

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Pengumpulan Data**

Pada bab ini dilakukan pengumpulan dan pengolahan data di bagian *leveling damper*. Adapun data yang dikumpulkan adalah data produksi di *leveling damper*, seperti waktu siklus, aliran proses produksinya, data *waste*, antropometri, dan postur kerja. Untuk pengolahan data dilakukan menggunakan alat dan bahan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

##### **4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan**

PT. Yamaha Indonesia merupakan perusahaan yang terkemuka yang bergerak di bidang produksi piano. Perusahaan ini berasal dari Jepang dan didirikan pertama kali pada tanggal 27 Juni 1974 yang merupakan hasil kerja sama antara Yamaha Organ Works dari Jepang yang didirikan oleh Mr. Torakusu dengan seorang pengusaha asal Indonesia. Sejak bulan Oktober 1998, PT. Yamaha Indonesia hanya memfokuskan sebagai produsen piano saja.

PT. Yamaha Indonesia ini berdiri di area seluas 17.305m<sup>2</sup>, berlokasi di Kawasan Industri Pulogadung, Jakarta Timur. Dari sekian banyak prestasi yang telah diraih oleh PT. Yamaha menunjukkan bahwa PT. Yamaha Indonesia dapat memperoleh penghargaan ISO 9001 dan ISO 14001 yang membuktikan perhatian PT. Yamaha Indonesia yang besar terhadap kualitas sistem produksi terbaik yang sejalan dengan keamanan lingkungan

Sebagai perusahaan yang berfokus pada hal untuk mendukung kegiatan produksi PT. Yamaha Indonesia mengadakan beberapa aktivitas yang dilakukan dan berhubungan dengan pengembangan kualitas, waktu distribusi, biaya, dan keamanan lingkungan seperti Do Re Mi

Fa (lingkaran kualitas kontrol). Selain itu perusahaan juga menyediakan fasilitas Sekolah Tinggi Yamaha Indonesia (STYI), olahraga, dan kursus bahasa asing. Dimana seluruh aktivitas tersebut tidak hanya untuk mendukung pelestarian namun, juga untuk meningkatkan kemampuan dan pengetahuan karyawan.

#### 4.1.1.1 Visi dan Misi Perusahaan

Visi adalah sebuah hal yang mendefinisikan dimana keinginan sebuah organisasi atau perusahaan dimasa yang akan datang dan bertujuan untuk membuat organisasi lebih terarah dan maju. Sedangkan misi mendefinisikan mengapa organisasi tersebut ada, dan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan dalam visi sebuah organisasi maka harus dilakukannya beberapa aktivitas yang mendukung agar tercapainya tujuan tersebut. Berikut ini merupakan visi dan misi yang dimiliki oleh PT. Yamaha Indonesia:

##### A. Visi

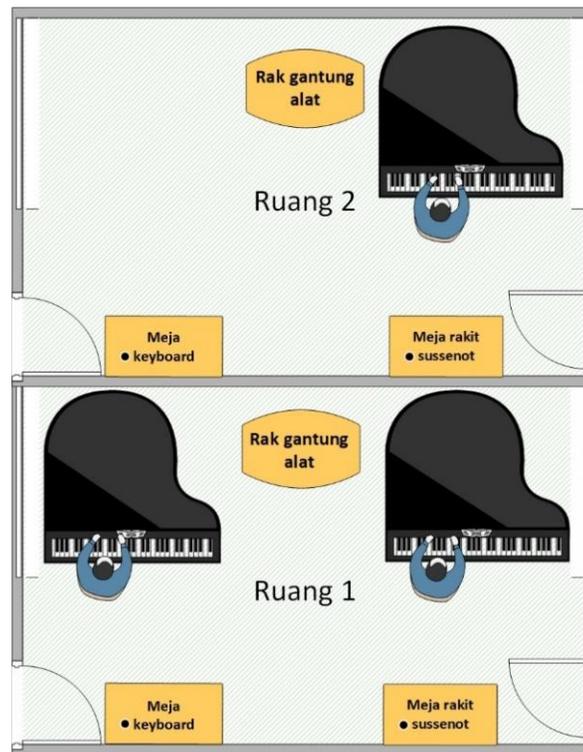
“Berbakti kepada negara melalui industri, dalam rangka berpartisipasi mensukseskan pelaksanaan pembangunan negara bagi terciptanya masyarakat adil dan makmur.”

##### B. Misi

- 1) Peningkatan skala produksi Yamaha Indonesia.
- 2) Merencanakan peningkatan penjualan dengan target pasaran baru.
- 3) Antisipasi terhadap mutu.
- 4) Antisipasi terhadap lingkungan.
- 5) Pendidikan untuk pembimbing.

#### 4.1.2 *Layout* Produksi

*Layout* produksi disini bertujuan untuk menggambarkan keadaan tempat kerja pada *leveling damper*. Berikut dibawah ini merupakan gambar *layout* produksi dibagian *leveling damper*:



Gambar 4. 1 Layout Produksi Leveling Damper

Dapat dilihat bahwa pada *layout* produksi *leveling damper* terdapat 2 ruangan yang hanya dapat diisi oleh 3 orang, kemudian terdapat 4 meja dan 2 rak gantung. Kecilnya luas ruangan yang dimiliki oleh *leveling damper* berpengaruh pada proses *adjust speed* dan *adjust damper stop rail* yang mengharuskan operator untuk memindahkan *keyboard* ke piano dengan jarak yang minim ruangan sempit hal tersebut menjadikan *waste transportation* dikarenakan sulitnya pergerakan operator untuk memindahkan *keyboard* berulang kali dengan ruangan yang sempit.

#### 4.1.3 Data Subjek Penelitian

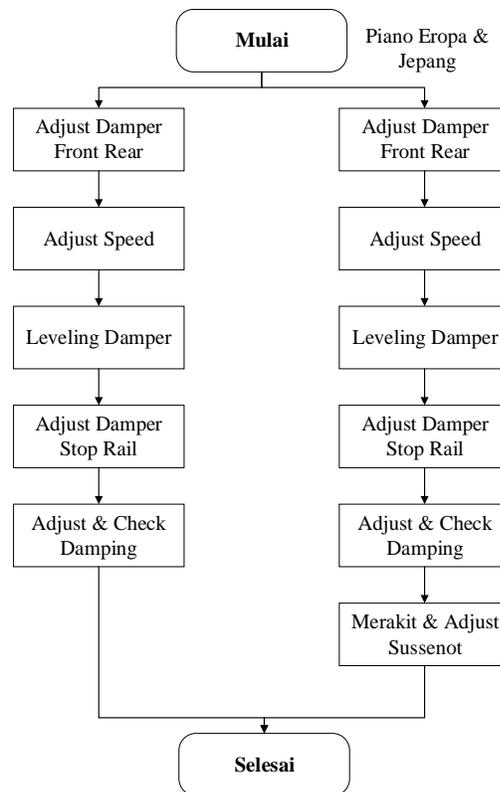
Dalam penelitian ini data subjek penelitian merupakan data 3 orang operator pada *leveling damper* yang dibagi menjadi beberapa kriteria seperti jenis kelamin, umur, dan tinggi operator. Dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut merupakan tabel data subjek penelitian ini:

Tabel 4. 1 Data Individu Operator

No	Nama	Jenis Kelamin	Umur	Tinggi Badan	Berat Badan	Bagian
1	Febi H	Laki-laki	30 th	158 cm	68 kg	<i>Leveling damper</i>
2	Agus T.	Laki-laki	20 th	156 cm	83 kg	<i>Leveling damper</i>
3	Irwan Winata	Laki-laki	35 th	159 cm	58 kg	<i>Leveling damper</i>

#### 4.1.4 Proses Produksi

Proses produksi pada *leveling damper* terdapat beberapa proses untuk menyelesaikan piano seperti halnya proses produksi di bagian lainnya. Adapun proses utama yang terdapat pada bagian *leveling damper* adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 2 Alur Produksi Leveling Damper

Proses produksi yang ada pada *leveling damper* merupakan proses *finishing* untuk mengatur gerakan *damper* piano agar dapat menghasilkan suara piano yang berkualitas. Proses akan dimulai dari proses *adjust damper front rear* yang merupakan proses untuk mengatur agar ketika *damper block* diangkat menggunakan tangan maka seluruh *damper felt* antara *front* dan *rear* harus menjauh atau naik dari *string*. Kemudian setelah itu terdapat proses *adjust speed* yang merupakan proses untuk menyetting ukuran kecepatan standar *damper* sebesar 23 - 25 mm agar kecepatan *hammer* sesuai saat ditekan ke *damper* nya. Lalu proses selanjutnya adalah *leveling damper* itu sendiri yaitu mengecek keseluruhan tinggi *damper*, dengan menginjak Pedal R berulang-ulang kali agar terlihat pergerakan *damper assy*, dan ketika naik harus tegak lurus terhadap *string*. Kemudian proses selanjutnya adalah *adjust damper stop rail* yang merupakan proses mengatur agar ketika *black key* ditekan *damper assy* harus bergerak menjauh dari *string* dan harus bergeser 0,5 - 1 mm. Lalu proses terakhir adalah *adjust & check damping* yang bertujuan untuk memeriksa bahwa sudah tidak ada suara *damping* ketika *key* ditekan, suara piano yang teredam dengan baik, *screw* tidak *loose*, lem *threebond* tidak berlebihan, dan pergerakan *damper* merata. Kemudian proses terakhir khusus untuk piano jenis Eropa dan Jepang terdapat proses *adjust sostenuto* yang merupakan proses penambahan aksesoris khusus piano Eropa dan Jepang yang dinamakan *sostenito*.

#### 1.1.4.1 Gambar *Parts* Piano di *Leveling Damper*

*Leveling damper* merupakan stasiun kerja yang melakukan proses *finishing* dimana banyak terjadi aktivitas pengencangan dan pengenduran *screw*, pemasangan dan pelepasan *damper*, penambahan aksesoris tertentu, dan sebagainya. Berikut gambar dibawah ini merupakan *parts* yang dikerjakan pada bagian *leveling damper*:



Gambar 4. 3 *Damper Assy*



Gambar 4. 4 *Screw Damper Assy*



Gambar 4. 5 *Damper dan String*



Gambar 4. 6 Pedal Piano



Gambar 4. 7 Sostenuto

#### 4.1.5 Data Waste

Data *waste* disini didapatkan berdasarkan diskusi menggunakan pendekatan 5W+1H terhadap *foreman*, kepala kelompok, dan operator *leveling damper*. Adapun untuk tabel hasil identifikasi *waste* terlampir pada lampiran 1.

#### 4.1.6 Data Worksampling

Dalam penelitian ini dilakukan pengumpulan data *worksampling* setiap 5 menit sekali selama 2 hari untuk mengidentifikasi seberapa besar aktivitas *value added*, *necessary non value*

*added*, dan *non value added* pada proses kerja di *leveling damper*, sehingga nantinya dari hasil *worksampling* tersebut didapatkan persentase akhir tentang aktivitas *value added* dan *non value added* untuk mengidentifikasi *Margin* kerja yang dimiliki oleh *leveling damper* yang juga digunakan untuk menghitung *line balance*. Adapun berikut tabel dibawah ini merupakan hasil *worksampling* yang telah dilakukan:

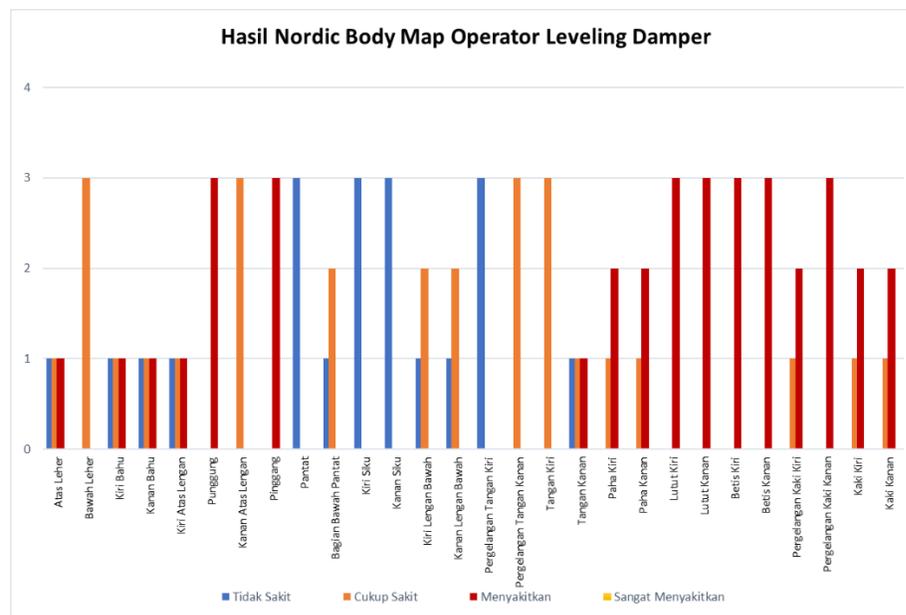
Tabel 4. 2 Hasil *Worksampling*

<b>Klasifikasi</b>	<b>Elemen Kerja</b>	<b>Aktivitas</b>
Pekerjaan Utama	Adjust damper front rear	VA
	Adjust hasiri damper	VA
	Adjust speed	VA
	Mengencangkan screw damper	VA
	Leveling damper	VA
	Adjust damper stop rail	VA
	Adjust pedal	VA
	Adjust & check damping	VA
	Merakit & adjust sostenuto	VA
<i>Margin</i> kerja	Membersihkan piano	NNVA
	Merakit sostenuto	NNVA
	Ambil jig sostenuto	NNVA
<i>Margin</i> lapangan	Dorong piano	NNVA
	Mengambil keyboard	NNVA
	Menulis hasil	NNVA
	Isi check list	NNVA
	Dipanggil pimpinan / final check	NNVA
	Isi Botol Lem	NNVA
	5S	NNVA
Lain-lain	Toilet	NVA
	Minum	NVA
	Mengobrol	NVA

Klasifikasi	Elemen Kerja	Aktivitas
	Menggunakan HP	NVA

#### 4.1.7 Data Nordic Body Map

Data *nordic body map* didapatkan dari operator yang melakukan proses kerja pada bagian *leveling damper* dengan kondisi kerja yang kemungkinan dapat menyebabkan cedera pada bagian tubuh atas hingga bawah karena terdapatnya postur janggal dan gerakan janggal berulang. Oleh karena itu dibuatlah rekapitulasi hasil kuesioner yang telah diisi secara subjektif oleh operator, hal tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi keluhan-keluhan yang dialami oleh operator pada 28 titik bagian tubuh mereka saat bekerja.



Gambar 4. 8 Hasil NBM Operator *Leveling Damper*

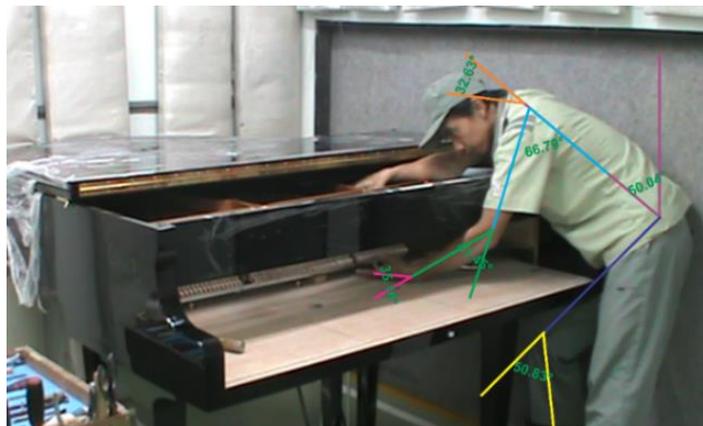
#### 4.1.8 Data REBA

Pada penelitian ini data REBA diperoleh dengan mengambil video dan foto menggunakan *handy cam* saat operator sedang melakukan proses kerja. Dan untuk pemilihan postur yang akan dihitung hingga dapat skor akhir REBA nantinya akan dipilih postur tubuh yang paling

sering terjadi saat melakukan proses kerja utama di *leveling damper*. Adapun dibawah ini merupakan gambar postur dan hasil penentuan sudut dari postur kerja yang telah diambil:

#### A. *Adjust Damper Front Rear*

Proses *adjust damper front rear* merupakan proses untuk mengatur agar ketika *damper block* diangkat menggunakan tangan maka seluruh *damper felt* antara *front* dan *rear* harus menjauh atau naik dari *string* secara bersamaan, kemudian periksa damper secara satu persatu kembali. Adapun postur yang paling dominan pada proses ini adalah seperti gambar berikut:



Gambar 4. 9 Postur Kerja *Adjust Damper F/R*

#### B. *Adjust Speed*

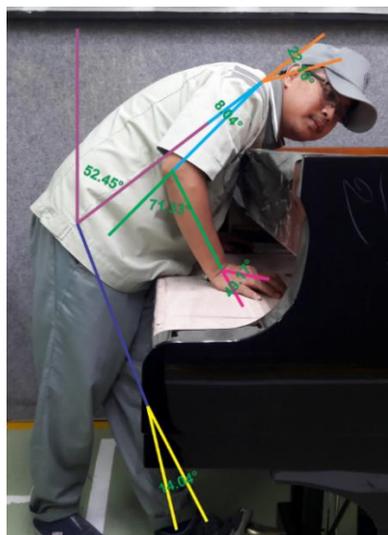
Proses *adjust speed* merupakan proses untuk menyetting ukuran kecepatan standar *damper* sebesar 23 - 25 mm dimana *output* dari proses ini adalah kecepatan *hammer* sesuai saat ditekan ke *damper* nya. Adapun postur yang paling dominan pada proses ini adalah seperti gambar berikut:



Gambar 4. 10 Postur Kerja *Adjust Speed*

### C. *Leveling Damper*

Proses *leveling damper* merupakan proses utama dari stasiun kerja ini, yaitu proses untuk mengecek keseluruhan tinggi *damper*, dengan menginjak Pedal R berulang-ulang kali agar terlihat pergerakan *damper assy*, dan ketika naik harus tegak lurus terhadap *string*. Adapun postur yang paling dominan pada proses ini adalah seperti gambar berikut:



Gambar 4. 11 Postur Kerja *Leveling Damper*

#### D. *Adjust Damper Stop Rail*

Proses *adjust damper stop rail* merupakan proses setelah dilakukannya proses *leveling damper soange*, dalam proses *stop rail* ini bertujuan untuk mengatur agar ketika *black key* ditekan *damper assy* harus bergerak menjauh dari *string* dan harus bergeser 0,5 - 1 mm. Adapun postur yang paling dominan pada proses ini adalah seperti gambar berikut:



Gambar 4. 12 Postur Kerja *Adjust Damper Stop Rail*

#### E. *Adjust and Check Damping*

Proses *adjust & check damping* merupakan proses yang bertujuan untuk mengatur kekuatan pedal, mengecek apakah suara dari piano itu dapat teredam dengan baik dan tidak *dumping* dimana *output* dari proses ini adalah kesesuaian jarak antara *rail* dengan posisi bawah *hammer*, menghasilkan suara piano yang teredam dengan baik, *screw* tidak *loose*, lem *threebond* tidak berlebihan, dan pergerakan *damper* merata. Adapun postur yang paling dominan pada proses ini adalah seperti gambar berikut:



Gambar 4. 13 Postur Kerja *Adjust & Check Damping*

#### F. Merakit & *Adjust* Sostenuto

Proses merakit & *adjust* Sostenuto merupakan proses yang hanya terdapat untuk jenis piano JZ dan EZ, yaitu piano Jepang dan Eropa. Pada proses ini postur yang sering dilakukan oleh operator sama seperti postur saat melakukan proses *adjust damper stop rail* dikarenakan pada proses ini terdapat pengeboran dan pemasangan *screw* Sostenuto pada bagian *damper* piano. Adapun postur yang paling dominan pada proses ini adalah seperti gambar berikut:



Gambar 4. 14 Postur Kerja Merakit & *Adjust* Sostenuto

#### 4.1.9 Data Waktu Siklus

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data waktu siklus pada setiap proses di *leveling damper* yang didapatkan berdasarkan dari perhitungan waktu kerja secara langsung menggunakan *handy cam* dan *stopwatch*. Pengambilan waktu siklus pada tahap awal operator masih melakukan postur kerja yang biasa tanpa ada usulan postur. Adapun tabel 4.3 dibawah ini merupakan data waktu siklus yang telah diambil:

Tabel 4. 3 Waktu Siklus *Leveling Damper (Before)*

No.	Proses	Rata-rata Waktu Siklus (menit)
1	<i>Adjust Damper Front Rear</i>	26.86
2	<i>Adjust Speed</i>	2.62
3	<i>Leveling Damper</i>	13.13
4	<i>Adjust Damper Stop Rail</i>	2.85
5	<i>Adjust &amp; Check Damping</i>	2.25
6	<i>Merakit &amp; Adjust Sostenuto</i>	13.82
<b>TOTAL</b>		61.53

Berdasarkan hasil perhitungan waktu siklus sebelum adanya usulan perubahan postur didapat rata-rata waktu siklus untuk proses *adjust damper front rear* sebesar 26,86 menit, *adjust speed* sebesar 2,62 menit, *leveling damper* sebesar 13,13 menit, *adjust damper stop rail* sebesar 2,85 menit, *adjust & check damping* sebesar 2,25 menit, dan *merakit & adjust sostenuto* sebesar 13,82 menit. Sehingga didapat total rata-rata waktu proses sebesar 61,53 menit untuk mengerjakan satu unit piano.

Kemudian dilakukan proses pengambilan waktu siklus setelah adanya usulan perubahan postur pada tiap proses utama yang ada di *leveling damper*. Adapun tabel 4.4 dibawah ini merupakan data waktu siklus yang telah diambil:

Tabel 4. 4 Waktu Siklus *Leveling Damper (After)*

No.	Proses	Rata-rata Waktu Siklus (menit)
1	<i>Adjust Damper Front Rear</i>	28.70
2	<i>Adjust Speed</i>	1.70
3	<i>Leveling Damper</i>	16.49
4	<i>Adjust Damper Stop Rail</i>	2.04
5	<i>Adjust &amp; Check Damping</i>	2.19
6	Merakit & <i>Adjust Sostenuto</i>	12.66
	<b>TOTAL</b>	63.77

Berdasarkan hasil perhitungan waktu siklus setelah adanya usulan perubahan postur didapat rata-rata waktu siklus untuk proses *adjust damper front rear* sebesar 28,70 menit, *adjust speed* sebesar 1,70 menit, *leveling damper* sebesar 16,49 menit, *adjust damper stop rail* sebesar 2,04 menit, *adjust & check damping* sebesar 2,19 menit, dan merakit & *adjust sostenuto* sebesar 12,66 menit. Sehingga didapat total rata-rata waktu proses sebesar 63,77 menit untuk mengerjakan satu unit piano.

Pada beberapa proses setelah diberikan perbaikan postur ada waktu siklus yang lebih lambat dan lebih cepat. Proses yang memiliki waktu siklus lebih lama setelah adanya perubahan yaitu *adjust damper front rear* dimana sebelumnya memiliki waktu 26,86 menit menjadi 28,70 menit, dan *leveling damper* dimana sebelumnya memiliki waktu 13,13 menit menjadi 16,49 menit. Hal tersebut dikarenakan postur yang nyaman dan dirasa lebih cepat mengerjakan proses tersebut bagi operator adalah postur sebelum adanya perubahan.

#### 4.1.10 Data Antropometri

Data antropometri dikumpulkan sebagai dasar untuk usulan perbaikan sistem kerja di *leveling damper* berdasarkan dimensi tubuh operator bagian tersebut, dikarenakan pada *leveling damper* populasi hanya berjumlah 3 orang maka dalam penelitian ini guna mencukupi data sampel sebagaimana dalam (Sekaran, 2006) yang memberikan acuan umum untuk menentukan ukuran sampel yang baik adalah sebanyak 30. Oleh karena itu diambil 27

data lainnya dari bank data antropometri sebagai jumlah minimal untuk perhitungan antropometri. Adapun pada tabel 4.5 merupakan data antropometri yang telah dikumpulkan:

Tabel 4. 5 Data Antropometri

No	Nama	LB	LBA	LP	TB	TPT	PLA	TBD
1	Febi H.	52	40	35	26	24	36	49
2	Agus T.	61	42	38	26	30	39	50
3	Irwan W.	50	42	38	20	15	38	58
..	Bank Data	58	39	35	23	35	42	58
30	Bank Data	56	38	34	23	35	39	59

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Waste

Setelah *waste* diidentifikasi menggunakan pendekatan 5W+1H maka *waste* yang ada akan dikelompokkan kedalam kategori 8 *waste* dalam *lean manufacturing* dan *waste of ergo*. Adapun tabel 4.6 dibawah ini merupakan hasil dari pengelompokan *waste*:

Tabel 4. 6 Kategori *Waste*

No	Aktivitas Produksi	Pemborosan	Jenis <i>Waste</i>	<i>Waste of Ergo</i>
1	<i>Adjust damper front rear</i> dengan postur leher dan punggung bungkuk, satu kaki <i>flexion</i>	<i>Awkward posture</i>	<i>Motion</i>	Ya
2	<i>Adjust speed</i> dengan postur badan terlalu jauh sehingga punggung membungkuk berlebihan	<i>Awkward posture</i>	<i>Motion</i>	Ya

No	Aktivitas Produksi	Pemborosan	Jenis Waste	Waste of Ergo
3	<i>Leveling damper</i> dengan postur leher dan punggung bungkuk, serta beban kaki tidak tersebar merata karena postur kaki dengan posisi miring menginjak pedal	<i>Awkward posture</i>	<i>Motion</i>	Ya
4	<i>Leveling damper</i> saat proses menginjak pedal R berulang kali	Injak pedal manual	<i>Over process</i>	Tidak
5	<i>Adjust damper stop rail &amp; sostenuto</i> dengan postur leher bungkuk dan beban kaki tidak tersebar merata karena postur kaki yang jongkok	<i>Awkward posture</i>	<i>Motion</i>	Ya
6	<i>Adjust and check damping</i> dengan postur leher yang bungkuk	<i>Awkward posture</i>	<i>Motion</i>	Ya
7	<i>Adjust speed &amp; stop rail &amp; check damping</i> saat proses pengangkatan keyboard berulang kali tanpa alat bantu	<i>Handling manual</i>	<i>Transportation</i>	Ya
8	Pengangkatan keyboard manual	Potensi tertimpa	<i>Hazard</i>	Ya
9	Proses yang memiliki skor REBA tinggi	Potensi cedera	<i>Hazard</i>	Ya

Berdasarkan hasil identifikasi *waste* diatas dapat dilihat bahwa banyak ditemukan beberapa *waste*, dimana *waste* paling banyak ditemukan adalah *waste motion*, maka dari itu dalam penelitian ini dibuat batasan yang hanya akan berfokus pada *waste motion*.

### 4.2.2 *Worksampling*

Pengolahan data *worksampling* dilakukan untuk mengidentifikasi berapa persentase aktivitas *value added* (VA), *non value added* (NVA), dan *necessary non value added* (NNVA) pada proses *leveling damper*. Data yang telah didapat pada pengumpulan data *worksampling* kemudian dihitung rata-rata nya hingga menghasilkan persentase seperti tabel 4.7 dibawah ini:

Tabel 4. 7 Rasio Pekerjaan Hasil *Worksampling*

<b>Klasifikasi</b>	<b>Aktivitas</b>	<b>Total Rasio</b>
Pekerjaan Utama	VA	81%
<i>Margin</i> kerja	NNVA	5%
<i>Margin</i> lapangan	NNVA	13%
Lain-lain	NVA	1%

Berdasarkan hasil pengolahan data *worksampling* dapat dilihat pada tabel diatas bahwa rasio pekerjaan utama pada bagian *leveling damper* yaitu sebesar 81%, *Margin* kerja 5%, *Margin* lapangan 13%, dan lain-lain 1% , sehingga didapatkan bahwa total *Margin* yang dimiliki sebesar 19%. Hal tersebut menandakan bahwa *Margin* kerja yang dimiliki oleh bagian kerja *leveling damper* sudah ada pada kategori baik yaitu <20% menurut PT. Yamaha Indonesia.

### 4.2.3 *Nordic Body Map*

Hasil dari kuesioner NBM akan diolah untuk mengidentifikasi titik tubuh operator yang paling sering mengalami rasa sakit saat bekerja. Adapun hasil rekapitulasi NBM dari 3 operator *leveling damper* dapat dilihat seperti tabel 4.8 dibawah ini:

Tabel 4. 8 Hasil Rekapitulasi NBM

<b>Bagian Tubuh</b>	<b>Tidak Sakit</b>	<b>Cukup Sakit</b>	<b>Menyakitkan</b>	<b>Sangat Menyakitkan</b>
Atas Leher	1	1	1	0
Bawah Leher	0	3	0	0
Kiri Bahu	1	1	1	0
Kanan Bahu	1	1	1	0
Kiri Atas Lengan	1	1	1	0
Punggung	0	0	3	0
Kanan Atas Lengan	0	3	0	0
Pinggang	0	0	3	0
Pantat	3	0	0	0
Bagian Bawah Pantat	1	2	0	0
Kiri Siku	3	0	0	0
Kanan Siku	3	0	0	0
Kiri Lengan Bawah	1	2	0	0
Kanan Lengan Bawah	1	2	0	0
Pergelangan Tangan Kiri	3	0	0	0
Pergelangan Tangan Kanan	0	3	0	0
Tangan Kiri	0	3	0	0
Tangan Kanan	1	1	1	0
Paha Kiri	0	1	2	0
Paha Kanan	0	1	2	0
Lutut Kiri	0	0	3	0
Lutut Kanan	0	0	3	0
Betis Kiri	0	0	3	0
Betis Kanan	0	0	3	0
Pergelangan Kaki Kiri	0	1	2	0
Pergelangan Kaki Kanan	0	0	3	0
Kaki Kiri	0	1	2	0

<b>Bagian Tubuh</b>	<b>Tidak Sakit</b>	<b>Cukup Sakit</b>	<b>Menyakitkan</b>	<b>Sangat Menyakitkan</b>
Kaki Kanan	0	1	2	0

Berdasarkan tabel diatas, pada kategori cukup sakit didapat bahwa ketiga operator merasakan titik cukup sakit pada bagian bawah leher, kanan atas lengan, pergelangan tangan kanan, dan tangan kiri. Kemudian pada kategori menyakitkan juga terdapat titik sakit yang dirasakan yaitu pada bagian punggung, pinggang, kedua lutut, kedua betis, dan yang terakhir pergelangan kaki kanan.

#### 4.2.4 REBA

Perhitungan REBA pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat bantu berupa *software* untuk menghitung skor REBA yaitu menggunakan aplikasi *ergofellow*. Perhitungan akan dimulai dengan mengidentifikasi pekerjaan yang dilakukan pada proses *leveling damper*, kemudian dari hasil identifikasi pekerjaan didapat postur kerja yang dominan sehingga selanjutnya adalah tahapan menentukan sudut menggunakan *software* CorelDraw, dan terakhir melakukan perhitungan skor menggunakan bantuan *software* *ergofellow*.

##### 4.2.4.1 Perhitungan Skor REBA *Adjust Damper* F/R

Data awal yang dibutuhkan untuk perhitungan skor REBA yaitu kumpulan deskripsi gerakan dan perhitungan sudut dari segmen tubuh operator saat melakukan aktivitas kerja. Segmen tubuh dalam metode REBA dikelompokkan menjadi bagian A dan bagian B, untuk tubuh bagian A yaitu leher, punggung, dan kaki. Kemudian tubuh bagian B adalah lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan.

Tabel 4. 9 Segmen Tubuh A Proses *Adjust Damper* F/R

<b>Segmen Tubuh</b>	<b>Deskripsi Gerakan</b>	<b>Sudut</b>
<b>Leher</b>	<i>Flexion</i>	32.63°

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
<b>Punggung</b>	<i>Flexion</i>	50.04°
<b>Kaki</b>	Kaki tertopang, lutut <i>flexion</i>	50.83°

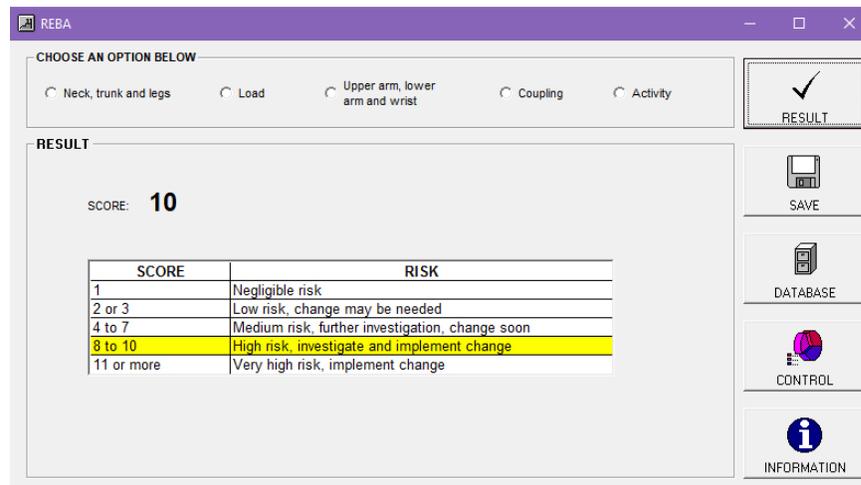
Tabel 4. 10 Segmen Tubuh A Proses *Adjust Damper* F/R

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
<b>Pergelangan Tangan</b>	<i>Extension</i>	35.16°
<b>Lengan Atas</b>	<i>Flexion</i>	66.79°
<b>Lengan Bawah</b>	<i>Flexion</i>	41.45°

Selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan *software* ergofellow. Tahap pertama adalah memasukkan gerakan-gerakan segmen tubu yang telah diidentifikasi kedalam kategori yang ada pada ergofellow. Selain data segmen gerakan, dilakukan juga identifikasi berat beban yang diangkat apabila ada beban yang diangkat. Pada proses ini tidak terdapat aktivitas pengangkatan berat beban yang dilakukan.

Tahap selanjutnya yaitu menentukan kategori *coupling* (genggaman) operator saat melakukan aktivitas. Untuk kategori *coupling* yang tersedia pada ergofellow ada 4 jenis yaitu *good*, *fair*, *poor*, dan *unacceptable*. Pada proses ini *coupling* diberi kategori *fair* dikarenakan pegangan tangan bisa diterima tetapi kurang ideal.

Tahap selanjutnya yaitu menentukan *activity score* dengan melihat keadaan postur kerja apakah postur tersebut dilakukan secara statis, berulang-ulang, atau dilakukan secara berulang-ulang dan acak. Pada proses ini *activity score* diberi kategori kedua dikarenakan terdapat pengulangan gerakan dalam rentang waktu singkat, diulang lebih dari 4 kali per menit. Kemudian saat semua tahap telah dilakukan maka akan muncul hasil akhir skor REBA untuk proses ini.



Gambar 4. 15 Skor Akhir REBA Proses *Adjust Damper F/R*

#### 4.2.4.2 Perhitungan Skor REBA *Adjust Speed*

Data awal yang dibutuhkan untuk perhitungan skor REBA yaitu kumpulan deskripsi gerakan dan perhitungan sudut dari segmen tubuh operator saat melakukan aktivitas kerja. Segmen tubuh dalam metode REBA dikelompokkan menjadi bagian A dan bagian B, untuk tubuh bagian A yaitu leher, punggung, dan kaki. Kemudian tubuh bagian B adalah lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan.

Tabel 4. 11 Segmen Tubuh A Proses *Adjust Speed*

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
<b>Leher</b>	<i>Flexion</i>	17.70°
<b>Punggung</b>	<i>Flexion</i>	48.01°
<b>Kaki</b>	Kaki tertopang, bobot tersebar merata	14.51°

Tabel 4. 12 Segmen Tubuh B Proses *Adjust Speed*

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
<b>Pergelangan Tangan</b>	Netral	0°
<b>Lengan Atas</b>	<i>Flexion</i>	34.69°
<b>Lengan Bawah</b>	<i>Flexion</i>	86.39°

Selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan *software* ergofellow. Tahap pertama adalah memasukkan gerakan-gerakan segmen tubu yang telah diidentifikasi kedalam kategori yang ada pada ergofellow. Selain data segmen gerakan, dilakukan juga identifikasi berat beban yang diangkat apabila ada beban yang diangkat. Pada proses ini berat beban diberi skor <5 dikarenakan tidak ada beban yang diangkat.

Tahap selanjutnya yaitu menentukan kategori *coupling* (genggaman) operator saat melakukan aktivitas. Untuk kategori *coupling* yang tersedia pada ergofellow ada 4 jenis yaitu *good*, *fair*, *poor*, dan *unacceptable*. Pada proses ini *coupling* diberi kategori *fair* dikarenakan pegangan tangan bisa diterima tetapi kurang ideal.

Tahap selanjutnya yaitu menentukan *activity score* dengan melihat keadaan postur kerja apakah postur tersebut dilakukan secara statis, berulang-ulang, atau dilakukan secara berulang-ulang dan acak. Pada proses ini *activity score* diberi kategori kedua dikarenakan terdapat pengulangan gerakan dalam rentang waktu singkat, diulang lebih dari 4 kali per menit. Kemudian saat semua tahap telah dilakukan maka akan muncul hasil akhir skor REBA untuk proses ini.

The screenshot shows the REBA software interface. At the top, there is a window title 'REBA'. Below it, a section titled 'CHOOSE AN OPTION BELOW' contains five radio buttons: 'Neck, trunk and legs', 'Load', 'Upper arm, lower arm and wrist', 'Coupling', and 'Activity'. The 'Coupling' option is selected. To the right of these buttons is a 'RESULT' button with a checkmark icon. Below the radio buttons, the 'RESULT' section displays 'SCORE: 4'. A table with two columns, 'SCORE' and 'RISK', is shown below the score. The row for '4 to 7' is highlighted in yellow. To the right of the table is a vertical stack of buttons: 'SAVE', 'DATABASE', 'CONTROL', and 'INFORMATION'.

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

Gambar 4. 16 Skor Akhir REBA Proses *Adjust Speed*

#### 4.2.4.3 Perhitungan Skor REBA *Leveling Damper*

Data awal yang dibutuhkan untuk perhitungan skor REBA yaitu kumpulan deskripsi gerakan dan perhitungan sudut dari segmen tubuh operator saat melakukan aktivitas kerja. Segmen

tubuh dalam metode REBA dikelompokkan menjadi bagian A dan bagian B, untuk tubuh bagian A yaitu leher, punggung, dan kaki. Kemudian tubuh bagian B adalah lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan.

Tabel 4. 13 Segmen Tubuh A Proses *Leveling Damper*

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
<b>Leher</b>	<i>Flexion</i>	22.10°
<b>Punggung</b>	<i>Flexion</i>	52.45°
<b>Kaki</b>	Kaki tidak tertopang, bobot tidak tersebar merata	14.04°

Tabel 4. 14 Segmen Tubuh B Proses *Leveling Damper*

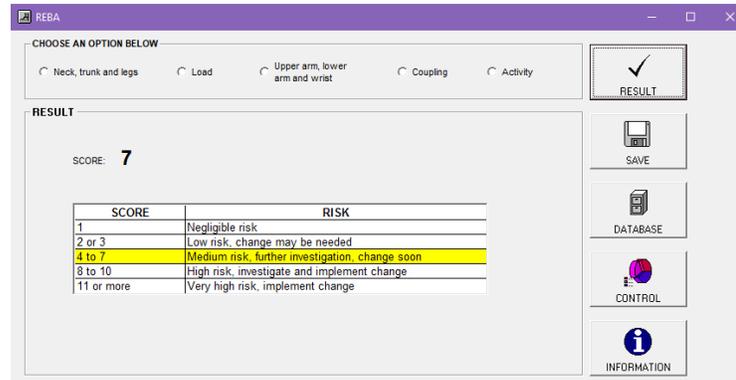
Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
<b>Pergelangan Tangan</b>	<i>Flexion</i>	49.17°
<b>Lengan Atas</b>	<i>Flexion</i>	8.04°
<b>Lengan Bawah</b>	<i>Flexion</i>	71.33°

Selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan *software* ergofellow. Tahap pertama adalah memasukkan gerakan-gerakan segmen tubu yang telah diidentifikasi kedalam kategori yang ada pada ergofellow. Selain data segmen gerakan, dilakukan juga identifikasi berat beban yang diangkat apabila ada beban yang diangkat. Pada proses ini berat beban diberi skor <5 dikarenakan tidak ada beban yang diangkat.

Tahap selanjutnya yaitu menentukan kategori *coupling* (genggaman) operator saat melakukan aktivitas. Untuk kategori *coupling* yang tersedia pada ergofellow ada 4 jenis yaitu *good*, *fair*, *poor*, dan *unacceptable*. Pada proses ini *coupling* diberi kategori *fair* dikarenakan pegangan tangan bisa diterima tetapi kurang ideal.

Tahap selanjutnya yaitu menentukan *activity score* dengan melihat keadaan postur kerja apakah postur tersebut dilakukan secara statis, berulang-ulang, atau dilakukan secara berulang-ulang dan acak. Pada proses ini *activity score* diberi kategori kedua dikarenakan terdapat pengulangan gerakan dalam rentang waktu singkat, diulang lebih dari 4 kali per

menit. Kemudian saat semua tahap telah dilakukan maka akan muncul hasil akhir skor REBA untuk proses ini.



Gambar 4. 17 Skor Akhir REBA Proses *Leveling Damper*

#### 4.2.4.4 Perhitungan Skor REBA *Adjust Damper Stop Rail*

Data awal yang dibutuhkan untuk perhitungan skor REBA yaitu kumpulan deskripsi gerakan dan perhitungan sudut dari segmen tubuh operator saat melakukan aktivitas kerja. Segmen tubuh dalam metode REBA dikelompokkan menjadi bagian A dan bagian B, untuk tubuh bagian A yaitu leher, punggung, dan kaki. Kemudian tubuh bagian B adalah lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan.

Tabel 4. 15 Segmen Tubuh A Proses *Adjust Damper Stop Rail*

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
<b>Leher</b>	<i>Flexion</i>	16.02°
<b>Punggung</b>	<i>Flexion</i>	35.83°
<b>Kaki</b>	Kaki tidak tertopang, lutut <i>flexion</i>	127.79°

Tabel 4. 16 Segmen Tubuh B Proses *Adjust Damper Stop Rail*

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
<b>Pergelangan Tangan</b>	<i>Flexion</i>	13.34°

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
Lengan Atas	<i>Flexion</i>	82.46°
Lengan Bawah	<i>Flexion</i>	45.77°

Selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan *software* ergofellow. Tahap pertama adalah memasukkan gerakan-gerakan segmen tubu yang telah diidentifikasi kedalam kategori yang ada pada ergofellow. Selain data segmen gerakan, dilakukan juga identifikasi berat beban yang diangkat apabila ada beban yang diangkat. Pada proses ini berat beban diberi skor <5 dikarenakan tidak ada beban yang diangkat.

Tahap selanjutnya yaitu menentukan kategori *coupling* (genggaman) operator saat melakukan aktivitas. Untuk kategori *coupling* yang tersedia pada ergofellow ada 4 jenis yaitu *good*, *fair*, *poor*, dan *unacceptable*. Pada proses ini *coupling* diberi kategori *fair* dikarenakan pegangan tangan bisa diterima tetapi kurang ideal.

Tahap selanjutnya yaitu menentukan *activity score* dengan melihat keadaan postur kerja apakah postur tersebut dilakukan secara statis, berulang-ulang, atau dilakukan secara berulang-ulang dan acak. Pada proses ini *activity score* diberi kategori kedua dikarenakan terdapat pengulangan gerakan dalam rentang waktu singkat, diulang lebih dari 4 kali per menit. Kemudian saat semua tahap telah dilakukan maka akan muncul hasil akhir skor REBA untuk proses ini.

The screenshot shows the REBA software interface. At the top, there is a window title 'REBA' and a 'CHOOSE AN OPTION BELOW' section with radio buttons for 'Neck, trunk and legs', 'Load', 'Upper arm, lower arm and wrist', 'Coupling', and 'Activity'. The 'Coupling' option is selected. Below this, the 'RESULT' section displays 'SCORE: 8'. To the right of the score are buttons for 'RESULT', 'SAVE', 'DATABASE', 'CONTROL', and 'INFORMATION'. At the bottom, there is a table with two columns: 'SCORE' and 'RISK'.

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

Gambar 4. 18 Skor Akhir REBA Proses *Adjust Damper Stop Rail*

#### 4.2.4.5 Perhitungan Skor REBA *Adjust and Check Damping*

Data awal yang dibutuhkan untuk perhitungan skor REBA yaitu kumpulan deskripsi gerakan dan perhitungan sudut dari segmen tubuh operator saat melakukan aktivitas kerja. Segmen tubuh dalam metode REBA dikelompokkan menjadi bagian A dan bagian B, untuk tubuh bagian A yaitu leher, punggung, dan kaki. Kemudian tubuh bagian B adalah lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan.

Tabel 4. 17 Segmen Tubuh A Proses *Adjust and Check Damping*

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
<b>Leher</b>	<i>Flexion</i>	46.10°
<b>Punggung</b>	<i>Flexion</i>	19.69°
<b>Kaki</b>	Kaki tertopang, bobot tersebar merata	15.52°

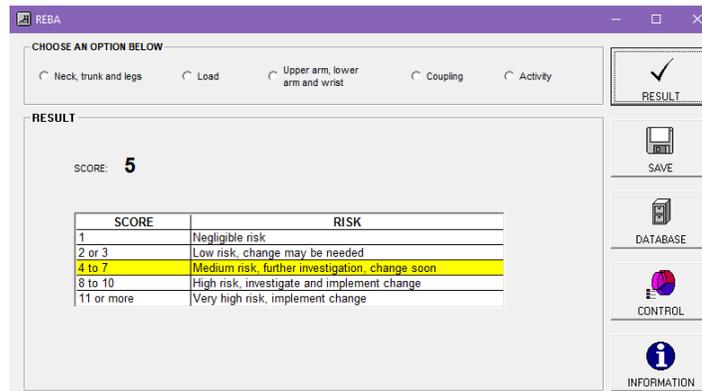
Tabel 4. 18 Segmen Tubuh B Proses *Adjust and Check Damping*

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
<b>Pergelangan Tangan</b>	Netral	0°
<b>Lengan Atas</b>	<i>Flexion</i>	30.98°
<b>Lengan Bawah</b>	<i>Flexion</i>	63.15°

Selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan *software* ergofellow. Tahap pertama adalah memasukkan gerakan-gerakan segmen tubu yang telah diidentifikasi kedalam kategori yang ada pada ergofellow. Selain data segmen gerakan, dilakukan juga identifikasi berat beban yang diangkat apabila ada beban yang diangkat. Pada proses ini berat beban diberi skor <5 dikarenakan tidak ada beban yang diangkat.

Tahap selanjutnya yaitu menentukan kategori *coupling* (genggaman) operator saat melakukan aktivitas. Untuk kategori *coupling* yang tersedia pada ergofellow ada 4 jenis yaitu *good*, *fair*, *poor*, dan *unacceptable*. Pada proses ini *coupling* diberi kategori *fair* dikarenakan pegangan tangan bisa diterima tetapi kurang ideal.

Tahap selanjutnya yaitu menentukan *activity score* dengan melihat keadaan postur kerja apakah postur tersebut dilakukan secara statis, berulang-ulang, atau dilakukan secara berulang-ulang dan acak. Pada proses ini *activity score* diberi kategori kedua dikarenakan terdapat pengulangan gerakan dalam rentang waktu singkat, diulang lebih dari 4 kali per menit. Kemudian saat semua tahap telah dilakukan maka akan muncul hasil akhir skor REBA untuk proses ini.



Gambar 4. 19 Skor Akhir REBA Proses *Adjust and Check Damping*

#### 4.2.4.6 Perhitungan Skor REBA Merakit & *Adjust Sostenuto*

Data awal yang dibutuhkan untuk perhitungan skor REBA yaitu kumpulan deskripsi gerakan dan perhitungan sudut dari segmen tubuh operator saat melakukan aktivitas kerja. Segmen tubuh dalam metode REBA dikelompokkan menjadi bagian A dan bagian B, untuk tubuh bagian A yaitu leher, punggung, dan kaki. Kemudian tubuh bagian B adalah lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan.

Tabel 4. 19 Segmen Tubuh A Proses Merakit & *Adjust Sostenuto*

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
<b>Leher</b>	<i>Flexion</i>	16.02°
<b>Punggung</b>	<i>Flexion</i>	35.83°
<b>Kaki</b>	Kaki tidak tertopang, lutut <i>flexion</i>	127.79°

Tabel 4. 20 Segmen Tubuh B Proses Merakit &amp; Adjust Sostenuto

Segmen Tubuh	Deskripsi Gerakan	Sudut
<b>Pergelangan Tangan</b>		13.34°
<b>Lengan Atas</b>	<i>Flexion</i>	82.46°
<b>Lengan Bawah</b>	<i>Flexion</i>	45.77°

Selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan *software* ergofellow. Tahap pertama adalah memasukkan gerakan-gerakan segmen tubu yang telah diidentifikasi kedalam kategori yang ada pada ergofellow. Selain data segmen gerakan, dilakukan juga identifikasi berat beban yang diangkat apabila ada beban yang diangkat. Pada proses ini berat beban diberi skor <5 dikarenakan tidak ada beban yang diangkat.

Tahap selanjutnya yaitu menentukan kategori *coupling* (genggaman) operator saat melakukan aktivitas. Untuk kategori *coupling* yang tersedia pada ergofellow ada 4 jenis yaitu *good*, *fair*, *poor*, dan *unacceptable*. Pada proses ini *coupling* diberi kategori *fair* dikarenakan pegangan tangan bisa diterima tetapi kurang ideal.

Tahap selanjutnya yaitu menentukan *activity score* dengan melihat keadaan postur kerja apakah postur tersebut dilakukan secara statis, berulang-ulang, atau dilakukan secara berulang-ulang dan acak. Pada proses ini *activity score* diberi kategori kedua dikarenakan terdapat pengulangan gerakan dalam rentang waktu singkat, diulang lebih dari 4 kali per menit. Kemudian saat semua tahap telah dilakukan maka akan muncul hasil akhir skor REBA untuk proses ini.

The screenshot shows the REBA software interface. 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", and "Activity". The "Coupling" option is selected. To the right of these options is a "RESULT" button with a checkmark icon. Below this is a "RESULT" section displaying "SCORE: 8". To the right of the score are four buttons: "SAVE", "DATABASE", "CONTROL", and "INFORMATION". Below the score is a table with two columns: "SCORE" and "RISK". The table contains the following data:

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

Gambar 4. 20 Skor Akhir REBA Proses Merakit &amp; Adjust Sostenuto

#### 4.2.4.7 Rekapitulasi Skor REBA

Setelah semua proses didapat skor REBA masing-masing maka dibuat tabel rekapitulasi yang menggambarkan level resiko dan keterangan pada tiap proses. Adapun tabel yang telah dibuat adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 21 Rekapitulasi Skor Akhir REBA Pada Keseluruhan Proses

<b>Proses</b>	<b>Skor REBA</b>	<b>Level Resiko</b>	<b>Keterangan</b>
<i>Adjust Damper F/R</i>	10	Tinggi	Segera diperlukan perbaikan
<i>Adjust Speed</i>	4	Sedang	Diperlukan perbaikan
<i>Leveling Damper</i>	7	Tinggi	Segera diperlukan perbaikan
<i>Adjust Damper Stop Rail</i>	8	Tinggi	Segera diperlukan perbaikan
<i>Adjust &amp; Check Damping</i>	5	Sedang	Diperlukan perbaikan
<i>Merakit &amp; Adjust Sostenuto</i>	8	Tinggi	Segera diperlukan perbaikan

#### 4.2.5 *Line Balance (Before)*

Perhitungan *line balance* pada penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi beban kerja waktu pada masing-masing operator dengan semua aktivitas kerja yang ada dan menghubungkan pengaruhnya terhadap *potensial output* nya. Adapun tabel perhitungan waktu untuk *line balance* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 22 Perhitungan ST Nett dan ST Margin *Line Balance (Before)*

<b>No</b>	<b>Nama</b>	<b>Proses</b>	<b>ST Nett Operator (detik)</b>	<b>ST Margin (detik)</b>
		Membersihkan piano dan melepas key blok	15,43	19,15
		<i>Adjust damper front rear</i>	578,25	717,60
		<i>Adjust speed</i>	55,08	68,35

No	Nama	Proses	ST Nett Operator (detik)	ST Margin (detik)
		<i>Leveling damper</i>	273,68	339,63
		<i>Adjust damper stop rail</i>	55,15	68,44
		<i>Adjust &amp; check damping</i>	21,77	27,02
		Merakit sostenuto assy	140,54	27,54
		Pasang sostenuto assy	202,11	39,60
		Isi Check Card / Check List ( <i>Leveling of Damper</i> )	18,22	22,61
		<b>TOTAL (menit)</b>	<b>22,67</b>	<b>22,17</b>
		Membersihkan piano dan melepas key blok	15,43	19,15
		<i>Adjust damper front rear</i>	578,25	717,60
		<i>Adjust speed</i>	55,08	68,35
		<i>Leveling damper</i>	273,68	339,63
		<i>Adjust damper stop rail</i>	55,15	68,44
		<i>Adjust &amp; check damping</i>	21,77	27,02
		Merakit sostenuto assy	140,54	27,54
		Pasang sostenuto assy	202,11	39,60
		Isi Check Card / Check List ( <i>Leveling of Damper</i> )	18,22	22,61
		<b>TOTAL (menit)</b>	<b>22,67</b>	<b>22,17</b>
		Membersihkan piano dan melepas key blok	11,02	13,68
		<i>Adjust damper front rear</i>	413,04	512,57
		<i>Adjust speed</i>	39,34	48,82
		<i>Leveling damper</i>	195,48	242,59
		<i>Adjust damper stop rail</i>	39,39	48,89
		<i>Adjust &amp; check damping</i>	15,55	19,30
		Merakit sostenuto assy	100,39	19,67
		Pasang sostenuto assy	144,37	28,29

No	Nama	Proses	ST Nett Operator (detik)	ST Margin (detik)
		Isi <i>Check Card / Check List (Leveling of Damper)</i>	13,01	16,15
<b>TOTAL (menit)</b>			<b>16,19</b>	<b>15,83</b>

### 1. ST Nett

ST Nett adalah waktu aktual operator menyelesaikan pekerjaannya sebelum ditambahkan perhitungan *Margin*. Perhitungan ST Nett pada tabel diatas didapat dari rata-rata waktu siklus yang telah diambil setiap proses dalam satuan detik, kemudian untuk total ST Nett merupakan hasil dari penjumlahan ST Nett tiap proses dan dibagi dengan 60 menit, sehingga didapat hasil dengan jumlah sebesar 22,67 menit dan 16,19 menit.

### 2. ST Margin

ST *Margin* adalah waktu yang dimiliki operator dalam menyelesaikan pekerjaan mereka yang telah ditambah perhitungan *Margin*. Total ST *Margin* merupakan hasil dari penjumlahan ST *Margin* tiap proses dan dibagi dengan 60 menit, sehingga didapat hasil dengan jumlah sebesar 22,17 menit dan 15,83 menit. Adapun rumus perhitungan ST *Margin* pada tabel diatas adalah sebagai berikut:

$$ST\ Margin = ST\ Nett \times \frac{1}{(1-(\%Margin-1))} \dots\dots\dots(4.1)$$

### 3. Takt Time

*Takt ime* merupakan batas waktu yang disediakan untuk proses produksi. *Takt time* yang dalam perhitungan ini berdasarkan perhitungan pekerjaan yang disediakan oleh PT. Yamaha Indonesia yaitu sebagai berikut:

$$Takt\ Time = \frac{Waktu\ Kerja\ (460\ menit)}{Plan\ Produksi\ per\ hari\ (19\ unit)} \dots\dots\dots(4.2)$$

#### 4. *Pitch Time*

*Pitch Time* merupakan waktu terlama yang dimiliki setiap operator untuk menyelesaikan pekerjaannya dilihat dari perhitungan *ST Margin* tiap operator. Pada perhitungan ini waktu terlama yang dimiliki operator adalah sebesar 22,17 menit.

#### 5. *Plan Produksi*

Plan produksi pada bagian *leveling damper* dihitung sesuai model yang ditargetkan perhari nya. Untuk target produksi piano jenis *GP All Model* perhari nya adalah 19 unit.

#### 6. *Potensial Output*

Perhitungan potensial output dilakukan untuk mengetahui seberapa besar produktivitas atau seberapa banyak piano yang dapat di produksi oleh operator dengan beban kerja waktu yang ada. Potensial *output* pada *line balance before* didapat 21 unit. Adapun rumus perhitungan *potensial* yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Potensial Output} = \frac{\text{Takt Time}}{\text{Pitch Time}} \times \text{Plan Produksi} \dots \dots \dots (4.3)$$

#### 7. *Line Balancing*

*Line balance* dilakukan untuk mengetahui pemerataan suatu beban kerja yang ada pada *leveling damper*. Adapun rumus perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Line Balancing} = \text{Total ST Margin} \times \frac{\text{Operator}}{\text{Pitch Time}} \dots \dots \dots (4.4)$$

Setelah semua data pada tabel dihitung lengkap maka dibuat rekapitulasi perhitungan *potensial output* dan *line balance*. Adapun dibawah ini merupakan tabel rekapitulasi perhitungan *line balance* yang telah dibuat:

Tabel 4. 23 Rekapitulasi Perhitungan *Line Balance (Before)*

<b>Rekapitulasi Perhitungan</b>		
Total <i>ST Margin</i>	60.16	menit

<b>Rekapitulasi Perhitungan</b>		
<i>Takt Time</i>	24	menit
<i>Pitch Time</i>	22.17	menit
Operator	3	orang
Plan Prod	19	unit / 8 jam
Potensial <i>Output</i>	21	unit / 8 jam
<i>Line Balancing</i>	90%	%

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa dengan beban kerja waktu yang dimiliki dan postur kerja yang ada sebelum adanya usulan perbaikan didapatkan potensial output sebesar 21 unit/8 jam. Kemudian *line balance* diperoleh nilai sebesar 90% dikarenakan terdapat perbedaan proporsi kerja piano yang harus diselesaikan pada masing-masing operator. Dimana terdapat 2 operator yang mendapat tugas untuk menyelesaikan 7 unit piano perharinya sedangkan operator sisanya hanya mendapatkan tugas menyelesaikan 5 unit piano perharinya, hal tersebut dilakukan untuk mengantisipasi apabila ada operator pada bagian kerja lain yang kekurangan orang maka bagian *leveling damper* dapat menggantikan operator bagian kerja tersebut, sehingga hal tersebut menyebabkan perbedaan waktu pengerjaan pada operator dan menghasilkan beban kerja waktu yang tidak merata.

#### 4.2.6 *Line Balance (After)*

Perhitungan *line balance* pada penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi beban kerja waktu operator dengan semua aktivitas kerja setelah adanya usulan perbaikan postur.

Tabel 4. 24 Perhitungan ST Nett dan ST Margin *Line Balance (After)*

No	Nama	Proses	ST Nett Operator (detik)	ST Margin (detik)
		Membersihkan piano dan melepas key blok	15,43	19,15

No	Nama	Proses	ST Nett Operator (detik)	ST Margin (detik)
		<i>Adjust damper front rear</i>	618,95	768,11
		<i>Adjust speed</i>	34,61	42,95
		<i>Leveling damper</i>	347,96	431,81
		<i>Adjust damper stop rail</i>	37,14	46,09
		<i>Adjust &amp; check damping</i>	20,42	25,34
		Merakit sostenuto assy	140,54	27,54
		Pasang sostenuto assy	176,33	34,55
		Isi Check Card / Check List ( <i>Leveling of Damper</i> )	18,22	22,61
		<b>TOTAL (menit)</b>	<b>23,49</b>	<b>23,64</b>
		Membersihkan piano dan melepas key blok	15,43	19,15
		<i>Adjust damper front rear</i>	618,95	768,11
		<i>Adjust speed</i>	34,61	42,95
		<i>Leveling damper</i>	347,96	431,81
		<i>Adjust damper stop rail</i>	37,14	46,09
		<i>Adjust &amp; check damping</i>	20,42	25,34
		Merakit sostenuto assy	140,54	27,54
		Pasang sostenuto assy	176,33	34,55
		Isi Check Card / Check List ( <i>Leveling of Damper</i> )	18,22	22,61
		<b>TOTAL (menit)</b>	<b>23,49</b>	<b>23,64</b>
		Membersihkan piano dan melepas key blok	11,02	13,68
		<i>Adjust damper front rear</i>	442,11	548,65
		<i>Adjust speed</i>	24,72	30,68
		<i>Leveling damper</i>	248,54	308,43
		<i>Adjust damper stop rail</i>	26,53	32,92
		<i>Adjust &amp; check damping</i>	14,58	18,10

No	Nama	Proses	ST Nett Operator (detik)	ST Margin (detik)
		Merakit sostenuto <i>assy</i>	100,39	19,67
		Pasang sostenuto <i>assy</i>	125,95	24,68
		Isi <i>Check Card / Check List (Leveling of Damper)</i>	13,01	16,15
<b>TOTAL (menit)</b>			<b>16,78</b>	<b>16,88</b>

Setelah semua data pada tabel dihitung lengkap maka dibuat rekapitulasi perhitungan *potensial output* dan *line balance*. Adapun dibawah ini merupakan tabel rekapitulasi perhitungan *line balance* yang telah dibuat:

Tabel 4. 25 Rekapitulasi Perhitungan *Line Balance (After)*

Rekapitulasi Perhitungan		
Total ST <i>Margin</i>	64.15	menit
<i>Takt Time</i>	24	menit
<i>Pitch Time</i>	23,64	menit
Operator	3	orang
Plan Prod	19	unit / 8 jam
Potensial <i>Output</i>	19	unit / 8 jam
<i>Line Balancing</i>	90%	%

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa dengan beban kerja waktu yang dimiliki dan postur kerja yang ada sebelum adanya usulan perbaikan didapatkan potensial output sebesar 19 unit/8 jam. Kemudian *line balance* diperoleh nilai sebesar 90% dikarenakan terdapat perbedaan proporsi kerja piano yang harus diselesaikan pada masing-masing operator. Dimana terdapat 2 operator yang mendapat tugas untuk menyelesaikan 7 unit piano perharinya sedangkan operator sisanya hanya mendapatkan tugas menyelesaikan 5 unit piano

perharinya, sehingga hal tersebut menyebabkan perbedaan waktu pengerjaan pada operator dan menghasilkan beban kerja waktu yang tidak merata.

#### 4.2.7 Antropometri

Setelah dikumpulkannya 30 data antropometri maka dilakukan uji normalitas data dimaksudkan untuk memperlihatkan bahwa data sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal dan berdasarkan pengalaman empiris beberapa pakar statistik, data yang banyaknya lebih dari 30 angka ( $n > 30$ ), maka sudah dapat diasumsikan berdistribusi normal dan biasa disebut sebagai sampel besar. Dalam uji normalitas telah ditentukan bahwa  $H_0$  = tidak ada perbedaan data yang signifikan kemudian  $H_a$  = terdapat perbedaan data yang signifikan dengan kriteria pengujian jika nilai probabilitas ( $\alpha$ )  $> 0.05$ , maka  $H_0$  diterima dan jika nilai probabilitas ( $\alpha$ )  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak. Adapun dibawah ini adalah tabel hasil uji normalitas terhadap data yang telah diambil.

Tabel 4. 26 Hasil Normalisasi

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
LB	.135	30	.173	.950	30	.173
LBA	.156	30	.061	.935	30	.065
LP	.154	30	.066	.930	30	.048
TB	.139	30	.146	.914	30	.019
TPT	.156	30	.061	.926	30	.039
PLA	.142	30	.128	.890	30	.005
TBD	.117	30	.200*	.935	30	.069

\*. This is a lower bound of the true significance.  
a. Lilliefors Significance Correction

Pada tabel uji normalitas bisa dilihat bahwa nilai signifikansi pada Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup> adalah 0,173 untuk LB (lebar bahu), 0,061 untuk LBA (lebah bahu atas), 0,066 untuk LP (lebar pinggul), 0,146 untuk TB (tebal badan), 0,061 untuk TPT (tebal perut), dan 0,128 untuk PLA (panjang lengan atas) berarti data yang didapat normal, 0,200 untuk TBD

(tinggi bahu duduk), karena nilai signifikansinya lebih dari 0.05 atau sama saja  $H_0$  diterima yang berarti tidak ada perbedaan data yang signifikan.

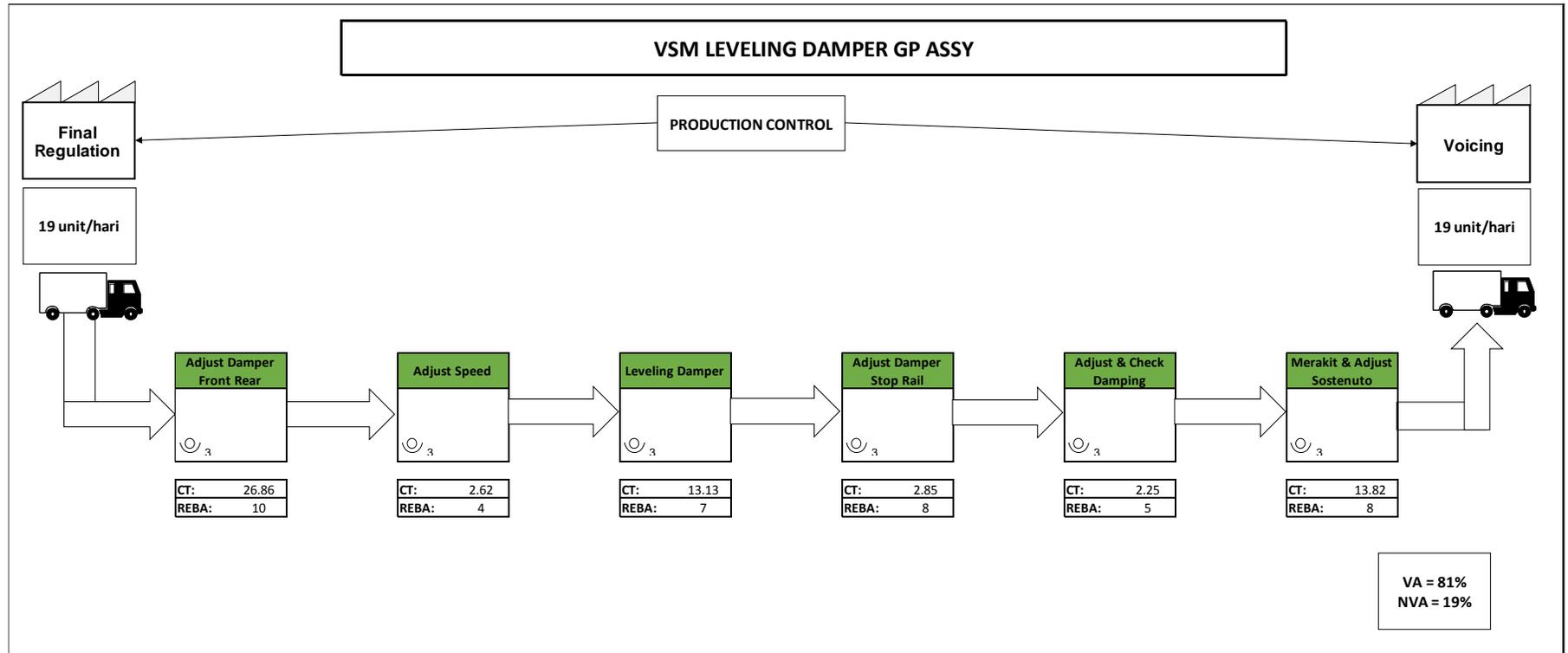
Setelah uji normalitas data, maka dilakukan perhitungan persentil yang merupakan nilai dari suatu dimensi antropometri yang mewakili presentase populasi yang memiliki ukuran dimensi tertentu atau lebih rendah. Informasi ini sangat penting dalam tahap perancangan karena dapat membantu untuk memperkirakan presentase populasi pengguna yang dapat diakomodasi oleh desain tertentu. Persentil yang digunakan adalah 95%. Data yang digunakan untuk persentil terdapat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 27 Perhitungan Persentil

	<b>LB</b>	<b>LBA</b>	<b>LP</b>	<b>TB</b>	<b>TPT</b>	<b>PLA</b>	<b>TBD</b>
	<b>(cm)</b>						
$\bar{x}$	56,8	41,4	38	24,1	30,5	37,9	54,6
$\sigma = \sqrt{\frac{ \sum x - xi ^2}{N-1}}$	2,76	1,92	3,5	1,46	5	3,22	3,14
<b>Persentil</b>	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
<b>Z<sub>x</sub></b>	1,645	1,645	1,645	1,645	1,645	1,645	1,645
<b>Hasil P95</b>	61,3	44,6	43,8	26,5	38,8	43,2	59,8

Persentil yang digunakan adalah persentil 95, hal ini dikarenakan agar orang yang mempunyai badan berukuran kecil tetap dapat menggunakan alat bantu punggung yang sudah didesain, selain itu agar orang yang memiliki badan berukuran besar juga dapat menggunakan alat bantu punggung dan tidak kesempitan. Dan berdasarkan perhitungan diatas didapat bahwa lebar bahu yang akan digunakan dalam desain alat bantu punggung adalah sebesar 26,81 cm, lebar bahu atas sebesar 44,6 cm, lebar pinggul sebesar 43,8 cm, tebal badan sebesar 26,5 cm, tebal perut sebesar 38,8 cm, panjang lengan atas sebesar 43,2 cm, dan tinggi bahu duduk sebesar 59,8 cm.

4.2.8 Value Stream Mapping



Gambar 4. 21 Value Stream Mapping Leveling Damper