerja dari tiga kondisi pengangkatan yang berbeda.

a. Data Gerakan Kerja Pengangkatan Manual Operator Mesin *Double Sizer*

Pada gambar 4.5 terlihat postur pengangkatan operator mesin *Double Sizer* beserta sudut-sudut yang terbentuk pada beberapa segmen tubuh. Untuk lebih jelasnya gerakan setiap segmen beserta sudutnya dapat dilihat pada tabel 4.1.



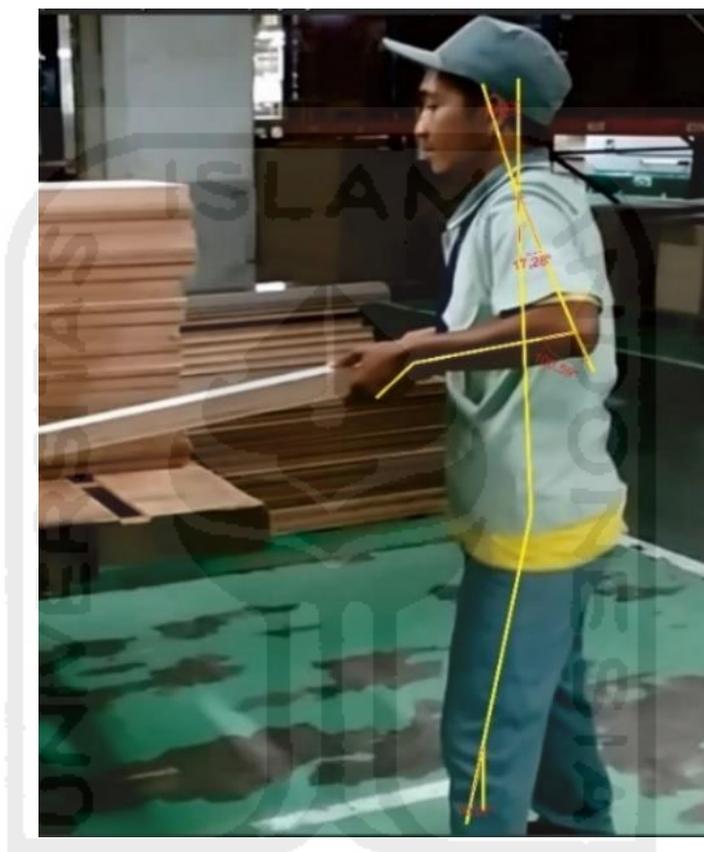
Gambar 4.5 Postur Pengangkatan Manual Operartor *Double Sizer*

Tabel 4.1 Pergerakan Segmen Tubuh Operartor *Double Sizer* (Manual)

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
Lengan Atas	<i>Flexion</i>	43,57°
Lengan Bawah	<i>Flexion</i>	52,97°
Pergelangan Tangan	Posisi netral	-
Leher	<i>Flexion</i>	4,07°
Punggung	<i>Flexion</i>	73,40°
Kaki	Kaki tertopang, bobot tersebar merata	30,06°

b. Data Gerakan Kerja Pengangkatan Menggunakan Alat *Automatic Handlift Operator* Mesin *Double Sizer*

Pada gambar 4.6 terlihat postur pengangkatan operator mesin *Double Sizer* berserta sudut-sudut yang terbentuk pada beberapa segmen tubuh. Untuk lebih jelasnya gerakan setiap segmen beserta sudutnya dapat dilihat pada tabel 4.2.



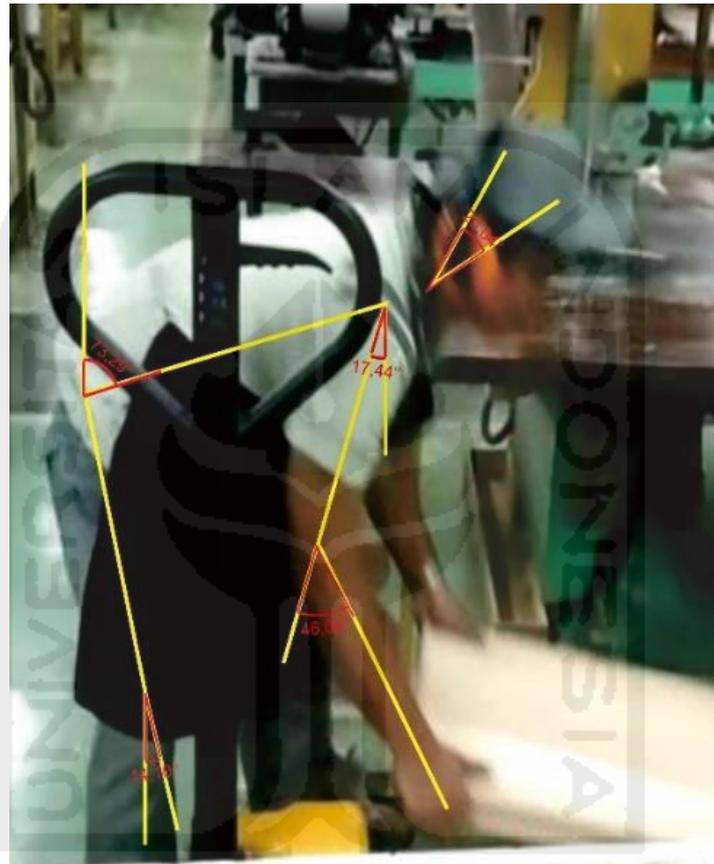
Gambar 4.6 Postur Pengangkatan Menggunakan *Automatic Handlift Operator Double Sizer*

Tabel 4.2 Pergerakan Segmen Tubuh Operartor *Double Sizer (Automatic Handlift)*

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
Lengan Atas	<i>Extension</i>	17,28°
Lengan Bawah	<i>Flexion</i>	100,59°
Pergelangan Tangan	<i>Extension</i>	0-15°
Leher	<i>Flexion</i>	19,43°
Punggung	<i>Flexion</i>	2,11°
Kaki	Kaki tertopang, bobot tersebar merata	10,97°

c. Data Gerakan Kerja Pengangkatan Manual Operator Mesin *Ban Saw*

Pada gambar 4.7 terlihat postur pengangkatan operator mesin *Ban Saw* beserta sudut-sudut yang terbentuk pada beberapa segmen tubuh. Untuk lebih jelasnya gerakan setiap segmen beserta sudutnya dapat dilihat pada tabel 4.3.



Gambar 4.7 Postur Pengangkatan Manual Operator *Ban Saw*

Tabel 4.3 Pergerakan Segmen Tubuh Operartor *Ban Saw* (Manual)

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
Lengan Atas	<i>Extension</i>	17,44°
Lengan Bawah	<i>Flexion</i>	46,09°
Pergelangan Tangan	Posisi netral	0°
Leher	<i>Extension</i>	25,04°
Punggung	<i>Flexion</i>	73,29°
Kaki	Kaki tertopang dan lutut <i>flexion</i>	14,10°

d. Data Gerakan Kerja Pengangkatan Menggunakan Alat *Manual Handlift* Operator Mesin *Ban Saw*

Pada gambar 4.8 terlihat postur pengangkatan operator mesin *Ban Saw* beserta sudut-sudut yang terbentuk pada beberapa segmen tubuh. Untuk lebih jelasnya gerakan setiap segmen beserta sudutnya dapat dilihat pada tabel 4.4.



Gambar 4.8 Postur Pengangkatan Menggunakan *Manual Handlift* Operator *Ban Saw*

Tabel 4.4 Pergerakan Segmen Tubuh Operartor *Ban Saw* (*Manual Handlift*)

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
Lengan Atas	<i>Flexion</i>	11,24°
Lengan Bawah	<i>Flexion</i>	58,24°
Pergelangan Tangan	Posisi netral, pergelangan tangan menyimpang	0°
Leher	<i>Flexion</i>	15,25°
Punggung	<i>Flexion</i>	13,73°
Kaki	Kaki tertopang dan lutut <i>flexion</i>	26,76°

4.1.4. Data Segmen Tubuh Perhitungan MPL

a. Data Pengangkatan Manual Operator Mesin *Double Sizer*

Pada gambar 4.9 terlihat aktivitas pengangkatan operator mesin *Double Sizer* beserta sudut-sudut yang terbentuk pada beberapa segmen tubuh. Untuk lebih jelasnya ukuran setiap segmen beserta sudutnya dapat dilihat pada tabel 4.5.



Gambar 4.9 Pengangkatan Manual Operator Mesin *Double Sizer*

Massa badan pekerja = 50 kg

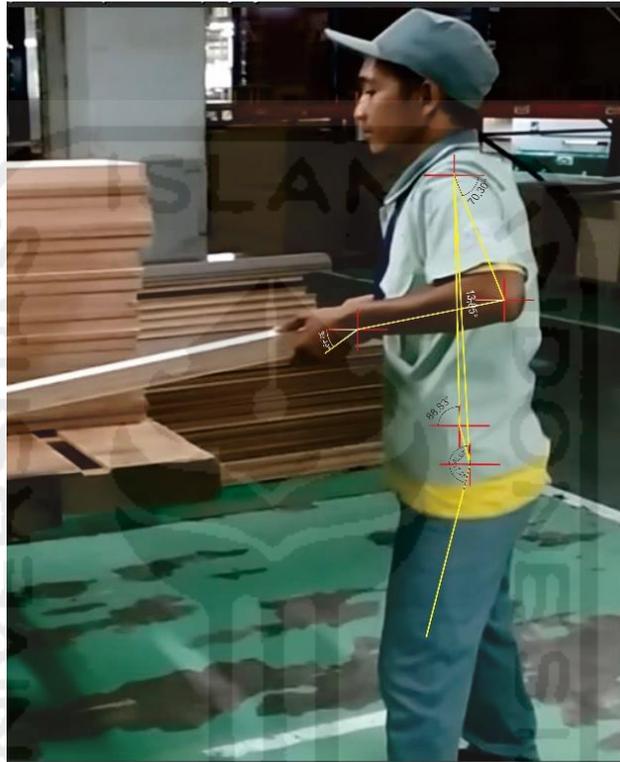
Massa beban/kabinet = 16,5 kg

Tabel 4.5 Data Segmen Tubuh Pengakatan Manual

Segmen Tubuh	Panjang (m)	Sudut
Telapak tangan	$SL_1 = 0,06$	$\theta_1 = 62,91^\circ$
Lengan bawah	$SL_2 = 0,235$	$\theta_2 = 68,22^\circ$
Lengan atas	$SL_3 = 0,225$	$\theta_3 = 29,51^\circ$
Punggung	$SL_4 = 0,435$	$\theta_4 = 11,17^\circ$
Inklinasi Perut	-	$\theta_H = 16,89^\circ$
Inklinasi Kaki	-	$\theta_T = 66,60^\circ$

b. Data Pengangkatan Menggunakan Alat *Automatic Handlift Operator* Mesin *Double Sizer*

Pada gambar 4.10 terlihat aktivitas pengangkatan operator mesin *Double Sizer* berserta sudut-sudut yang terbentuk pada beberapa segmen tubuh. Untuk lebih jelasnya ukuran setiap segmen beserta sudutnya dapat dilihat pada tabel 4.6.



Gambar 4.10 Pengangkatan Menggunakan *Automatic Handlift Operator* Mesin *Double Sizer*

Massa badan pekerja = 50 kg

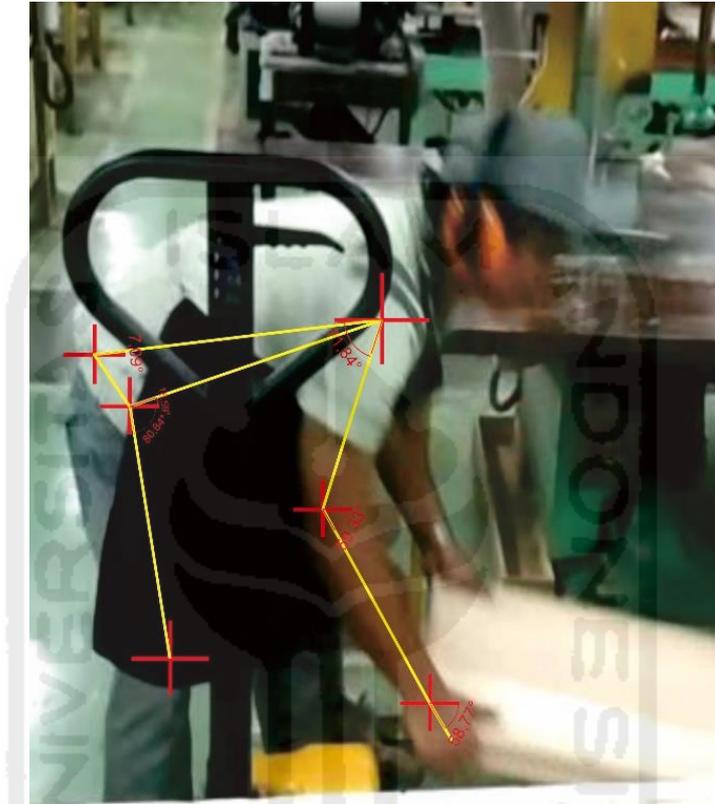
Massa beban/kabinet = 16,5 kg

Tabel 4.6 Data Segmen Tubuh Pengangkatan Menggunakan *Automatic Handlift*

Segmen Tubuh	Panjang (m)	Sudut
Telapak tangan	$SL_1 = 0,06$	$\theta_1 = 39,49^\circ$
Lengan bawah	$SL_2 = 0,235$	$\theta_2 = 13,05^\circ$
Lengan atas	$SL_3 = 0,225$	$\theta_3 = 110,62^\circ$
Punggung	$SL_4 = 0,435$	$\theta_4 = 2,28^\circ$
Inklinasi Perut	-	$\theta_H = 85,57^\circ$
Inklinasi Kaki	-	$\theta_T = 77,31^\circ$

c. Data Pengangkatan Manual Operator Mesin *Ban Saw*

Pada gambar 4.11 terlihat aktivitas pengangkatan operator mesin *Ban Saw* beserta sudut-sudut yang terbentuk pada beberapa segmen tubuh. Untuk lebih jelasnya ukuran setiap segmen beserta sudutnya dapat dilihat pada tabel 4.7.



Gambar 4.11 Pengangkatan Manual Operator Mesin *Ban Saw*

Massa badan pekerja = 70 kg

Massa beban/kabinet = 15 kg

Tabel 4.7 Data Segmen Tubuh Pengangkatan Manual

Segmen Tubuh	Panjang (m)	Sudut
Telapak tangan	$SL_1 = 0,05$	$\theta_1 = 58,77^\circ$
Lengan bawah	$SL_2 = 0,225$	$\theta_2 = 59,33^\circ$
Lengan atas	$SL_3 = 0,225$	$\theta_3 = 71,84^\circ$
Punggung	$SL_4 = 0,425$	$\theta_4 = 7,09^\circ$
Inklinasi Perut	-	$\theta_H = 18,59^\circ$
Inklinasi Kaki	-	$\theta_T = 80,84^\circ$

- d. Data Pengangkatan Menggunakan Alat *Manual Handlift* Operator Mesin *Ban Saw*
- Pada gambar 4.12 terlihat aktivitas pengangkatan operator mesin *Ban Saw* beserta sudut-sudut yang terbentuk pada beberapa segmen tubuh. Untuk lebih jelasnya ukuran setiap segmen beserta sudutnya dapat dilihat pada tabel 4.8.



Gambar 4.12 Pengangkatan Menggunakan *Manual Handlift* Operator Mesin *Ban Saw*

Massa badan pekerja = 70 kg

Massa beban/kabinet = 15 kg

Tabel 4.8 Dat Segmen Tubuh Pengangkatan Menggunakan *Manual Handlift*

Segmen Tubuh	Panjang (m)	Sudut
Telapak tangan	$SL_1 = 0,05$	$\theta_1 = 61,48^\circ$
Lengan bawah	$SL_2 = 0,225$	$\theta_2 = 26,09^\circ$
Lengan atas	$SL_3 = 0,225$	$\theta_3 = 89,99^\circ$
Punggung	$SL_4 = 0,425$	$\theta_4 = 71,11^\circ$
Inklinasi Perut	-	$\theta_H = 78,76^\circ$
Inklinasi Kaki	-	$\theta_T = 70,65^\circ$

4.1.5. Data Input Perhitungan RWL

Dalam perhitungan metode RWL data yang diperlukan adalah data mengenai stasiun kerja pada saat aktivitas pengangkatan dilakukan. Data-data tersebut diantaranya adalah jarak horizontal beban terhadap titik pusat tubuh (H), jarak vertikal pusat beban terhadap lantai (V), selisih jarak vertikal beban pada posisi *origin* dan *destination* (D), sudut asimetri yang terbentuk dari aktivitas pengangkatan (A), frekuensi pengangkatan dan jenis *coupling* (genggaman) dari beban yang diangkat. Berikut ini adalah data input perhitungan RWL dari operator mesin *Double Sizer* dan operator *Ban Saw*.

a. Data Perhitungan RWL Operator Mesin *Double Sizer*

Berikut ini adalah data stasiun kerja pengangkatan operator mesin *Double Sizer* yang dapat dilihat pada tabel 4.9 dan tabel 4.10.

Tabel 4.9 Data Perhitungan RWL Pengangkatan Manual

	H	V	D	A	Frekuensi	Coupling
<i>Origin</i>	20 cm	12 cm	81 cm	30°	3 angkatan/menit	<i>Poor</i>
<i>Destination</i>	16 cm	93 cm	81 cm	30°	3 angkatan/menit	<i>Poor</i>

Tabel 4.10 Data Perhitungan RWL Pengangkatan Menggunakan *Automatic Handlift*

	H	V	D	A	Frekuensi	Coupling
<i>Origin</i>	20 cm	80 cm	13 cm	30°	3 angkatan/menit	<i>Poor</i>
<i>Destination</i>	16 cm	93 cm	13 cm	30°	3 angkatan/menit	<i>Poor</i>

b. Data Perhitungan RWL Operator Mesin *Ban Saw*

Berikut ini adalah data stasiun kerja pengangkatan operator mesin *Ban Saw* yang dapat dilihat pada tabel 4.11 dan tabel 4.12.

Tabel 4.11 Data Perhitungan RWL Pengangkatan Manual

	H	V	D	A	Frekuensi	Coupling
<i>Origin</i>	20 cm	12 cm	71 cm	15°	Sekali dalam 5 menit	<i>Poor</i>
<i>Destination</i>	17 cm	83 cm	71 cm	15°	Sekali dalam 5 menit	<i>Poor</i>

Tabel 4.12 Data Perhitungan RWL Pengangkatan Menggunakan *Manual Handlift*

	H	V	D	A	Frekuensi	Coupling
<i>Origin</i>	20 cm	60 cm	23 cm	15°	Sekali dalam 5 menit	<i>Poor</i>
<i>Destination</i>	17 cm	83 cm	23 cm	15°	Sekali dalam 5 menit	<i>Poor</i>

4.1.6. Data Waktu Proses

a. Data Operator Mesin *Double Sizer*

Untuk menghitung produktivitas operator mesin *Double Sizer* pada saat melakukan pekerjaan menggunakan alat *Automatic Handlift* atau pun secara manual maka dibutuhkan data *standar time* (ST) dari operator tersebut sebagai input dalam perhitungan produktivitas. Berikut ini merupakan data *standar time* (ST) operator mesin *Double Sizer* ketika melakukan pekerjaan menggunakan alat *Automatic Handlift* dan secara manual pada tabel 4.13 dan tabel 4.14. Data yang lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran 4.

Tabel 4.13 Data Waktu Proses Kabinet *Side Board* (Manual)

Elemen Kerja		Pengamatan					
		1	2	3	.....	9	10
Mengangkat kabinet	Detik	10,21	11,4	10,53	.....	10,72	10,62
	Menit	0,17	0,19	0,18	.....	0,18	0,18
Memasukkan kabinet ke mesin	Detik	10,55	10,15	10,51	.....	9,54	9,38
	Menit	0,18	0,17	0,18	.....	0,16	0,16

Tabel 4.14 Data Waktu Proses Kabinet *Side Arm* (*Automatic Handlift*)

Elemen Kerja		Pengamatan					
		1	2	3	.....	9	10
Mengangkat kabinet	Detik	4,78	5,84	4,42	.....	5,51	5,45
	Menit	0,08	0,10	0,07	.....	0,09	0,09

Elemen Kerja		Pengamatan					
		1	2	3	.....	9	10
Memasukkan kabinet ke mesin	Detik	10,55	10,15	10,51	.....	9,54	9,38
	Menit	0,18	0,17	0,18	.....	0,16	0,16

Selain data input dan output yang digunakan dalam perhitungan produktivitas, disajikan pula data waktu *setting* alat *Automatic Handlift* pada tabel 4.15 sebagai pertimbangan untuk menilai alat mana yang lebih baik digunakan pada saat melakukan pekerjaan yang berkaitan dengan aktivitas *manual material handling*.

Tabel 4.15 Data Waktu Setting *Automatic Handlift* (Detik)

Pengamatan										Rata-rata
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
22,51	33,45	43,4	33,6	46,3	43,02	34,3	29,6	38,04	25,44	34,96

b. Data Operator Mesin *Ban Saw*

Untuk menghitung produktivitas operator mesin *Ban Saw* pada saat melakukan pekerjaannya menggunakan alat *Manual Handlift* atau pun secara manual maka dibutuhkan data *standar time* (ST) dari operator tersebut sebagai input dalam perhitungan produktivitas. Berikut ini merupakan data *standar time* (ST) operator mesin *Ban Saw* ketika melakukan pengangkatan manual dan menggunakan alat *Manual Handlift* pada tabel 4.16 dan tabel 4.17.

Tabel 4.16 Data Waktu Proses Kabinet *Treble B1/B2* (Manual)

Elemen Kerja		Pengamatan					
		1	2	3	.....	9	10
Mengangkat kabinet	Detik	13,67	8,27	7,75	.....	11,54	9,78
	Menit	0,23	0,14	0,13	.....	0,19	0,16
Menggambar	Detik	18,29	20,26	19,80	.....	19,49	18,35
	Menit	0,30	0,34	0,33	.....	0,32	0,31
Potong <i>Treble</i>	Detik	94,32	92,21	104,08	.....	93,78	98,51
	Menit	1,57	1,54	1,73	.....	1,56	1,64
Simpan <i>treble</i>	Detik	12,1	11,45	12,6	.....	12,34	12,27
	Menit	0,20	0,19	0,21	.....	0,21	0,20

Tabel 4.17 Data Waktu Proses Kabinet *Treble* B3 (Manual)

Elemen Kerja		Pengamatan					
		1	2	3	.....	9	10
Mengangkat kabinet	Detik	13,67	8,27	7,75	.....	11,54	9,78
	Menit	0,23	0,14	0,13	.....	0,19	0,16
Menggambar	Detik	22,31	20,54	21,08	.....	22,05	21,06
	Menit	0,37	0,34	0,35	.....	0,37	0,35
Potong Treble	Detik	79,43	84,56	87,57	.....	88,80	95,57
	Menit	1,32	1,41	1,46	.....	1,48	1,59
Simpan treble	Detik	12,1	11,45	12,6	.....	12,34	12,27
	Menit	0,20	0,19	0,21	.....	0,21	0,20

Tabel 4.18 Data Waktu Proses *Treble* B1/B2 (*Manual Handlift*)

Elemen Kerja		Pengamatan					
		1	2	3	.....	9	10
Mengangkat kabinet	Detik	5,73	5,59	5,26	.....	4,87	4,87
	Menit	0,10	0,09	0,09	.....	0,08	0,08
Menggambar	Detik	18,29	20,26	19,80	.....	18,35	18,35
	Menit	0,30	0,34	0,33	.....	0,31	0,31
Potong Treble	Detik	94,32	92,21	104,08	.....	98,51	98,51
	Menit	1,57	1,54	1,73	.....	1,64	1,64
Simpan treble	Detik	12,10	11,45	12,60	.....	12,27	12,27
	Menit	0,20	0,19	0,21	.....	0,20	0,20

Tabel 4.19 Data Waktu Proses *Treble* B3 (*Manual Handlift*)

Elemen Kerja		Pengamatan					
		1	2	3	.....	9	10
Mengangkat kabinet	Detik	5,73	5,59	5,26	.....	5,41	4,87
	Menit	0,10	0,09	0,09	.....	0,09	0,08
Menggambar	Detik	22,31	20,54	21,08	.....	22,05	21,06
	Menit	0,37	0,34	0,35	.....	0,37	0,35
Potong Treble	Detik	79,43	84,56	87,57	.....	88,80	95,57
	Menit	1,32	1,41	1,46	.....	1,48	1,59
Simpan treble	Detik	12,10	11,45	12,60	.....	12,34	12,27
	Menit	0,20	0,19	0,21	.....	0,21	0,20

Disajikan pula data waktu *setting* alat *Manual Handlift* pada tabel 4.20 sebagai pertimbangan untuk menilai alat mana yang lebih baik digunakan pada saat melakukan pekerjaan yang berkaitan dengan aktivitas *manual material handling*.

Tabel 4.20 Data Waktu Setting *Manual Handlift* (Detik)

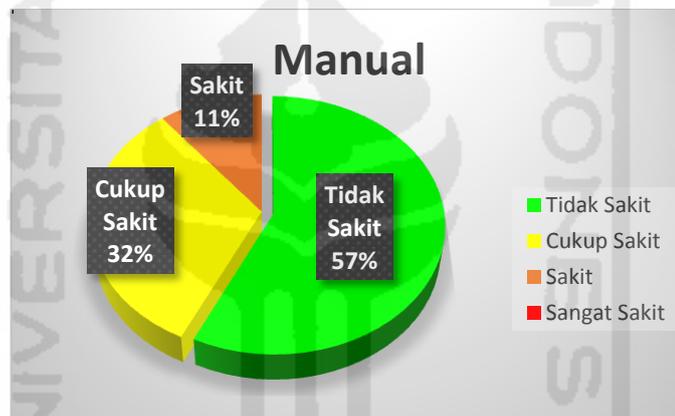
Pengamatan										Rata-rata
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
43,35	40,33	41,56	39,45	44,35	46,27	38,43	42,45	40,52	41,2	41,79

4.2. Pengolahan Data

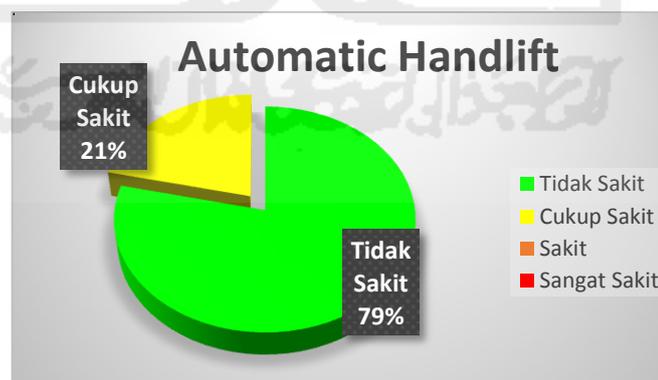
4.2.1. Perhitungan Hasil Kuisisioner *Nordic Body Map*

a. Perhitungan Hasil Kuisisioner *Nordic Body Map* Operator Mesin *Double Sizer*

Hasil kuisisioner *Nordic Body Map* yang dtelah didapatkan selanjutnya dirangkum dan disajikan dalam bentuk *pie chart* sehingga dapat diketahui seberapa besar tingkat keluhan yang dialami oleh oparator mesin *Double Sizer* ketika melakukan aktivitas pengangkatan secara manual dan menggunakan alat *automatic handlift*. Rangkuman persentase tingkat keluhan operator mesin *Double Sizer* dapat dilihat pada gambar 4.13 dan gambar 4.14 di bawah ini.



Gambar 4.13 Rangkuman Hasil NBM Pengangkatan Manual



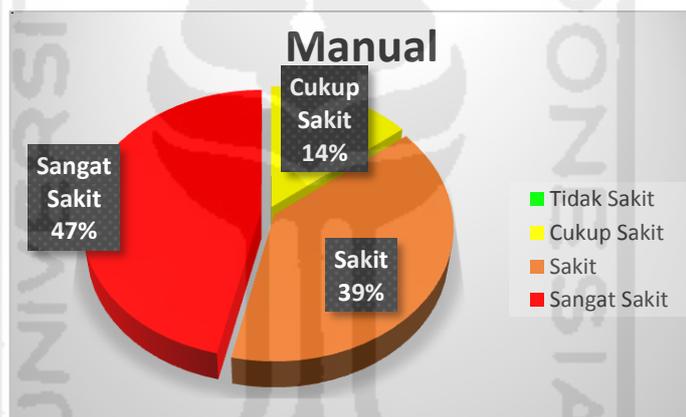
Gambar 4.14 Rangkuman Hasil NBM Pengangkatan Menggunakan *Automatic Handlift*

Dari *pie chart* dapat dilihat bahwa total keluhan dengan berbagai level pada saat aktivitas pengangkatan manual adalah 43%. Sedangkan total keluhan dengan berbagai level pada saat aktivitas pengangkatan menggunakan alat *automatic handlift* adalah

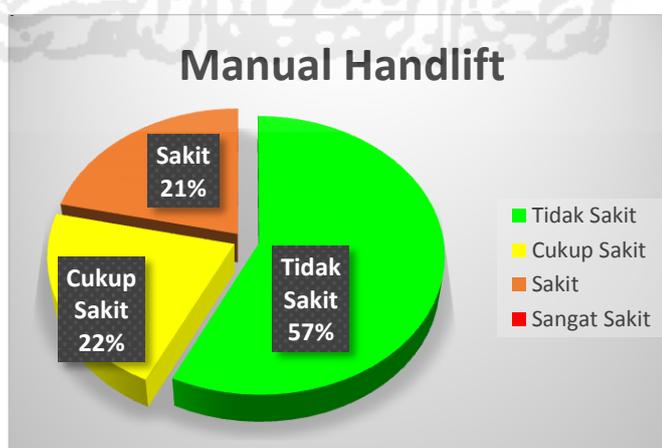
21%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan penggunaan alat *automatic handlift* dapat menurunkan tingkat keluhan muskuloskeletal yang dialami oleh operator mesin *Double Sizer* sebesar 22%.

b. Perhitungan Hasil Kuisisioner *Nordic Body Map* Operator Mesin *Ban Saw*

Hasil kuisisioner *Nordic Body Map* yang telah didapatkan selanjutnya dirangkum dan disajikan dalam bentuk *pie chart* sehingga dapat diketahui seberapa besar tingkat keluhan yang dialami oleh operator mesin *Ban Saw* ketika melakukan aktivitas pengangkatan secara manual dan menggunakan alat *manual handlift*. Rangkuman persentase tingkat keluhan operator mesin *Ban Saw* dapat dilihat pada gambar 4.15 dan gambar 4.16 dibawah ini.



Gambar 4.15 Rangkuman Hasil NBM Pengangkatan Manual



Gambar 4.16 Rangkuman Hasil NBM Pengangkatan Menggunakan *Manual Handlift*

Dari *pie chart* dapat dilihat bahwa total keluhan dengan berbagai level pada saat aktivitas pengangkatan manual adalah 100%. Sedangkan total keluhan dengan berbagai level pada saat aktivitas pengangkatan menggunakan alat *manual handlift* adalah 43%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan penggunaan alat *manual handlift* dapat menurunkan tingkat keluhan muskuloskeletal yang dialami oleh operator mesin *Double Sizer* sebesar 57%.

4.2.2. Perhitungan Postur Kerja Menggunakan Metode REBA

Dalam evaluasi postur kerja menggunakan metode REBA beberapa segmen tubuh dibagi menjadi dua kelompok yaitu Grup A dan Grup B. Grup B terdiri dari bagian lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan. Sedangkan Grup A terdiri dari bagian leher, punggung dan kaki.

Selanjutnya proses perhitungan nilai postur kerja dengan metode REBA dilakukan menggunakan bantuan *software* Ergofellow. Hasil dari metode REBA ini akan memberikan gambaran seberapa besar resiko cedera atau gangguan pada sistem muskuloskeletal berdasarkan aktivitas pengangkatan yang dilakukan.

a. Perhitungan REBA Pengangkatan Manual Operator Mesin *Double Sizer*

Data awal berupa deskripsi gerakan dan sudut yang terbentuk dari beberapa segmen tubuh pada saat operator melakukan aktivitas pengangkatan selanjutnya dikelompokkan menjadi Grup A dan Grup B sesuai dengan pengelompokan yang ada dalam metode REBA. Grup A terdiri dari segmen leher, punggung dan kaki. Sedangkan Grup B terdiri dari lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan.



Gambar 4.0.17 Contoh Pergerakan Segmen Leher

Untuk mengidentifikasi gerakan disetiap segmen tubuh, dibuat dua garis acuan yaitu garis normal bagian tubuh tersebut dan garis pergerakan postur segmen tubuh tersebut. Dari kedua garis tersebut akan terbentuk sudut yang akan dijadikan sebagai input untuk penilaian postur kerja. Selain itu diidentifikasi juga jenis gerakan segmen tubuh yang terjadi. Misalkan untuk segmen tubuh leher dapat dilihat pada gambar 4.17 bahwa leher operator melakukan gerakan *flexion* (gerakan pengurangan sudut) dan membentuk sudut $4,07^{\circ}$. Selanjutnya untuk segmen tubuh yang lainnya juga dilakukan langkah yang sama. Untuk data lengkap pergerakan segmen tubuh operator mesin *Double Sizer* pada saat melakukan aktivitas pengangkatan manual dapat dilihat pada tabel 4.21 dan tabel 4.22.

Tabel 4.21 Segmen Tubuh Grup A

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
Leher	<i>Flexion</i>	$4,07^{\circ}$
Punggung	<i>Flexion</i>	$73,40^{\circ}$
Kaki	Kaki tertopang, bobot tersebar merata	-

Tabel 4.22 Segmen Tubuh Grup B

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
Lengan Atas	<i>Flexion</i>	$43,57^{\circ}$
Lengan Bawah	<i>Flexion</i>	$52,97^{\circ}$
Pergelangan Tangan	Posisi netral	-

Selanjutnya pengolahan data metode REBA dilakukan menggunakan *software* Ergofellow. Berikut ini merupakan tahapan pengolahan data menggunakan *software* Ergofellow.

REBA

CHOOSE AN OPTION BELOW

Neck, trunk and legs Load Upper arm, lower arm and wrist Coupling Activity

Neck, trunk and legs

Neck

In extension 0 to 20 degrees More than 20 degrees

Additional

Neck is twisted or side bending

Trunk

In extension Straight 0 to 20 degrees 20 to 60 degrees More than 60 degrees

Additional

Trunk is twisted or side bending

Legs

Support in the two legs, walking or seated Support in one leg 30 to 60 degrees More than 60 degrees

Gambar 4.18 Identifikasi Postur Grup A

Pada tahap pengolahan data menggunakan *software* Ergofellow ini, gerakan-gerakan beberapa segmen tubuh yang sebelumnya telah diidentifikasi dimasukkan ke dalam beberapa kategori berdasarkan dengan gambar yang ada di *software* Ergofellow. Pada gambar 4.18 gerakan-gerakan segmen tubuh leher, punggung dan kaki yang dikelompokkan dalam Grup A diinputkan ke dalam *software* Ergofellow.

REBA

CHOOSE AN OPTION BELOW

Neck, trunk and legs Load Upper arm, lower arm and wrist Coupling Activity

Load

Load < 5 kg
Load < 11 lb Load 5 to 10 kg
Load 11 to 22 lb Load > 10 kg
Load > 22 lb

Additional

Shock or rapid build up of force

Gambar 4.19 Identifikasi Beban Operator

Selanjutnya identifikasi berat beban yang diangkat oleh operator dengan memilih klasifikasi berat beban yang telah tersedia pada *software* Ergofellow seperti yang terlihat pada gambar 4.19. Beban operator sendiri memiliki berat lebih dari 16,5 kg kg sehingga dipilih kategori beban lebih dari 10 kg.

The screenshot shows the REBA software interface for identifying posture. At the top, there is a section titled 'CHOOSE AN OPTION BELOW' with five radio buttons: 'Neck, trunk and legs', 'Load', 'Upper arm, lower arm and wrist' (which is selected), 'Coupling', and 'Activity'. Below this, the 'Upper arm, lower arm and wrist' section is divided into three sub-sections: 'Upper arm', 'Lower arm', and 'Wrist'. Each sub-section contains icons and radio buttons for different ranges of motion. For the 'Upper arm', options include 'In extension more than 20 degrees', '-20 to 20 degrees', '20 to 45 degrees' (selected), '45 to 90 degrees', and 'More than 90 degrees'. There are also 'Additional' checkboxes for 'Upper arm is abducted' (checked), 'Shoulder is raised', and 'Arm is supported or person is leaning'. The 'Lower arm' section has options for '60 to 100 degrees' and '0 to 60 degrees or more than 100 degrees' (selected). The 'Wrist' section has options for 'Between 15 degrees up and 15 degrees down' and 'More than 15 degrees up or more than 15 degrees down' (selected). There is also an 'Additional' checkbox for 'Wrist is bent from midline or twisted'.

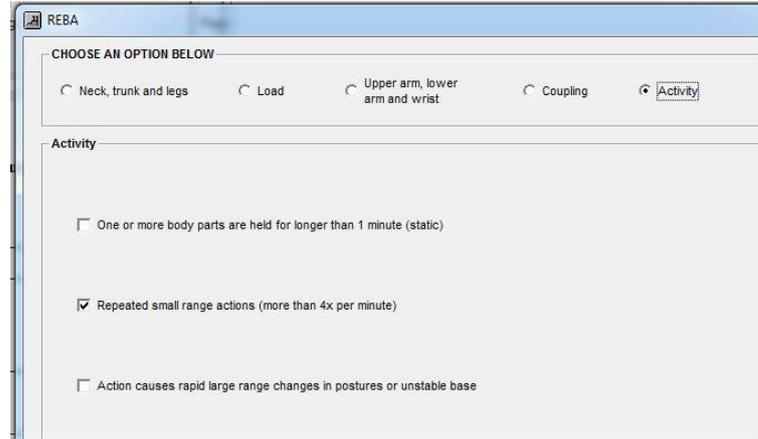
Gambar 4.20 Identifikasi Postur Grup B

Selanjutnya pada gambar 4.20 menunjukkan identifikasi gerakan-gerakan segmen tubuh lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan yang dikelompokkan dalam Grup B.

The screenshot shows the REBA software interface for identifying coupling. At the top, there is a section titled 'CHOOSE AN OPTION BELOW' with five radio buttons: 'Neck, trunk and legs', 'Load', 'Upper arm, lower arm and wrist', 'Coupling' (which is selected), and 'Activity'. Below this, the 'Coupling' section is divided into four radio buttons: 'Good', 'Fair', 'Poor' (which is selected), and 'Unacceptable'.

Gambar 4.21 Identifikasi *Coupling* (Genggaman)

Tahap berikutnya pada gambar 4.21 adalah menentukan kategori *coupling* (genggaman) yang dilakukan oleh operator pada saat melakukan aktivitas pengangkatan. Adapun kategori *coupling* yang diberikan terdiri dari 4 jenis yaitu *good*, *fair*, *poor*, dan *unacceptable*. Pada aktivitas pengangkatan secara manual operator di bagian Cutting Sizer ini termasuk dalam kategori *poor*.



REBA

CHOOSE AN OPTION BELOW

Neck, trunk and legs
 Load
 Upper arm, lower arm and wrist
 Coupling
 Activity

Activity

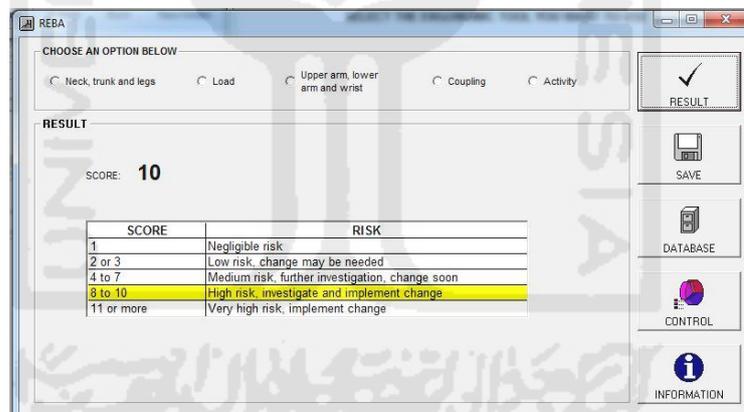
One or more body parts are held for longer than 1 minute (static)

Repeated small range actions (more than 4x per minute)

Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Gambar 4.22 Identifikasi *Activity Score*

Tahap akhir pada gambar 4.22 yaitu menentukan *activity score* dengan melihat kondisi postur kerja secara umum apakah postur tersebut dilakukan secara statis, berulang-ulang atau postur kerja yang dilakukan berubah-ubah secara acak. *Activity Score* dari operator di bagian *Cutting Sizer* ini dilakukan secara berulang-ulang dalam 1 menit sehingga dipilih kategori kedua pada *software Ergofellow*.



REBA

CHOOSE AN OPTION BELOW

Neck, trunk and legs
 Load
 Upper arm, lower arm and wrist
 Coupling
 Activity

RESULT

SCORE: **10**

SCORE	RISK
1	Negligible risk
2 or 3	Low risk, change may be needed
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
11 or more	Very high risk, implement change

RESULT
 SAVE
 DATABASE
 CONTROL
 INFORMATION

Gambar 4.23 Skor Akhir REBA Operator *Double Sizer* (Manual)

Setelah dilakukan identifikasi gerakan-gerakan pada beberapa segmen tubuh yang dikelompokkan ke dalam Grup A dan Grup B, diperoleh skor akhir postur kerja operator dalam aktivitas pengangkatan secara manual di bagian *Cutting Sizer* adalah 10 seperti yang terlihat pada gambar 4.23.

b. Perhitungan REBA Pengangkatan Menggunakan *Automatic Handlift*

Gerakan dan sudut yang terbentuk dari beberapa segmen tubuh pada saat operator melakukan aktivitas pengangkatan selanjutnya dikelompokkan menjadi Grup A dan Grup B sesuai dengan pengelompokan yang ada dalam metode REBA dapat dilihat pada gambar 4.23 dan gambar 4.24. Grup A terdiri dari segmen leher, punggung dan kaki. Sedangkan Grup B terdiri dari lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan.

Tabel 4.23 Segmen Tubuh Grup A

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
Leher	<i>Flexion</i>	19,43°
Punggung	<i>Flexion</i>	2,11°
Kaki	Kaki tertopang, bobot tersebar merata	-

Tabel 4.24 Segmen Tubuh Grup B

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
Lengan Atas	<i>Extension</i>	17,28°
Lengan Bawah	<i>Flexion</i>	100,59°
Pergelangan Tangan	<i>Extension</i>	0-15°

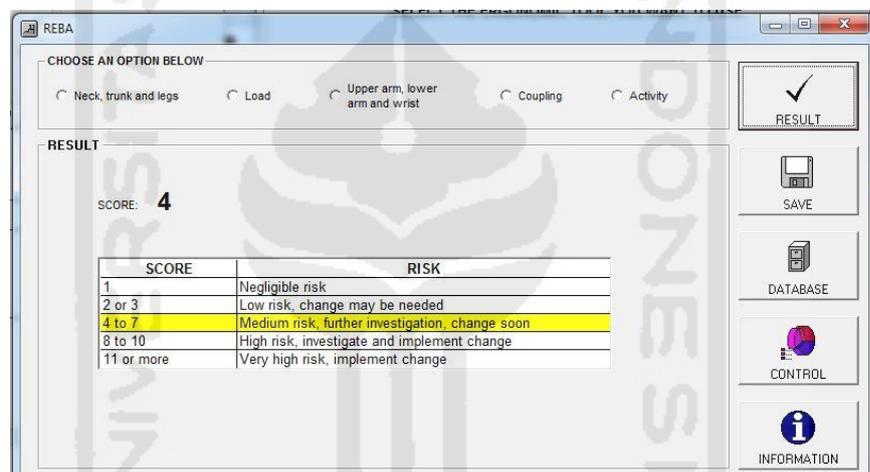
Selanjutnya pengolahan data metode REBA dilakukan menggunakan *software* Ergofellow. Pada tahap pengolahan data menggunakan *software* Ergofellow ini, gerakan-gerakan beberapa segmen tubuh yang telah diidentifikasi dimasukkan ke dalam beberapa kategori berdasarkan dengan gambar yang ada di *software* Ergofellow.

Selain data segmen gerakan yang diinputkan, dilakukan juga identifikasi berat beban yang diangkat oleh operator dengan memilih klasifikasi berat beban yang telah tersedia pada *software* Ergofellow. Beban kabinet yang diangkat operator memiliki berat lebih dari 10 kg.

Tahap berikutnya adalah menentukan kategori *coupling* (genggaman) yang dilakukan oleh operator pada saat melakukan aktivitas pengangkatan. Adapun kategori *coupling* yang diberikan terdiri dari 4 jenis yaitu *good*, *fair*, *poor*, dan *unacceptable*. Pada aktivitas pengangkatan secara manual operator di bagian Cutting Sizer ini termasuk dalam kategori *poor*.

Tahap akhir yaitu menentukan *activity score* dengan melihat kondisi postur kerja secara umum apakah postur tersebut dilakukan secara statis, berulang-ulang atau postur kerja yang dilakukan berubah-ubah secara acak. *Activity Score* dari operator di bagian *Cutting Sizer* ini dilakukan secara berulang-ulang dalam 1 menit sehingga dipilih kategori kedua pada *software* Ergofellow.

Setelah dilakukan identifikasi gerakan-gerakan pada beberapa segmen tubuh yang dikelompokkan ke dalam Grup A dan Grup B, diperoleh skor akhir postur kerja operator dalam aktivitas pengangkatan menggunakan alat angkat automatic di bagian *Cutting Sizer* adalah 4.



Gambar 4.24 Skor Akhir REBA Operator *Double Sizer* (*Automatic Handlift*)

Pada gambar 4.24 adalah hasil skor REBA operator mesin *Double Sizer* adalah 4, artinya postur kerja yang dilakukan operator ketika melakukan aktivitas pengangkatan menggunakan *automatic handlift* memiliki resiko cedera sistem muskuloseletal pada level medium atau sedang. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2.

c. Perhitungan REBA Pengangkatan Manual Operator Mesin *Ban Saw*

Data awal berupa deskripsi gerakan dan sudut yang terbentuk dari beberapa segmen tubuh pada saat operator melakukan aktivitas pengangkatan selanjutnya dikelompokkan menjadi Grup A dan Grup B sesuai dengan pengelompokkan yang ada dalam metode REBA seperti yang terlihat pada tabel 4.25 dan tabel 4.26. Grup A terdiri dari segmen

leher, punggung dan kaki. Sedangkan Grup B terdiri dari lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan.

Tabel 4.25 Segmen Tubuh Grup A

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
Leher	<i>Extension</i>	25,04°
Punggung	<i>Flexion</i>	73,29°
Kaki	Kaki tertopang dan lutut <i>flexion</i>	14,10°

Tabel 4.26 Segmen Tubuh Grup B

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
Lengan Atas	<i>Extension</i>	17,44°
Lengan Bawah	<i>Flexion</i>	46,09°
Pergelangan Tangan	Posisi netral	0°

Selanjutnya pengolahan data metode REBA dilakukan menggunakan *software* Ergofellow. Pada tahap pengolahan data menggunakan *software* Ergofellow ini, gerakan-gerakan beberapa segmen tubuh yang telah diidentifikasi dimasukkan ke dalam beberapa kategori berdasarkan dengan gambar yang ada di *software* Ergofellow.

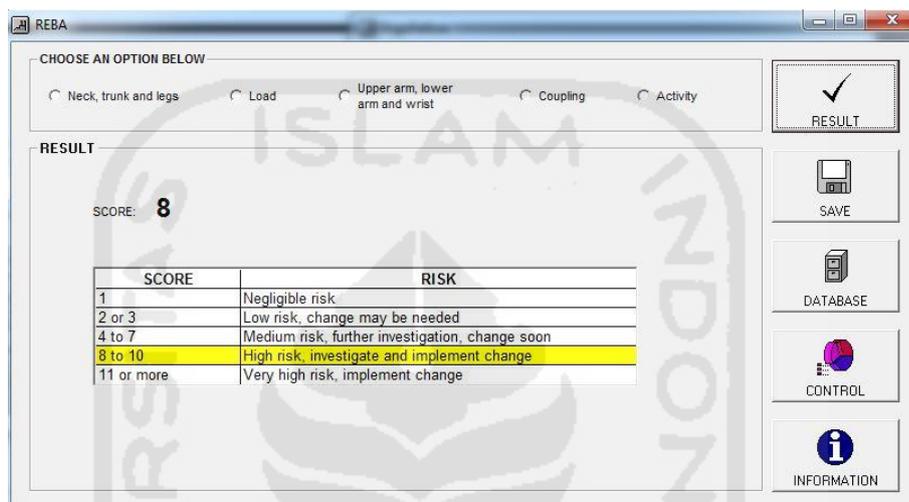
Selain data segmen gerakan yang diinputkan, dilakukan juga identifikasi berat beban yang diangkat oleh operator dengan memilih klasifikasi berat beban yang telah tersedia pada *software* Ergofellow. Beban kabinet yang diangkat operator memiliki berat lebih dari 10 kg.

Tahap berikutnya adalah menentukan kategori *coupling* (genggaman) yang dilakukan oleh operator pada saat melakukan aktivitas pengangkatan. Adapun kategori *coupling* yang diberikan terdiri dari 4 jenis yaitu *good*, *fair*, *poor*, dan *unacceptable*. Pada aktivitas pengangkatan secara manual operator mesin *Ban Saw* ini termasuk dalam kategori *poor*.

Tahap akhir yaitu menentukan *activity score* dengan melihat kondisi postur kerja secarama umum apakah postur tersebut dilakukan secara statis, berulang-ulang atau postur kerja yang dilakukan berubah-ubah secara acak. *Activity Score* dari operator

mesin *Ban Saw* termasuk kategori ketiga karena aktivitas pengangkatan yang dilakukan menyebabkan perubahan postur yang cukup signifikan.

Setelah dilakukan identifikasi gerakan-gerakan pada beberapa segmen tubuh yang dikelompokkan ke dalam Grup A dan Grup B, diperoleh skor akhir postur kerja operator dalam aktivitas pengangkatan secara manual adalah 8.



Gambar 4.25 Skor Akhir REBA Operator *Ban Saw* (Manual)

Gambar 4.25 menunjukkan hasil Skor REBA operator mesin *Ban Saw* adalah 8, artinya postur kerja yang dilakukan operator ketika melakukan aktivitas pengangkatan secara manual memiliki resiko cedera sistem muskulokseletal pada level yang tinggi. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2.

d. Perhitungan REBA Pengangkatan Menggunakan *Manual Handlift*

Data awal berupa deskripsi gerakan dan sudut yang terbentuk dari beberapa segmen tubuh pada saat operator melakukan aktivitas pengangkatan selanjutnya dikelompokkan menjadi Grup A dan Grup B sesuai dengan pengelompokkan yang ada dalam metode REBA yang terlihat pada tabel 4.27 dan tabel 4.28. Grup A terdiri dari segmen leher, punggung dan kaki. Sedangkan Grup B terdiri dari lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan.

Tabel 4.27 Segmen Tubuh Grup A

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
Leher	<i>Flexion</i>	15,25°
Punggung	<i>Flexion</i>	13,73°
Kaki	Kaki tertopang dan lutut <i>flexion</i>	26,76°

Tabel 4.28 Segmen Tubuh Grup B

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
Lengan Atas	<i>Flexion</i>	11,24°
Lengan Bawah	<i>Flexion</i>	58,24°
Pergelangan Tangan	Posisi netral, pergelangan tangan menyimpang	0°

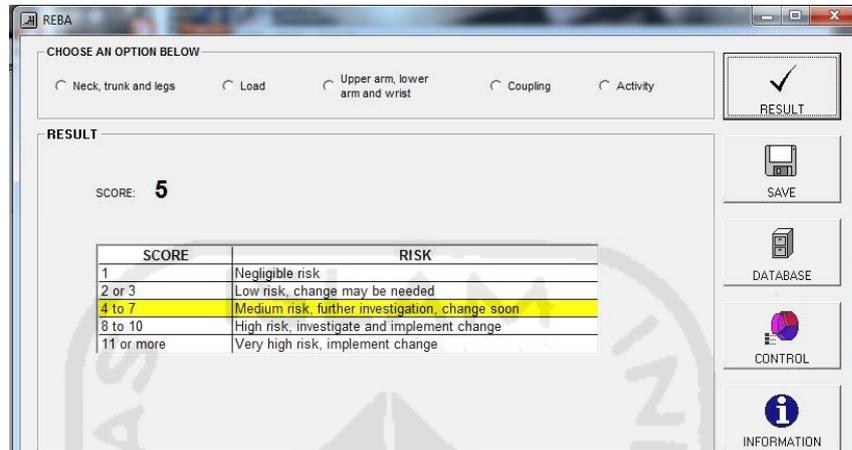
Selanjutnya pengolahan data metode REBA dilakukan menggunakan *software* Ergofellow. Pada tahap pengolahan data menggunakan *software* Ergofellow ini, gerakan-gerakan beberapa segmen tubuh yang telah diidentifikasi dimasukkan ke dalam beberapa kategori berdasarkan dengan gambar yang ada di *software* Ergofellow.

Selain data segmen gerakan yang diinputkan, dilakukan juga identifikasi berat beban yang diangkat oleh operator dengan memilih klasifikasi berat beban yang telah tersedia pada *software* Ergofellow. Beban kabinet yang diangkat operator memiliki berat lebih dari 10 kg.

Tahap berikutnya adalah menentukan kategori *coupling* (genggaman) yang dilakukan oleh operator pada saat melakukan aktivitas pengangkatan. Adapun kategori *coupling* yang diberikan terdiri dari 4 jenis yaitu *good*, *fair*, *poor*, dan *unacceptable*. Pada aktivitas pengangkatan secara manual operator mesin *Ban Saw* ini termasuk dalam kategori *poor*.

Tahap akhir yaitu menentukan *activity score* dengan melihat kondisi postur kerja secara umum apakah postur tersebut dilakukan secara statis, berulang-ulang atau postur kerja yang dilakukan berubah-ubah secara acak. *Activity Score* dari operator mesin *Ban Saw* termasuk kategori ketiga karena aktivitas pengangkatan yang dilakukan menyebabkan perubahan postur yang cukup signifikan.

Setelah dilakukan identifikasi gerakan-gerakan pada beberapa segmen tubuh yang dikelompokkan ke dalam Grup A dan Grup B, diperoleh skor akhir postur kerja operator dalam aktivitas pengangkatan secara manual adalah 5.



Gambar 4.26 Skor Akhir REBA Operator *Ban Saw* (Manual Handlift)

Gambar 4.26 menunjukkan hasil Skor REBA operator mesin *Ban Saw* adalah 8, artinya postur kerja yang dilakukan operator ketika melakukan aktivitas pengangkatan secara manual memiliki resiko cedera sistem muskulokseletal pada medium atau sedang. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2.

4.2.3. Perhitungan MPL

Pada metode MPL (*Maximum Permissible Limit*) untuk menganalisis suatu aktivitas pengangkatan maka dilakukan perhitungan nilai gaya tekan atau F_c (*Force Compression*) pada bagian L5/S1. Nilai F_c tersebut yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai MPL yang mempunyai nilai sebesar 6400 N dan nilai AL yang mempunyai nilai sebesar 3400 N.

Untuk menghitung nilai F_c pada bagian L5/S1 dilakukan berdasarkan model yang dikembangkan oleh Chaffin yaitu dengan menghitung momen gaya dan gaya pada beberapa bagian tubuh seperti telapak tangan, lengan bawah, lengan atas dan punggung pada saat aktivitas pengangkatan dilakukan. Selain itu dihitung juga nilai dari tekanan

perut dan gaya pada otot spinal erector. Secara bertahap perhitungan metode MPL untuk aktivitas pengangkatan yang dilakukan oleh operator mesin *Double Sizer* dan operator mesin *Ban Saw* dijabarkan pada perhitungan dibawah ini.

a. Perhitungan MPL Aktivitas Pengangkatan Manual Operator Mesin *Double Sizer*

Telapak Tangan

$$\begin{aligned}
 W_{\text{badan}} &= \text{massa badan} \times g & W_H &= 0,6\% \times W_{\text{badan}} \\
 &= 50 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 & &= 0,6\% \times 500 \text{ N} \\
 &= 500 \text{ N} & &= 3 \text{ N} \\
 W_o &= \text{massa benda (kabinet)} \times g & F_{y_w} &= W_o/2 + W_H \\
 &= 16,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 & &= (165 \text{ N}/2) + 3 \text{ N} \\
 &= 165 \text{ N} & &= 85,5 \text{ N} \\
 & & M_w &= (W_o/2 + W_H) \times SL_1 \times \cos \theta_1 \\
 & & &= 85,5 \text{ N} \times 0,06 \times \cos 62,91^\circ \\
 & & &= 2,34 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

Lengan Bawah

$$\begin{aligned}
 \lambda_2 &= 43\% \\
 W_{LA} &= 1,7\% \times W_{\text{badan}} \\
 &= 1,7\% \times 500 \text{ N} \\
 &= 8,5 \text{ N} \\
 F_{y_e} &= F_{y_w} + W_{LA} \\
 &= 85,5 \text{ N} + 8,5 \text{ N} \\
 &= 94 \text{ N} \\
 M_e &= M_w + (W_{LA} \times \lambda_2 \times SL_2 \times \cos \theta_2) + (F_{y_w} \times SL_2 \times \cos \theta_2) \\
 &= 2,34 \text{ Nm} + (8,5 \text{ N} \times 43\% \times 0,235 \text{ m} \times \cos 68,22^\circ) + (85,5 \text{ N} \times 0,235 \text{ m} \times \cos 68,22^\circ) \\
 &= 10,11 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

Lengan Atas

$$\begin{aligned}
 \lambda_3 &= 43,6\% \\
 W_{UA} &= 2,8\% \times W_{\text{badan}} \\
 &= 2,8\% \times 500 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 14 \text{ N} \\
 F_{ys} &= F_{ye} + W_{UA} \\
 &= 94 \text{ N} + 14 \text{ N} \\
 &= 108 \text{ N} \\
 M_S &= M_e + (W_{UA} \times \lambda_3 \times SL_3 \times \cos \theta_3) + (F_{ye} \times SL_3 \times \cos \theta_3) \\
 &= 10,11 \text{ Nm} + (14 \text{ N} \times 43,6\% \times 0,225 \times \cos 29,51^\circ) + (94 \text{ N} \times 0,225 \text{ m} \times \cos \\
 &\quad 29,51^\circ) \\
 &= 29,71 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

Punggung

$$\begin{aligned}
 \lambda_4 &= 67\% \\
 W_T &= 50\% \times W_{\text{badan}} \\
 &= 50\% \times 500 \text{ N} \\
 &= 250 \text{ N} \\
 F_{yt} &= 2F_{ys} + W_T \\
 &= (2 \times 108 \text{ N}) + 250 \text{ N} \\
 &= 466 \text{ N} \\
 M_t &= 2M_s + (W_T \times \lambda_4 \times SL_4 \times \cos \theta_4) + (2F_{ys} \times SL_4 \times \cos \theta_4) \\
 &= (2 \times 29,71 \text{ Nm}) + (250 \text{ N} \times 67\% \times 0,435 \text{ m} \times \cos 11,17^\circ) + (2 \times 108 \text{ N} \times 0,435 \\
 &\quad \text{m} \times \cos 11,17^\circ) \\
 &= 223,09 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

Total Gaya

$$\begin{aligned}
 W_{\text{tot}} &= W_o + 2 W_H + 2 W_{LA} + 2 W_{UA} + W_t \\
 &= 165 \text{ N} + (2 \times 3 \text{ N}) + (2 \times 8,5 \text{ N}) + (2 \times 14 \text{ N}) + 250 \text{ N} \\
 &= 466 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Tekanan Perut (PA)

$$\begin{aligned}
 PA &= \frac{10^{-4} [43 - 0,360(\theta_H + \theta_T)]}{75} \left[\frac{M_{L5}^{1,8}}{S_1} \right] \\
 &= \frac{10^{-4} [43 - 0,360(16,89^\circ + 66,6^\circ)]}{75} \left[\frac{M_{L5}^{1,8}}{S_1} \right] \\
 &= 0,291 \text{ N/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_A &= P_A \times A_A \\
 &= 0,291 \text{ N/cm}^2 \times 465 \text{ cm}^2 \\
 &= 135,42 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Gaya Spinal Erector (F_M)

$$\begin{aligned}
 F_M &= \frac{M_{L5/S1} - F_A \cdot D}{E} \\
 &= \frac{223,09 \text{ Nm} - 135,42 \text{ N} \times 0,11}{0,05 \text{ m}} \\
 &= 4163,77 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Gaya Tekan Pada L5/S1 (Force Compression/F_c)

$$\begin{aligned}
 F_c &= W_{tot} \cdot \cos \theta_4 + F_A + F_M \\
 &= (466 \text{ N} \times \cos 11,17^\circ) + 135,42 \text{ N} + 4163,77 \text{ N} \\
 &= 4756,37 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Hasil akhir nilai F_c adalah sebesar 4756,37 N yang merupakan gaya tekan yang diterima oleh operator pada bagian L5/S1. Jika dibandingkan dengan nilai AL dan MPL maka nilai F_c ada diantara nilai AL dan MPL.

b. Perhitungan MPL Aktivitas Pengangkatan Menggunakan Alat *Automatic Handlift* Operator Mesin *Double Sizer*

Telapak Tangan

$$\begin{aligned}
 F_{yw} &= 85,5 \text{ N} \\
 M_w &= 3,96 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

Lengan Bawah

$$\begin{aligned}
 F_{ye} &= 94 \text{ N} \\
 M_e &= 24,37 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

Lengan Atas

$$\begin{aligned}
 F_{ys} &= 108 \text{ N} \\
 M_s &= 32,30 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

Punggung

$$\begin{aligned}
 F_{yt} &= 466 \text{ N} \\
 M_t &= 68,01 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

Total Gaya

$$W_{tot} = 466 \text{ N}$$

Tekanan Perut (PA)

$$PA = 0,041 \text{ N/cm}$$

$$FA = 19,28 \text{ N}$$

Gaya Spinal Erector (Fm)

$$F_M = 1317,76 \text{ N}$$

Gaya Tekan Pada L5/S1 (Force Compression/Fc)

$$F_c = 1346,56 \text{ N}$$

Hasil akhir nilai F_c adalah sebesar 1346,56 N yang merupakan gaya tekan yang diterima oleh operator pada bagian L5/S1. Jika dibandingkan dengan nilai AL dan MPL maka nilai F_c ada dibawah nilai AL. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3.

c. Perhitungan MPL Aktivitas Pengangkatan Manual Operator Mesin *Ban Saw*Telapak Tangan

$$F_{yw} = 79,2 \text{ N}$$

$$M_w = 2,05 \text{ Nm}$$

Lengan Bawah

$$F_{ye} = 91,1 \text{ N}$$

$$M_e = 11,73 \text{ Nm}$$

Lengan Atas

$$F_{ys} = 110,7 \text{ N}$$

$$M_s = 18,72 \text{ Nm}$$

Punggung

$$F_{yt} = 571,4 \text{ N}$$

$$M_t = 229,71 \text{ Nm}$$

Total Gaya

$$W_{tot} = 571,4 \text{ N}$$

Tekanan Perut (PA)

$$PA = 0,171 \text{ N/cm}^2$$

$$FA = 79,46 \text{ N}$$

Gaya Spinal Erector (Fm)

$$F_M = 4419,42 \text{ N}$$

Gaya Tekan Pada L5/S1 (Force Compression/Fc)

$$F_c = 4906,99 \text{ N}$$

Hasil akhir nilai F_c adalah sebesar 4806,99 N yang merupakan gaya tekan yang diterima oleh operator pada bagian L5/S1. Jika dibandingkan dengan nilai AL dan MPL

maka nilai F_c ada diantara nilai AL dan nilai MPL. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3.

d. Perhitungan MPL Aktivitas Pengangkatan Menggunakan Alat *Manual Handlift* Operator Mesin *Ban Saw*

Telapak Tangan

$$F_{yw} = 79,2 \text{ N}$$

$$M_w = 0,19 \text{ Nm}$$

Lengan Bawah

$$F_{ye} = 91,1 \text{ N}$$

$$M_e = 17,23 \text{ Nm}$$

Lengan Atas

$$F_{ys} = 110,7 \text{ N}$$

$$M_s = 17,23 \text{ Nm}$$

Punggung

$$F_{yt} = 571,4 \text{ N}$$

$$M_t = 97,19 \text{ Nm}$$

Total Gaya

$$W_{tot} = 571,4 \text{ N}$$

Gaya Spinal Erector (F_M)

$$F_M = 1888,19 \text{ N}$$

Tekanan Perut (PA)

$$PA = 0,19 \text{ N/cm}^2$$

$$FA = 25,30 \text{ N}$$

Gaya Tekan Pada L5/S1 (*Force*

Compression/Fc)

$$F_c = 2047,88 \text{ N}$$

Hasil akhir nilai F_c adalah sebesar 2047,88 N yang merupakan gaya tekan yang diterima oleh operator pada bagian L5/S1. Jika dibandingkan dengan nilai AL dan MPL maka nilai F_c ada dibawah nilai AL. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3.

4.2.4. Perhitungan RWL

Pada perhitungan menggunakan metode RWL, untuk menganalisis suatu aktivitas pengangkatan perlu dianalisis pada saat aktivitas pengangkatan pada posisi awal (*origin*) dan pengangkatan pada posisi tujuan (*destination*). Sehingga untuk setiap aktivitas pengangkatan yang dilakukan oleh operator mesin *Double Sizer* dan operator mesin *Ban Saw* nantinya akan ada dua perhitungan RWL yaitu RWL *origin* dan RWL *destination*. Berikut ini merupakan perhitungan RWL untuk operator mesin *Double Sizer* dan operator mesin *Ban Saw*.

a. Perhitungan RWL Aktivitas Pengangkatan Manual Operator Mesin *Double Sizer*

RWL Origin

$$LC = 23 \text{ kg}$$

$$L = 16,5 \text{ kg}$$

$$V = 12 \text{ cm}$$

$$D = V_{origin} - V_{destination} = 81 \text{ cm}$$

$$H = 20 \text{ cm}$$

$$A = 30^\circ$$

$$HM = \frac{25}{H} = \frac{25}{20} = 1,25$$

$$VM = 1 - 0,00326 |V - 75| = 1 - 0,00326 |12 - 75| = 0,79$$

$$DM = 0,82 + \frac{4,5}{D} = 0,82 + \frac{4,5}{81} = 0,88$$

$$FM = 3 \text{ angkatan/menit (berdasarkan tabel Frekuensi nilai yang didapat adalah 0,55)}$$

$$AM = 1 - 0,0032A = 1 - (0,0032 \times 30) = 0,90$$

$$CM = 0,90 \text{ (berdasarkan table coupling, dengan tipe coupling : poor)}$$

$$LC = 23$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} RWL &= LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \\ &= 23 \times 1,25 \times 0,79 \times 0,88 \times 0,90 \times 0,55 \times 0,90 \\ &= 8,95 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kemudian menghitung nilai *Lifting Index* (LI)

$$LI = \frac{L}{RWL} = \frac{16,5 \text{ kg}}{8,95} = 1,84$$

RWL Destination

$$LC = 23 \text{ kg}$$

$$L = 16,5 \text{ kg}$$

$$V = 93 \text{ cm}$$

$$D = V_{origin} - V_{destination} = 81 \text{ cm}$$

$$H = 16 \text{ cm}$$

$$A = 30^\circ$$

$$HM = \frac{25}{H} = \frac{25}{16} = 1,56$$

$$VM = 1 - 0,00326 |V - 75| = 1 - 0,00326 |93 - 75| = 0,94$$

$$DM = 0,82 + \frac{4,5}{D} = 0,82 + \frac{4,5}{81} = 0,88$$

$$FM = 3 \text{ angkatan/menit (berdasarkan tabel Frekuensi nilai yang didapat adalah 0,55)}$$

$$AM = 1 - 0,0032A = 1 - (0,0032 \times 30) = 0,90$$

$$CM = 0,95 \text{ (berdasarkan table coupling, dengan tipe coupling : poor)}$$

$$LC = 23$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} RWL &= LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \\ &= 23 \times 1,56 \times 0,94 \times 0,88 \times 0,90 \times 0,55 \times 0,95 \\ &= 13,99 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kemudian menghitung nilai *Lifting Index* (LI)

$$LI = \frac{L}{RWL} = \frac{16,5 \text{ kg}}{13,99} = 1,18$$

Berdasarkan perhitungan RWL pada kondisi *origin* didapatkan nilai RWL sebesar 8,95 kg dan nilai LI sebesar 1,84. Sedangkan pada kondisi *destination* didapatkan nilai RWL sebesar 13,99 kg dan nilai LI sebesar 1,18.

b. Perhitungan RWL Aktivitas Pengangkatan Menggunakan Alat *Automatic Handlift* Operator Mesin *Double Sizer*

Hasil perhitungan operator mesin *Double Sizer* ketika melakukan aktivitas pengangkatan menggunakan alat *automatic handlift* dapat dilihat pada table 4.29 dibawah ini. Untuk perhitungan RWL lengkap dapat dilihat pada lampiran 4.

Tabel 4.29 Hasil Perhitungan RWL Pengangkatan Menggunakan Alat *Automatic Handlift*

	HM	VM	DM	AM	FM	CM	RWL	LI
<i>Origin</i>	1,25	0,98	1,17	0,90	0,55	0,90	14,76	1,12
<i>Destination</i>	1,56	0,94	1,17	0,90	0,55	0,95	18,63	0,89

Berdasarkan perhitungan RWL pada kondisi *origin* didapatkan nilai RWL sebesar 14,76 kg dan nilai LI sebesar 1,12. Sedangkan pada kondisi *destination* didapatkan nilai RWL sebesar 18,63 kg dan nilai LI sebesar 0,89. Hal tersebut menunjukkan adanya penurunan LI operator *Double Sizer* sebesar 39% pada posisi *origin* dan penurunan sebesar 25% pada posisi *destination*.

c. Perhitungan RWL Aktivitas Pengangkatan Manual Operator Mesin *Ban Saw*

Hasil perhitungan operator mesin *Ban Saw* ketika melakukan aktivitas pengangkatan secara manual dapat dilihat pada table 4.30 dibawah ini. Untuk perhitungan RWL lengkap dapat dilihat pada lampiran 4.

Tabel 4.30 Hasil Perhitungan RWL Pengangkatan Secara Manual

	HM	VM	DM	AM	FM	CM	RWL	LI
<i>Origin</i>	1,25	0,79	0,88	0,95	0,85	0,90	14,70	1,02
<i>Destination</i>	1,47	0,97	0,88	0,95	0,85	0,95	22,37	0,67

Berdasarkan perhitungan RWL pada kondisi *origin* didapatkan nilai RWL sebesar 14,70 kg dan nilai LI sebesar 1,02. Sedangkan pada kondisi *destination* didapatkan nilai RWL sebesar 22,37 kg dan nilai LI sebesar 0,67.

- d. Perhitungan RWL Aktivitas Pengangkatan Menggunakan Alat *Manual Handlift* Operator Mesin *Ban Saw*

Hasil perhitungan operator mesin *Ban Saw* ketika melakukan aktivitas pengangkatan menggunakan alat *manual handlift* dapat dilihat pada table 4.31 dibawah ini. Untuk perhitungan RWL lengkap dapat dilihat pada lampiran 4.

Tabel 4.31 Hasil Perhitungan RWL Pengangkatan Menggunakan Alat *Manual Handlift*

	HM	VM	DM	AM	FM	CM	RWL	LI
Origin	1,25	0,95	1,02	0,95	0,85	0,90	20,23	0,74
Destination	1,47	0,97	1,02	0,95	0,85	0,95	25,72	0,58

Berdasarkan perhitungan RWL pada kondisi *origin* didapatkan nilai RWL sebesar 20,23 kg dan nilai LI sebesar 0,74. Sedangkan pada kondisi *destination* didapatkan nilai RWL sebesar 25,72 kg dan nilai LI sebesar 0,58. Hal tersebut menunjukkan adanya penurunan LI operator *Double Sizer* sebesar 27% pada posisi *origin* dan penurunan sebesar 13% pada posisi *destination*.

4.2.5. Perhitungan *Stopwatch*

- a. Perhitungan Produktivitas Operator Mesin *Double Sizer*

Data yang diambil untuk menghitung waktu proses dari pekerjaan yang dilakukan oleh operator mesin *Double Sizer* sebanyak 10 pengamatan. Lalu dihitung rata-rata waktu per elemen kerja sehingga didapatkan total waktu proses. Adapun data waktu yang diambil adalah data waktu proses kabinet *side board* yang dapat dilihat pada tabel 4.32 dan tabel 4.33 dibawah ini. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5.

Tabel 4.32 Perhitungan *Stopwatch* Kabinet *Side Arm* (Manual)

Elemen Kerja		Pengamatan						Rata-rata
		1	2	3	.....	9	10	
Mengangkat kabinet	Detik	10,21	11,4	10,53	.....	10,72	10,62	0,18
	Menit	0,17	0,19	0,18	.....	0,18	0,18	
Memasukkan kabinet ke mesin	Detik	10,55	10,15	10,51	.....	9,54	9,38	0,17
	Menit	0,18	0,17	0,18	.....	0,16	0,16	
Total								0,35

Hasil perhitungan stopwatch menunjukkan bahwa waktu proses operator ketika melakukan proses kabinet *side board* dengan pengangkatan manual adalah 0,35 menit atau 20,99 detik. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5.

Tabel 4.33 Perhitungan *stopwatch* Kabinet *Side Arm* (*Automatic Handlift*)

Elemen Kerja		Pengamatan						Rata-rata
		1	2	3	.....	9	10	
Mengangkat kabinet	Detik	4,78	5,84	4,42	.....	5,51	5,45	0,09
	Menit	0,08	0,10	0,07	.....	0,09	0,09	
Memasukkan kabinet ke mesin	Detik	10,55	10,15	10,51	.....	9,54	9,38	0,17
	Menit	0,18	0,17	0,18	.....	0,16	0,16	
Total								0,26

Hasil perhitungan *stopwatch* pada menunjukkan bahwa waktu proses operator ketika melakukan proses kabinet *side board* dengan pengangkatan menggunakan *manual handlift* adalah 0,26 menit atau 15,58 detik. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5.

b. Perhitungan *Stopwatch* Operator Mesin *Ban Saw*

Data yang diambil untuk menghitung waktu proses dari pekerjaan yang dilakukan oleh operator mesin *Ban Saw* sebanyak 10 pengamatan. Dari 10 pengamatan lalu dihitung rata-rata waktu per elemen kerja sehingga didapatkan total waktu proses. Adapun data waktu yang diambil adalah data waktu proses kabinet *treble* B1, B2 dan B3 yang dapat dilihat pada tabel 4.34, 4.35, 4.36 dan 4.37. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5.

Tabel 4.34 Perhitungan *stopwatch* Kabinet *Treble* B1/B2 (Manual)

Elemen Kerja		Pengamatan						Rata-rata
		1	2	3	.....	9	10	
Mengangkat kabinet	Detik	13,67	8,27	7,75	.....	11,54	9,78	0,19
	Menit	0,23	0,14	0,13	.....	0,19	0,16	
Menggambar	Detik	18,29	20,26	19,80	.....	19,49	18,35	0,32
	Menit	0,30	0,34	0,33	.....	0,32	0,31	
Potong Treble	Detik	94,32	92,21	104,08	.....	93,78	98,51	1,61
	Menit	1,57	1,54	1,73	.....	1,56	1,64	
Simpan treble	Detik	12,1	11,45	12,6	.....	12,34	12,27	0,19
	Menit	0,20	0,19	0,21	.....	0,21	0,20	
Total							2,31	

Hasil perhitungan stopwatch menunjukkan bahwa waktu proses operator ketika melakukan proses kabinet *treble* B1/B2 dengan pengangkatan manual adalah 2,31 menit atau 138,81 detik. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5.

Tabel 4.35 Perhitungan *stopwatch* Kabinet *Treble* B3 (Manual)

Elemen Kerja		Pengamatan						Rata-rata
		1	2	3	.....	9	10	
Mengangkat kabinet	Detik	0,19	0,19	0,19	.....	0,19	0,19	0,19
	Menit	0,23	0,14	0,13	.....	0,19	0,16	
Menggambar	Detik	0,36	0,36	0,36	.....	0,36	0,36	0,36
	Menit	0,37	0,34	0,35	.....	0,37	0,35	
Potong Treble	Detik	1,46	1,46	1,46	.....	1,46	1,46	1,46
	Menit	1,32	1,41	1,46	.....	1,48	1,59	
Simpan treble	Detik	0,19	0,19	0,19	.....	0,19	0,19	0,19
	Menit	0,20	0,19	0,21	.....	0,21	0,20	
Total							2,20	

Hasil perhitungan stopwatch menunjukkan bahwa waktu proses operator ketika melakukan proses kabinet *treble* B3 dengan pengangkatan manual adalah 2,20 menit atau 131,85 detik. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5.

Tabel 4.36 Perhitungan *stopwatch* Kabinet *Treble* B1/B2 (Manual Handlift)

Elemen Kerja		Pengamatan						Rata-rata
		1	2	3	.....	9	10	
Mengangkat kabinet	Detik	5,73	5,59	5,26	.....	4,87	4,87	0,09
	Menit	0,10	0,09	0,09	.....	0,08	0,08	
Menggambar	Detik	18,29	20,26	19,80	.....	18,35	18,35	0,32
	Menit	0,30	0,34	0,33	.....	0,31	0,31	

Elemen Kerja		Pengamatan						Rata-rata
		1	2	3	.....	9	10	
Potong Treble	Detik	94,32	92,21	104,08	.....	98,51	98,51	1,61
	Menit	1,57	1,54	1,73	.....	1,64	1,64	
Simpan treble	Detik	12,10	11,45	12,60	.....	12,27	12,27	0,19
	Menit	0,20	0,19	0,21	.....	0,20	0,20	
		Total						2,22

Hasil perhitungan stopwatch menunjukkan bahwa waktu proses operator ketika melakukan proses kabinet *treble* B1/B2 dengan pengangkatan *manual handlift* adalah 2,22 menit atau 133,07 detik. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5.

Tabel 4.37 Perhitungan stopwatch Kabinet Treble B3 (*Manual Handlift*)

Elemen Kerja		Pengamatan						Rata-rata
		1	2	3	.....	9	10	
Mengangkat kabinet	Detik	5,73	5,59	5,26	.....	5,41	4,87	0,09
	Menit	0,10	0,09	0,09	.....	0,09	0,08	
Menggambar	Detik	22,31	20,54	21,08	.....	22,05	21,06	0,36
	Menit	0,37	0,34	0,35	.....	0,37	0,35	
Potong Treble	Detik	79,43	84,56	87,57	.....	88,80	95,57	1,46
	Menit	1,32	1,41	1,46	.....	1,48	1,59	
Simpan treble	Detik	12,10	11,45	12,60	.....	12,34	12,27	0,19
	Menit	0,20	0,19	0,21	.....	0,21	0,20	
		Total						2,10

Hasil perhitungan stopwatch menunjukkan bahwa waktu proses operator ketika melakukan proses kabinet *treble* B3 dengan pengangkatan *manual handlift* adalah 2,10 menit atau 126,10 detik. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5.

4.2.6. Perhitungan Produktivitas

Perhitungan produktivitas dilakukan terhadap operator mesin *Double Sizer* dan operator mesin *Ban Saw*. Perhitungan produktivitas dilakukan berdasarkan perhitungan produktivitas yang digunakan oleh PT. Yamaha Indonesia. Secara umum rumus perhitungan produktivitas adalah sebagai berikut :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

Output merupakan jumlah kabinet yang dihasilkan dan input merupakan jumlah jam kerja dalam satu hari kerja yaitu 8 jam. Namun dalam perhitungan yang digunakan oleh PT. Yamaha Indonesia untuk menghitung output yang dihasilkan terlebih dahulu dilakukan perhitungan Total Jam Kerja berikut :

$$\text{Total Jam Kerja} = \sum(\text{ST kabinet per model} \times \text{Output Awal})$$

Setelah didapatkan Total Jam Kerja barulah didapatkan nilai Output dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Output} = \frac{\text{Total Jam Kerja}}{\sum \text{ST per model}}$$

Setelah didapatkan output maka selanjutnya dapat dihitung produktivitas dari operator mesin *Double Sizer* dan operator mesin *Ban Saw*.

a. Perhitungan Produktivitas Operator Mesin *Double Sizer*

Dalam perhitungan produktivitas operator mesin *Double Sizer* data output yang digunakan adalah data bulan September dan Oktober tahun 2015 karena pada bulan September operator masih melakukan pekerjaan pengangkatan secara manual dan pada bulan Oktober sudah menggunakan alat *automatic handlift* sehingga akan bisa dilihat perbedaannya.

Tabel 4.38 Perhitungan Produktivitas Operator Mesin *Double Sizer* Bulan September

Tanggal	Model	ST (menit)	Output Awal	Total Jam Kerja (Menit)	Output (Unit)	Produktivitas
1	B1	0,35	42	38,82	24	3,47
	B2	0,35	36			
	B3	0,35	21			
	U1J	0,35	12			
2	B1	0,35	0	13,99	10	1,25
	B2	0,35	0			
	B3	0,35	25			
	U1J	0,35	15			
.....
30	B1	0,35	40	30,43	22	2,72
	B2	0,35	15			
	B3	0,35	20			
	U1J	0,35	12			
Rata-rata						3,06

Berdasarkan pada tabel 4.38 hasil perhitungan produktivitas pada bulan September 2015 didapatkan produktivitas operator mesin *Double Sizer* sebesar 3,06. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6.

Tabel 4.39 Perhitungan Produktivitas Operator Mesin *Double Sizer* Bulan Oktober

Tanggal	Model	ST (menit)	Output Awal	Total Jam Kerja (Menit)	Output (Unit)	Produktivitas
1	B1	0,26	45	29,86	29	3,59
	B2	0,26	40			
	B3	0,26	15			
	U1J	0,26	15			
2	B1	0,26	45	27,26	26	3,28
	B2	0,26	32			
	B3	0,26	18			
	U1J	0,26	10			
.....
30	B1	0,26	40	29,34	28	3,53
	B2	0,26	40			
	B3	0,26	18			
	U1J	0,26	15			
Rata-rata						3,32

Tabel 4.39 menunjukkan hasil perhitungan produktivitas pada bulan Oktober 2015 didapatkan produktivitas operator mesin *Double Sizer* sebesar 3,32. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan produktivitas operator mesin *Double Sizer* sebesar 9% ketika sebelumnya pekerjaan pengangkatan dilakukan secara manual yang kemudian dilakukan menggunakan alat *automatic handlift*. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6.

b. Perhitungan Produktivitas Operator Mesin *Ban Saw*

Dalam perhitungan produktivitas operator mesin *Ban Saw* data output yang digunakan adalah data bulan September dan Oktober 2016 karena pada bulan September operator masih melakukan pekerjaan pengangkatan secara manual dan pada bulan Oktober sudah menggunakan alat *manual handlift* sehingga dapat bisa dilihat perbedaannya. Hasil perhitungan produktivitas dapat dilihat pada tabel 4.40 dan tabel 4.41.

Tabel 4.40 Perhitungan Produktivitas Operator Mesin *Ban Saw* Bulan September

Tanggal	Model	ST	Ouput Awal	Total Jam Kerja (Menit)	Ouput (Unit)	Produktivitas
1	B1	2,31	43,00	215,95	32	9,86
	B2	2,31	19,00			
	B3	2,20	33			
2	B1	2,31	37	114,40	17	5,22
	B2	2,31	2			
	B3	2,20	11			
.....
29	B1	2,31	49	168,30	24,66	7,68
	B2	2,31	19			
	B3	2,20	5			
Rata-rata						8,79

Berdasarkan hasil perhitungan produktivitas pada bulan September 2016 didapatkan produktivitas operator mesin *Ban Saw* sebesar 8,79. Yang perlu diperhatikan adalah input jam kerja untuk operator mesin *Ban Saw* bukan 8 jam karena operator tersebut juga mengerjakan pekerjaan di mesin lain yang tidak melibatkan aktivitas *manual*

material handling. Sehingga untuk input jam kerjanya adalah 3,40 jam yang merupakan rata-rata jam kerja operator mengerjakan kabinet *treble* di mesin *Ban Saw* selama bulan September 2016. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampira 6.

Tabel 4.41 Perhitungan Produktivitas Operator Mesin *Ban Saw* Bulan Oktober

Tanggal	Model	ST	Ouput Awal	Total Jam Kerja (Menit)	Ouput (Unit)	Produktivitas
3	B1	2,22	28	120,47	18	5,74
	B2	2,22	14			
	B3	2,10	13			
4	B1	2,22	56	207,31	32	9,88
	B2	2,22	28			
	B3	2,10	10			
.....
31	B1	2,22	44	175,91	27	8,38
	B2	2,22	23			
	B3	2,10	13			
Rata-rata						9,18

Berdasarkan hasil perhitungan produktivitas pada bulan Oktober 2016 didapatkan produktivitas operator mesin *Ban Saw* sebesar 9,18. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan produktivitas operator mesin *Ban Saw* sebesar 4% ketika sebelumnya pekerjaan pengangkatan dilakukan secara manual yang kemudian dilakukan menggunakan alat *manual handlift*. Yang perlu diperhatikan adalah input jam kerja untuk operator mesin *Ban Saw* bukan 8 jam karena operator tersebut juga mengerjakan pekerjaan di mesin lain yang tidak melibatkan aktivitas *manual material handling*. Sehingga untuk input jam kerjanya adalah 3,03 jam yang merupakan rata-rata jam kerja operator mengerjakan kabinet *treble* di mesin *Ban Saw* selama bulan Oktober 2016. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6.