

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis *Nordic Body Map*

Berdasarkan hasil kuesioner NBM yang telah diisi oleh ketiga operator *leveling damper*, didapat beberapa keluhan subjektif yang dialami oleh ketiga operator merasakan kategori level “cukup sakit” sebanyak 100% pada bagian bawah leher, kanan atas lengan, pergelangan tangan kanan, dan tangan kiri. Kemudian tiga orang pada kategori level “menyakitkan” sebanyak 100% pada bagian kanan atas lengan, punggung, pinggang, lutut kiri, lutut kanan, betis kiri, betis kanan, dan pergelangan kaki kanan. Dengan adanya keluhan yang dialami oleh operator di *leveling damper* maka perlu segera dilakukan perbaikan pada bagian tubuh tersebut, dengan cara memberi usulan alat bantu yang dapat mengurangi resiko sakit pada bagian belakang tubuh terutama pada bagian yang dirasa sakit berdasarkan hasil *nordic body map*.

5.2 Analisis REBA

1. *Adjust Damper Front Rear*

Setelah semua gerakan tubuh teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah menghitung skor REBA menggunakan *software* ErgoFellow, dimana skor akhir dari proses ini adalah sebesar 10. Skor REBA tersebut masuk kedalam level resiko tinggi memiliki cedera pada sistem muskuloskeletal sehingga sangat diperlukan perbaikan segera dan dilakukannya investigasi lebih lanjut untuk mengetahui penyebab postur tersebut tidak ergonomis. Beberapa hal yang menyebabkan postur kerja pada proses ini tidak

alamiah (*awkward posture*) terdapat dari bagian tubuh seperti leher, punggung, dan kaki.

Bagian leher membentuk sudut sebesar $32,63^0$ menyebabkan operator membungkuk saat melakukan proses tersebut memiliki postur kepala yang condong ke depan dan hal tersebut dapat menyebabkan nyeri kronis, mati rasa di lengan dan telapak tangan, pernapasan yang salah, dan bahkan saraf terjepit. Hal ini diakibatkan apabila setiap sentimeter tubuh kita memanjang ke depan, leher harus menopang berat tambahan sebanyak 4,5 kg, sedangkan postur normal leher adalah lurus dan tidak miring/memutar kesamping kiri atau kanan, kemudian posisi miring pada leher yang baik tidak melebihi sudut 20^0 sehingga mencegah terjadinya penekanan pada *discus* tulang *cervical* (Bridger, 1995).

Lalu pada bagian punggung membentuk sudut sebesar $50,04^0$ dimana seharusnya postur normal dari tulang belakang untuk bagian toraks adalah kifosis dan untuk bagian lumbar adalah lordosis serta tidak miring ke kiri atau ke kanan, serta postur tubuh memungkuk tidak boleh lebih dari 20^0 (Baird, 1995) karena pada dasarnya jaringan pada bagian punggung umumnya kendur dalam postur tegak netral, dan setiap postur tidak netral akan menyebabkan ketegangan pada beberapa jaringan tersebut sehingga dapat menyebabkan ketidaknyamanan ketika dilakukan dalam waktu yang lama (Delleman, et al., 2004). Kemudian pada bagian kaki membentuk sudut sebesar $50,83^0$ dalam posisi lutut *flexion*, sedangkan postur kaki yang hanya menopang satu kaki dapat menyebabkan bobot tidak tersebar merata karena kedua kaki tidak tertopang dalam kondisi tegak lurus.

2. *Adjust Speed*

Setelah semua gerakan tubuh teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah menghitung skor REBA menggunakan *software* ErgoFellow, dimana skor akhir dari proses ini adalah sebesar 4. Skor REBA tersebut masuk kedalam level resiko sedang memiliki cedera pada sistem muskuloskeletal sehingga sangat diperlukan perbaikan segera dan dilakukannya investigasi lebih lanjut untuk mengetahui penyebab postur tersebut tidak ergonomis. Beberapa hal yang menyebabkan postur kerja pada proses ini tidak alamiah (*awkward posture*) terdapat dari bagian tubuh seperti punggung dan lengan bawah.

Bagian punggung membentuk sudut sebesar $48,01^{\circ}$ dimana seharusnya postur normal dari tulang belakang untuk bagian toraks adalah kifosis dan untuk bagian lumbar adalah lordosis serta tidak miring ke kiri atau ke kanan, serta postur tubuh memungkuk tidak boleh lebih dari 20° (Baird, 1995), karena pada dasarnya jaringan pada bagian punggung umumnya kendur dalam postur tegak netral, dan setiap postur tidak netral akan menyebabkan ketegangan pada beberapa jaringan tersebut sehingga dapat menyebabkan ketidaknyamanan ketika dilakukan dalam waktu yang lama (Delleman, et al., 2004). Kemudian bagian lengan bawah membentuk sudut siku sebesar $86,39^{\circ}$ dan besarnya sudut siku tersebut dapat menyebabkan peningkatan resiko cedera (Nath, et al., 2017).

3. *Leveling Damper*

Setelah semua gerakan tubuh teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah menghitung skor REBA menggunakan *software* ErgoFellow, dimana skor akhir dari proses ini adalah sebesar 7. Skor REBA tersebut masuk kedalam level resiko sedang memiliki cedera pada sistem muskuloskeletal sehingga sangat diperlukan perbaikan segera dan dilakukannya investigasi lebih lanjut untuk mengetahui penyebab postur tersebut tidak ergonomis. Beberapa hal yang menyebabkan postur kerja pada proses ini tidak alamiah (*awkward posture*) terdapat dari bagian tubuh seperti leher, punggung, lengan bawah dan kaki.

Bagian leher membentuk sudut sebesar $22,10^{\circ}$ menyebabkan operator membungkuk saat melakukan proses tersebut memiliki postur kepala yang condong ke depan dan hal tersebut dapat menyebabkan nyeri kronis, mati rasa di lengan dan telapak tangan, pernapasan yang salah, dan bahkan saraf terjepit. Hal ini diakibatkan apabila setiap sentimeter tubuh kita memanjang ke depan, leher harus menopang berat tambahan sebanyak 4,5 kg, sedangkan postur normal leher adalah lurus dan tidak miring/memutar kesamping kiri atau kanan, kemudian posisi miring pada leher yang baik tidak melebihi sudut 20° sehingga mencegah terjadinya penekanan pada *discus* tulang *cervical* (Bridger, 1995).

Lalu pada bagian punggung membentuk sudut sebesar $52,45^{\circ}$ dimana seharusnya postur normal dari tulang belakang untuk bagian toraks adalah kifosis dan untuk bagian lumbar adalah lordosis serta tidak miring ke kiri atau ke kanan, serta

postur tubuh memungkuk tidak boleh lebih dari 20° (Baird, 1995) karena pada dasarnya jaringan pada bagian punggung umumnya kendur dalam postur tegak netral, dan setiap postur tidak netral akan menyebabkan ketegangan pada beberapa jaringan tersebut sehingga dapat menyebabkan ketidaknyamanan ketika dilakukan dalam waktu yang lama (Delleman, et al., 2004). Kemudian pada bagian kaki membentuk sudut sebesar $14,04^{\circ}$ dalam posisi tidak tertopang karena satu kaki menginjak pedal berulang kali, sedangkan postur kaki yang hanya menopang satu kaki dapat menyebabkan bobot tidak tersebar merata karena kedua kaki tidak tertopang dalam kondisi tegak lurus. Kemudian bagian lengan bawah membentuk sudut siku sebesar $71,33^{\circ}$ dan besarnya sudut siku tersebut dapat menyebabkan peningkatan resiko cedera (Nath, et al., 2017).

4. *Adjust Damper Stop Rail*

Setelah semua gerakan tubuh teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah menghitung skor REBA menggunakan *software* ErgoFellow, dimana skor akhir dari proses ini adalah sebesar 8. Skor REBA tersebut masuk kedalam level resiko sedang memiliki cedera pada sistem muskuloskeletal sehingga sangat diperlukan perbaikan segera dan dilakukannya investigasi lebih lanjut untuk mengetahui penyebab postur tersebut tidak ergonomis. Beberapa hal yang menyebabkan postur kerja pada proses ini tidak alamiah (*awkward posture*) terdapat dari bagian tubuh seperti lengan atas, dan kaki.

Bagian kaki membentuk sudut *flexion* sebesar $127,79^{\circ}$ dalam posisi tidak tertopang karena satu kaki menyandar pada lantai untuk menahan beban tubuh, sedangkan postur kaki yang hanya menopang satu kaki dapat menyebabkan bobot tidak tersebar merata karena kedua kaki tidak tertopang dalam kondisi tegak lurus. Kemudian bagian lengan atas membentuk sudut bahu sebesar $82,46^{\circ}$ dan besarnya sudut bahu tersebut dapat menyebabkan peningkatan resiko cedera (Nath, et al., 2017).

5. *Adjust & Check Damping*

Setelah semua gerakan tubuh teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah menghitung skor REBA menggunakan *software* ErgoFellow, dimana skor akhir dari proses ini adalah sebesar 8. Skor REBA tersebut masuk kedalam level resiko sedang memiliki cedera pada sistem muskuloskeletal sehingga sangat diperlukan perbaikan segera dan

dilakukannya investigasi lebih lanjut untuk mengetahui penyebab postur tersebut tidak ergonomis. Beberapa hal yang menyebabkan postur kerja pada proses ini tidak alamiah (*awkward posture*) terdapat dari bagian tubuh seperti leher.

Bagian leher membentuk sudut sebesar $46,10^0$ menyebabkan operator membungkuk saat melakukan proses tersebut memiliki postur kepala yang condong ke depan dan hal tersebut dapat menyebabkan nyeri kronis, mati rasa di lengan dan telapak tangan, pernapasan yang salah, dan bahkan saraf terjepit. Hal ini diakibatkan apabila setiap sentimeter tubuh kita memanjang ke depan, leher harus menopang berat tambahan sebanyak 4,5 kg, sedangkan postur normal leher adalah lurus dan tidak miring/memutar kesamping kiri atau kanan, kemudian posisi miring pada leher yang baik tidak melebihi sudut 20^0 sehingga mencegah terjadinya penekanan pada *discus* tulang *cervical* (Bridger, 1995).

6. Merakit & Adjust Sostenuto

Setelah semua gerakan tubuh teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah menghitung skor REBA menggunakan *software* ErgoFellow, dimana skor akhir dari proses ini adalah sebesar 8. Skor REBA tersebut masuk kedalam level resiko sedang memiliki cedera pada sistem muskuloskeletal sehingga sangat diperlukan perbaikan segera dan dilakukannya investigasi lebih lanjut untuk mengetahui penyebab postur tersebut tidak ergonomis. Beberapa hal yang menyebabkan postur kerja pada proses ini tidak alamiah (*awkward posture*) terdapat dari bagian tubuh seperti lengan atas, dan kaki.

Bagian kaki membentuk sudut *flexion* sebesar $127,79^0$ dalam posisi tidak tertopang karena satu kaki menyandar pada lantai untuk menahan beban tubuh, sedangkan postur kaki yang hanya menopang satu kaki dapat menyebabkan bobot tidak tersebar merata karena kedua kaki tidak tertopang dalam kondisi tegak lurus. Kemudian bagian lengan atas membentuk sudut bahu sebesar $82,46^0$ dan besarnya sudut bahu tersebut dapat menyebabkan peningkatan resiko cedera (Nath, et al., 2017).

5.3 Analisis Waste

Analisis *waste* dalam penelitian ini akan berfokus terhadap pengurangan *waste of motion* karena *waste* tersebut yang menjadi masalah utama di lapangan. *Waste motion* ini terdapat pada setiap proses kerja di *leveling damper* berdasarkan dari hasil identifikasi *waste* pada tabel 4.6 yang telah dilakukan menggunakan pendekatan 5W+1H.

Pada proses *adjust damper front rear* diketahui bahwa hasil dari analisa NBM dan REBA kondisi operator memiliki rasa sakit di bagian leher, punggung, dan kaki dan skor REBA 10 (tinggi). Postur tidak alamiah pada proses ini dikarenakan saat proses perataan pada *string* operator harus melihat kepojok samping dan tengah piano sehingga leher dan punggung harus miring dan membungkuk, serta kaki yang harus menahan beban tubuh pada agar tetap seimbang saat bergeser posisi. Sebagai upaya untuk mengurangi *waste* dan sebagai pencegahan terjadinya cedera pada muskuloskeletal, maka diperlukan perubahan postur membungkuk pada bagian punggung dan leher tapi tetap pada posisi dimana operator dapat melihat sejajar antara *string* dan *damper*, dan kaki yang lurus tanpa *flexion* untuk menahan beban tubuh. Kemudian pemberian alat untuk membantu mengurangi beban punggung dan leher. Dengan adanya usulan perubahan postur kerja pada proses ini dapat menurunkan skor REBA menjadi 9, sedangkan untuk usulan alat bantu belum dapat terealisasikan untuk membantu memberi kenyamanan bagi operator dalam upaya mengurangi *waste motion* pada proses ini.

Pada proses *adjust speed* diketahui bahwa hasil dari analisa NBM dan REBA kondisi operator memiliki rasa sakit di bagian punggung dan skor REBA 4 (sedang). Postur tidak alamiah pada proses ini dikarenakan pada kondisi tertentu operator ingin mudah melihat langsung pergerakan antara *hammer* dan *damper* secara bersamaan maka posisi tubuh agak menjauh dan menyebabkan bungkuk pada punggung, sedangkan pada kondisi normal posisi tubuh seharusnya tidak menjauh, dan hanya fokus terhadap jarak pandang masing-masing. Sebagai upaya untuk mengurangi *waste* dan sebagai pencegahan terjadinya cedera pada muskuloskeletal, maka diperlukan perubahan jarak tubuh yang lebih didekatkan dengan piano agar punggung tidak terlalu bungkuk namun, penglihatan juga harus sangat teliti agar dapat memastikan bawah *hammer* dan *damper* sudah memiliki kecepatan yang sesuai saat di tekan. Kemudian pemberian alat untuk dapat membantu melihat gerakan *hammer* dan

damper secara otomatis. Dengan adanya usulan perubahan postur kerja pada proses ini tidak dapat memberikan perubahan yang signifikan dan skor REBA masih sama yaitu 4, sedangkan untuk usulan alat bantu belum dapat terealisasi untuk membantu memberi kenyamanan bagi operator dalam upaya mengurangi *waste motion* pada proses ini.

Pada proses *leveling damper* diketahui bahwa hasil dari analisa NBM dan REBA kondisi operator memiliki rasa sakit di bagian leher, punggung, dan kaki dan skor REBA 7 (sedang). Postur tidak alamiah pada proses ini dikarenakan saat proses *leveling damper* punggung, dan leher operator harus membungkuk dengan dada yang bersandar agar dapat melihat apakah semua *damper assy* sudah bergerak secara bersamaan dan tegak lurus terhadap *string* ketika kaki menginjak pedal berulang kali. Sebagai upaya untuk mengurangi *waste* dan sebagai pencegahan terjadinya cedera pada muskuloskeletal, maka diperlukan perubahan postur pada bagian punggung dan leher yang bungkuk dengan cara tidak menyandarkan dada pada piano, lalu penggunaan alat Soange untuk menginjak pedal secara otomatis tanpa kaki. Kemudian pemberian alat untuk membantu mengurangi beban punggung dan leher. Dengan adanya usulan perubahan postur kerja pada proses ini dapat menurunkan skor REBA menjadi 6, sedangkan untuk usulan alat bantu belum dapat terealisasi untuk membantu memberi kenyamanan bagi operator dalam upaya mengurangi *waste motion* pada proses ini.

Pada proses *adjust damper stop rail* dan proses merakit & *adjust sostenuto* diketahui bahwa hasil dari analisa NBM dan REBA kondisi operator memiliki rasa sakit di bagian kaki dan skor REBA 8 (tinggi). Postur tidak alamiah pada proses ini dikarenakan saat proses *adjust damper stop rail* kaki operator harus duduk jongkok untuk dapat dengan mudah bergeser saat mengencangkan *screw*. Sebagai upaya untuk mengurangi *waste* dan sebagai pencegahan terjadinya cedera pada muskuloskeletal, maka diperlukan perubahan posisi kaki dari yang menopang hanya satu kaki menjadi dua kaki agar beban tersebar merata pada kedua kaki sehingga punggung dan leher yang tadinya membungkuk menjadi lurus karena perubahan posisi kaki. Kemudian pemberian alat untuk membantu mengurangi beban punggung dan leher. Dengan adanya usulan perubahan postur kerja pada proses ini dapat menurunkan skor REBA menjadi 4, sedangkan untuk usulan alat bantu belum dapat terealisasi untuk membantu memberi kenyamanan bagi operator dalam upaya mengurangi *waste motion* pada proses ini.

5.4 Analisis Potensial Output

Analisis potensial *output* dalam penelitian ini dihitung menggunakan metode *line balance* untuk dapat mengetahui hubungan antara potensial *output* dengan kondisi operator sebelum dan sesudah adanya usulan perbaikan postur kerja. Potensial *output* dalam perhitungan *line balance* ini berdasarkan pada *pitch time* yang dimiliki oleh bagian *leveling damper* saja, bukan dari keseluruhan *final regulation Assy GP*, sehingga nantinya potensial *output* yang dihasilkan akan tinggi melebihi target produksi harian untuk *Grand Piano* yang berjumlah 19 unit/8 jam. Berdasarkan hasil perhitungan waktu siklus sebelum dan sesudah, di analisis bahwa dengan keadaan postur kerja operator sebelum perbaikan memiliki waktu pengerjaan lebih cepat dan dapat menghasilkan potensial *output* sebesar 21 unit/8 jam dibandingkan dengan potensial *output* setelah ada perbaikan yaitu sebesar 19 unit/8 jam, hal tersebut dikarenakan kondisi postur yang biasa operator gunakan adalah salah satu hal yang berpengaruh besar untuk dapat cepat menyelesaikan pekerjaan. Namun, hal tersebut tidak terlalu berpengaruh pada hasil perhitungan potensial *output* keseluruhan bagian *final regulation* dimana dapat dilihat pada lampiran 5 bahwa hasil *output* masih menunjukkan angka 19 unit/8 jam. Sehingga, tidak dapat dipungkiri memang apabila waktu siklus setelah adanya perbaikan membuat waktu kerja lebih lama, hal tersebut dikarenakan operator yang belum terbiasa dan harus ada penyesuaian dalam waktu yang cukup lama, serta melihat apakah postur perbaikan yang dilakukan efektif untuk membantu mengerjakan proses tersebut. Oleh karena itu dalam perhitungan ini peneliti hanya dapat memberikan analisis bahwa memang benar adanya hubungan antara perbaikan postur kerja dan potensial *output*.

5.5 Analisis Value Stream Mapping

Gambar *value stream mapping* pada kondisi awal menggambarkan detail proses di *leveling damper* departemen *Assy GP PT. Yamaha Indonesia*. Berdasarkan hasil *value stream mapping* tersebut dapat diketahui setiap proses dikerjakan oleh 1 orang dan aliran proses pemasok dimulai dari bagian *final regulation* hingga berakhir untuk dikirim ke bagian *voicing*. Urutan proses yang dilakukan oleh *leveling damper* secara umum untuk *Grand Piano All*

Model adalah melakukan *adjust damper front rear*, kemudian *adjust speed*, *leveling of damper*, *adjust damper stop rail*, *adjust & check damping*. Sedangkan untuk proses *Grand Piano* yang akan dikirim ke Jepang atau Eropa harus melalui proses pemasangan *sostenuto*.

Selain alur proses yang digambarkan dari *value stream mapping* didapat waktu siklus yang dibutuhkan pada tiap prosesnya. Proses yang memiliki waktu siklus tertinggi terjadi pada proses *adjust damper front rear* dengan waktu siklus sebesar 26,86 menit. Kemudian persentase aktivitas *value added* dan *non value added* yang didapat dari hasil *worksampling* menunjukkan bahwa operator pada bagian *leveling damper* memiliki 81% aktivitas *value added* dan 19% aktivitas *non value added*. Untuk standar kelonggaran umum PT. Yamaha Indonesia sebesar >20%, sehingga kelonggaran yang dimiliki bagian *leveling damper* sudah termasuk kategori baik.

Kemudian dari segi ergonomi yang ditambahkan dalam *value stream mapping*, dapat diketahui bahwa skor REBA untuk proses *adjust damper front rear* memiliki skor 10, *adjust speed* memiliki skor 4, *leveling damper* memiliki skor 7, *adjust damper stop rail* memiliki skor 8, *adjust & check damping* memiliki skor 5, dan merakit & *adjust sostenuto* memiliki skor 8. Dari hasil perhitungan REBA tersebut dapat dilihat proses yang memiliki skor REBA tertinggi adalah *adjust damper front rear*.

5.6 Usulan Perbaikan

Berdasarkan analisa ergonomi yang telah dilakukan dalam penelitian ini didapat beberapa usulan perbaikan untuk sistem kerja pada *leveling damper* terkait dengan *waste motion* yang ada, seperti perubahan postur, dan penambahan alat bantu mencegah cedera muskuloskeletal agar dapat mengurangi beban kerja operator.

5.6.1 Perubahan Postur Kerja

Dikarenakan hampir diseluruh proses *leveling damper* terjadi potensi cedera pada bagian muskuloskeletal maka usulan perubahan postur saat bekerja menjadi pilihan utama. Berikut

dibawah ini merupakan usulan perubahan postur kerja yang dilakukan pada masing-masing proses:

A. Proses *Adjust Damper Front Rear*

Usulan perbaikan postur kerja diberikan kepada aktivitas yang memiliki tingkat resiko sedang pada hasil perhitungan REBA, dan untuk proses *adjust damper front rear* memiliki skor REBA 10. Dengan mengubah postur punggung dari $>20^\circ$ menjadi rentang $0^\circ - 20^\circ$, kemudian merubah postur kaki menjadi tegak lurus dapat mengurangi skor REBA menjadi 9. Perubahan postur untuk pengurangan beban terjadi namun, tidak signifikan karena sulitnya merubah keadaan lingkungan kerja operator yang sudah menjadi kebiasaan sehari-hari.

B. Proses *Adjust Speed*

Usulan perbaikan postur kerja diberikan kepada aktivitas yang memiliki tingkat resiko sedang pada hasil perhitungan REBA, dan untuk proses *speed* memiliki skor REBA 4. Dengan mengubah postur punggung dari rentang $20^\circ - 60^\circ$ menjadi $0^\circ - 20^\circ$, namun, dengan adanya perubahan postur punggung menjadi lebih tegak mengakibatkan postur leher yang tadinya berada di rentang sudut $0^\circ - 20^\circ$ menjadi $>20^\circ$ dikarenakan harus membungkuk menyesuaikan keadaan pekerjaan. Sehingga perubahan skor REBA pada proses ini tidak terjadi namun, secara segi ergonomis punggung sudah sesuai.

C. Proses *Leveling Damper*

Usulan perbaikan postur kerja diberikan kepada aktivitas yang memiliki tingkat resiko sedang pada hasil perhitungan REBA, dan untuk proses *adjust damper front rear* memiliki skor REBA 7. Dengan mengubah postur leher dari $>20^\circ$ menjadi rentang $0^\circ - 20^\circ$. Hal tersebut dapat mengurangi skor REBA menjadi 6. Perubahan postur untuk pengurangan beban terjadi namun, tidak signifikan karena sulitnya merubah keadaan lingkungan kerja operator yang sudah menjadi kebiasaan sehari-hari.

D. Proses *Adjust Damper Stop Rail*

Usulan perbaikan postur kerja diberikan kepada aktivitas yang memiliki tingkat resiko sedang pada hasil perhitungan REBA, dan untuk proses *adjust damper stop rail* memiliki skor REBA 8. Dengan mengubah postur kaki jongkok satu kaki dengan

sudut postur lutut *flexion* 30° - 60° menjadi duduk bersimpuh dua kaki tetapi sudut postur lutut *flexion* berubah menjadi $>60^{\circ}$. Hal tersebut dapat mengurangi skor REBA menjadi 5. Perubahan postur untuk pengurangan beban terjadi namun, masih sulit untuk diterapkan kedalam keadaan lingkungan kerja operator yang sudah menjadi kebiasaan sehari-hari.

E. Proses *Adjust & Check Damping*

Usulan perbaikan postur kerja diberikan kepada aktivitas yang memiliki tingkat resiko sedang pada hasil perhitungan REBA, dan untuk proses *adjust & Check Damping* memiliki skor REBA 5. Dengan mengubah postur lengan atas dari sudut 20° - 45° menjadi -20° - 20° , lalu perubahan pada postur punggung yang tadinya miring menjadi agak tegap. Hal tersebut dapat mengurangi skor REBA menjadi 4. Perubahan postur untuk pengurangan beban terjadi namun, tidak signifikan karena sulitnya merubah keadaan lingkungan kerja operator yang sudah menjadi kebiasaan sehari-hari.

F. Proses Merakit & *Adjust Sostenuto*

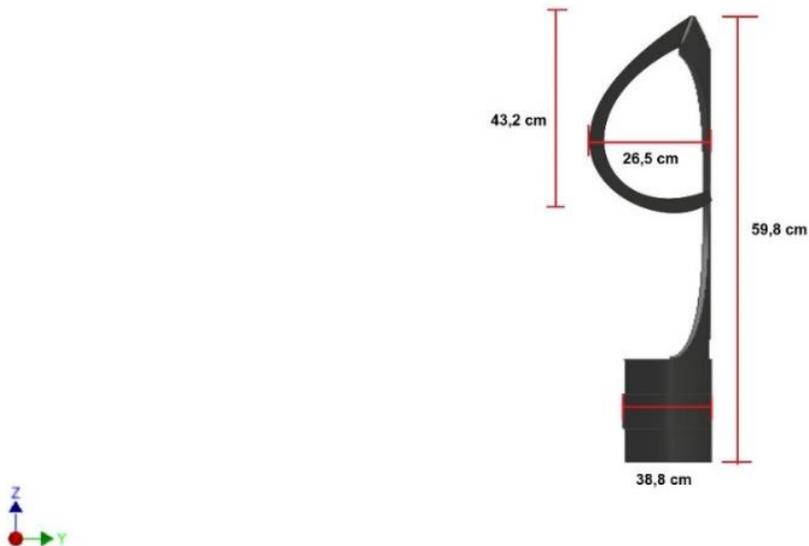
Usulan perbaikan postur kerja diberikan kepada aktivitas yang memiliki tingkat resiko sedang pada hasil perhitungan REBA, dan untuk proses *adjust damper sostenuto* memiliki skor REBA 8. Dengan mengubah postur kaki jongkok satu kaki dengan sudut postur lutut *flexion* 30° - 60° menjadi duduk bersimpuh dua kaki tetapi sudut postur lutut *flexion* berubah menjadi $>60^{\circ}$. Hal tersebut dapat mengurangi skor REBA menjadi 5. Perubahan postur untuk pengurangan beban terjadi namun, masih sulit untuk diterapkan kedalam keadaan lingkungan kerja operator yang sudah menjadi kebiasaan sehari-hari.

5.6.2 Pemberian Alat Bantu Kerja

Usulan perbaikan sistem kerja menggunakan alat bantu untuk mengurangi potensi cedera muskuloskeletal dalam penelitian ini dirancang alat berupa “*lumbar & back support*” yang terinspirasi dari penelitian (Mathias & Rougier, 2010) yang menjelaskan bahwa penggunaan *lumbar brace* dideteksi dapat mengurangi pusat tekanan (*centre of pressure*) pada

perpindahan antara *mediolateral* dan *anteroposterior axes*, dan alat akan lebih efektif apabila digunakan dalam keadaan duduk atau sedang tidak dalam posisi berdiri.

Dalam penelitian ini dirancang alat bantu yang diharapkan dapat berfungsi untuk membantu mengurangi rasa sakit pada bagian belakang tubuh yaitu punggung dan pinggang setelah bekerja dengan *awkward posture* dalam waktu yang lama, sehingga nantinya alat ini mungkin dapat digunakan saat operator sedang keadaan istirahat dan duduk. Alat ini dirancang berdasarkan dari hasil perhitungan antropometri data operator *leveling damper* yang telah diukur dan dari bank data antropometri Indonesia untuk kriteria jenis kelamin dan usia yang sama. Rencana penggunaan bahan yang nantinya akan digunakan pada alat bantu ini merupakan jenis bahan yang elastis mengikuti bentuk tubuh, memiliki sirkulasi udara yang baik. Adapun hasil rancangan alat bantu kerja untuk bagian *leveling damper* adalah sebagai berikut:



Gambar 5. 1 Desain Tampak Samping



Gambar 5. 2 Desain Tampak Depan

Berdasarkan gambar 5.1 dan gambar 5.2 alat bantu yang diusulkan peneliti dalam penelitian ini diukur berdasarkan data antropometri operator yang ada pada *leveling damper*, dapat dilihat dari gambar diatas bahwa untuk ukuran lebar pinggang adalah sebesar 43,8 cm, lebar bahu 61,3 cm, lebar bahu atas 44,6 cm, tebal perut 38,8 cm, tinggi bahu duduk 59,8 cm, tebal badan 26,5 cm, dan panjang lengan atas 43,2 cm.

5.7 Analisis *Lean Ergonomic*

Perbaikan sistem kerja yang dilakukan untuk meminimasi *waste of ergo* dimulai dari tahap pertama yaitu identifikasi *waste* menggunakan pendekatan 5W+1H dimana berdasarkan pada tabel 4.6 didapat hasil bahwa *waste* terbanyak merupakan *waste* jenis *motion* yang hamper terdapat di seluruh proses *leveling damper*. Tahap kedua adalah pengumpulan dan pengolahan data menggunakan *tools* ergonomi terhadap proses yang termasuk jenis *waste motion*, adapun *tools* yang digunakan adalah *nordic body map* untuk mendukung apakah benar hasil dari identifikasi 5W+1H bahwa proses yang terdapat *waste motion* menyebabkan keluhan sakit di beberapa bagian tubuh operator dimana berdasarkan pada grafik gambar 4.8

dan didapat hasil bahwa operator merasakan keluhan sakit dibagian tubuh pinggang, punggung, leher, pergelangan tangan, lengan atas, lutut, betis dan pergelangan kaki.

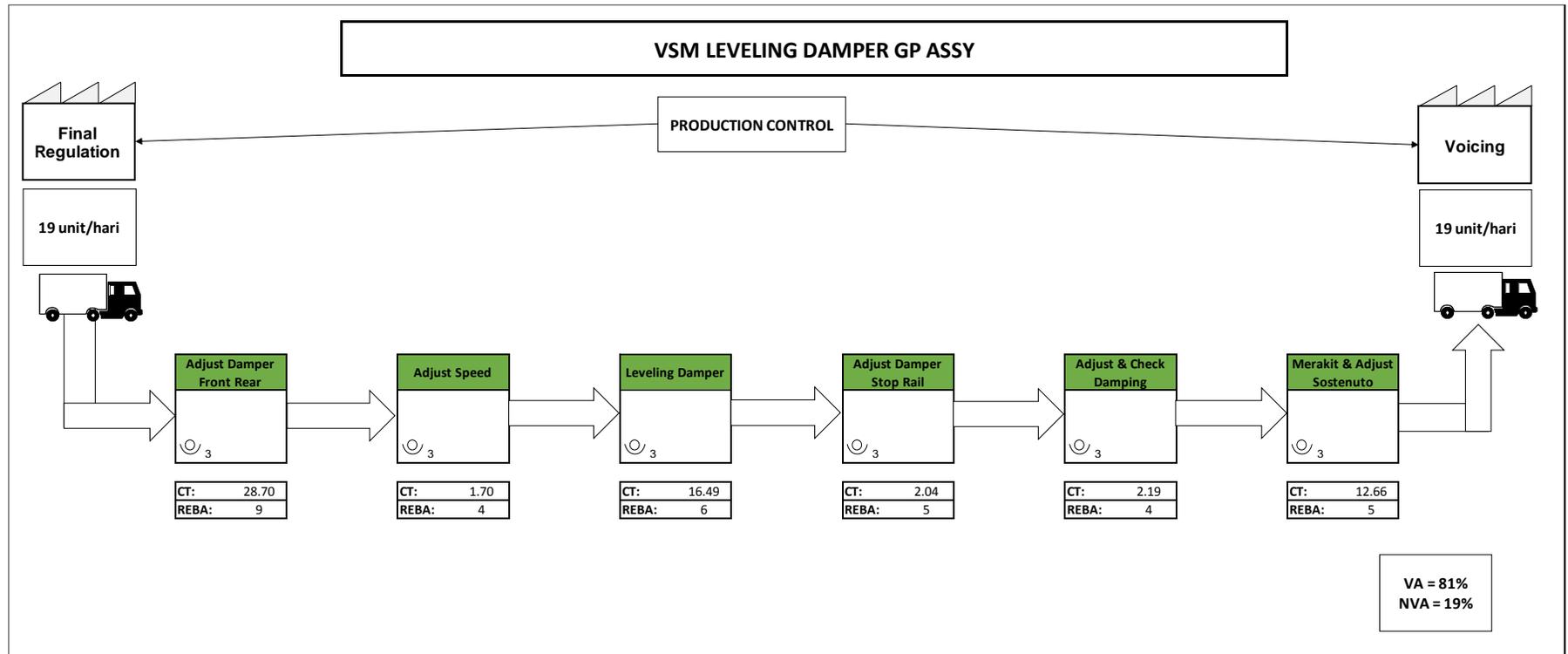
Kemudian *tools* yang berikutnya digunakan adalah REBA untuk menghitung bagaimana keadaan postur yang dimiliki operator dimana berdasarkan pada tabel 4.21 didapat hasil bahwa pada proses *adjust damper front rear* memiliki skor 10, *adjust speed* memiliki skor 4, *leveling damper* memiliki skor 7, *adjust damper stop rail* memiliki skor 8, *adjust & check damping* memiliki skor 5 dan merakit & *adjust* sostenuto memiliki skor 8 yang menunjukkan bahwa hampir disetiap proses *leveling damper* memiliki kategori skor sedang hingga tinggi. Kemudian, *tools* yang berikutnya digunakan adalah *worksampling* yang bertujuan untuk mengidentifikasi apakah dengan keadaan kerja sebelum adanya perbaikan aktivitas *value added* dan *non value added* yang dimiliki oleh bagian *leveling damper* dan hasil margin yang didapat dari *worksampling* akan digunakan dalam perhitungan *line balance* dan berdasarkan pada tabel 4.7 didapat hasil bahwa aktivitas *value added* yang dimiliki *leveling damper* sebesar 81% diikuti dengan *margin* kerja atau aktivitas *non value added* sebesar 19%, dan dapat dikatakan bahwa dengan keadaan sebelum adanya perubahan sistem kerja bagian *leveling damper* aktivitas kerja yang dimiliki sudah optimal dikarenakan tidak melebihi standar *margin* perusahaan yaitu >20%. Kemudian *tools* yang berikutnya adalah antropometri yang akan digunakan sebagai dasar ukuran rancangan alat bantu dalam penelitian ini.

Setelah pengumpulan dan pengolahan data menggunakan *tools* ergonomi sudah dilakukan maka, diberikannya usulan perbaikan untuk dapat meminimasi skor REBA yang tinggi yang merupakan dampak dari *waste motion* yaitu, dengan melakukan perubahan postur kerja yang sesuai dengan standar ergonomi dan merancang sebuah alat yang dapat mengurangi keluhan sakit yang dirasa oleh operator. Adapun hasil dari perbaikan yang diusulkan dapat mengurangi *waste motion* terhadap skor REBA yang ada pada proses *adjust damper front rear* menjadi 9, *adjust speed* menjadi 4, *leveling damper* menjadi 6, *adjust damper stop rail* menjadi 5, *adjust & check damping* menjadi 4 dan merakit & *adjust* sostenuto menjadi 5. Kemudian, pada waktu siklus setelah adanya perbaikan terjadi penambahan sebesar 7% pada proses *adjust damper front rear* yang sebelumnya memiliki waktu siklus sebesar 26,86 menit menjadi 28,70 menit dan terjadi penambahan sebesar 26% pada proses *leveling damper* yang sebelumnya memiliki waktu siklus sebesar 13,13 menit

menjadi 16,49 menit. Namun, pada proses lainnya mengalami penurunan waktu siklus sebesar 35% pada proses *adjust speed*, 29% pada proses *adjust damper stop rail*, 3% pada proses *adjust & check damping*, 8% pada proses merakit & *adjust sostenuto*.

Dapat disimpulkan bahwa dengan adanya perbaikan sistem kerja yang bertujuan untuk meminimasi *waste motion* dalam penelitian ini terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu, perubahan postur kerja yang tidak dapat optimal pada beberapa proses dikarenakan belum terbiasanya operator dan terdapat ketidaksesuaian postur kerja dengan proses kerja sebelumnya sehingga membuat tidak nyaman operator bahkan dengan postur yang sudah sesuai standar ergonomi, sehingga hal tersebut tidak hanya membuat penurunan waktu siklus namun juga terjadi penambahan waktu siklus pada proses tertentu yang memang tidak memungkinkan menggunakan postur yang diusulkan. Hasil tersebut dapat dilihat berdasarkan perhitungan *line balance* pada tabel 4.23 dan tabel 4.25 yang telah dilakukan, bahwa sebelum adanya perubahan sistem kerja operator pada bagian *leveling damper* memiliki potensial *output* sebesar 21 unit piano/8 jam, sedangkan setelah adanya perbaikan potensial *output* yang dimiliki hanya sebesar 19 unit piano/8 jam. Namun, hal tersebut tidak terlalu berpengaruh pada perhitungan *line balance* keseluruhan di bagian *final regulation* yang dapat dilihat pada lampiran 5 dimana potensial *output* yang dimiliki *final regulation* masih dalam angka 19 unit piano/8 jam.

5.8 Analisis *Future Value Stream Mapping*



Gambar 5. 3 *Future Value Stream Mapping*

Setelah dilakukannya perbaikan sistem kerja dengan perubahan postur tubuh operator saat bekerja dapat dilihat berdasarkan *future value stream mapping* pada gambar 5.3 bahwa disetiap proses memiliki penurunan skor REBA, dimana pada proses *adjust damper front rear* dari 10 menjadi 9, *adjust speed* tetap 4, *leveling damper* dari 8 menjadi 6, *adjust damper stop rail* dari 8 menjadi 5, *adjust & check damping* dari 5 menjadi 4, dan merakit & *adjust sostenuto* dari 8 menjadi 5. Namun, pada proses *adjust damper front rear* terjadi penambahan waktu siklus dari 26,86 menit menjadi 28,70 menit dikarenakan perubahan postur punggung dari $>20^\circ$ menjadi rentang $0^\circ - 20^\circ$ seperti yang terlihat pada lampiran 4 menyebabkan sulitnya operator mengerjakan proses pemerataan *damper* pada *wire string* yang mengharuskan operator melihat lebih dekat pada piano. Kemudian, pada proses *leveling damper* terjadi juga penambahan waktu siklus dari 13,13 menit menjadi 16,49 menit dikarenakan perubahan postur leher dari $>20^\circ$ menjadi rentang $0^\circ - 20^\circ$ seperti yang terlihat pada lampiran 4 yang agak membuat sulit operator melakukan pengecekan *damper assy* apakah sudah bergerak secara bersamaan dan tegak lurus terhadap *string* ketika pedal diinjak, dikarenakan pada proses tersebut operator harus lebih mendekatkan posisi leher dan dada ke piano. Terjadinya hal seperti ini perlu dilakukan penyesuaian postur kembali untuk menjadikan operator lebih terbiasa namun tidak lupa memperhatikan faktor apakah postur ini memungkinkan untuk dilakukan atau tidak.