

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Analisis Hasil Kuisisioner Nordic Body Map

5.1.1. Analisis Hasil Kuisisioner Nordic Body Map Operator Mesin *Double Sizer*

Berdasarkan hasil kuisisioner NBM yang telah diisi oleh operator terdapat keluhan subjektif yang dialami oleh operator sebanyak 43% atau 11 bagian tubuh pada saat melakukan pengangkatan kabinet secara manual. Dari 43% bagian tubuh yang merasakan keluhan, sebanyak 11% atau 3 bagian tubuh merasakan keluhan pada level menyakitkan yaitu pada bagian pinggang, pantat dan bagian bawah pantat. Sedangkan 32% sisianya atau 8 bagian lain terasa cukup menyakitkan yaitu pada bagian bahu kanan, bahu kiri, lengan atas kiri, lengan atas kanan, tangan kanan, tangan kiri, serta betis kanan dan betis kiri.

Dengan adanya keluhan yang dialami operator maka PT. Yamaha Indonesia melakukan perbaikan dengan cara memberikan alat bantu pengangkatan yaitu *Automatic Handlift* pada operator mesin *Double Sizer*. Hasil kuisisioner NBM yang diisi oleh operator setelah menggunakan *Automatic Handlift* menunjukkan hanya 21% atau 6 bagian yang mengalami keluhan. Keenam bagian tersebut adalah lengan atas kanan, lengan atas kiri, tangan kanan, tangan kiri, betis kiri dan betis kanan yang mengalami rasa sakit yang cukup. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan penggunaan alat *automatic handlift* dapat menurunkan tingkat keluhan muskuloskeletal yang dialami oleh operator mesin *Double Sizer* sebesar 22%.

5.1.2. Analisis Hasil Kuisisioner Nordic Body Map Operator Mesin *Ban Saw*

Berdasarkan hasil kuisisioner NBM yang telah diisi oleh operator terdapat keluhan subjektif yang dialami oleh operator pada hampir seluruh bagian tubuh dengan tingkatan yang berbeda-beda. Adapun 79% atau 13 bagian tubuh mengalami keluhan sangat menyakitkan yaitu bahu kiri, bahu kanan, pinggang, pantat, bagian bawah pantat, lengan bawah kanan/kiri, pergelangan tangan kanan/kiri, tangan kanan/kiri dan kaki kanan/kiri. Dan 39% atau 11 bagian tubuh lainnya mengalami keluhan sakit adalah leher atas, leher bawah, lengan atas kanan/kiri, punggung, siku kanan/kiri dan pergelangan kaki kanan/kiri. Dan sisanya 14% atau 4 bagian tubuh yaitu lutut kanan/kiri dan betis kanan/kiri mengalami keluhan cukup menyakitkan.

Dengan adanya keluhan yang dialami operator maka PT. Yamaha Indonesia melakukan perbaikan dengan cara memberikan alat bantu pengangkatan yaitu *Manual Handlift* pada operator mesin *Ban Saw*. Hasil kuisisioner NBM yang diisi oleh operator setelah menggunakan *Manual Handlift* menunjukkan hanya 43% atau 12 bagian yang mengalami keluhan. Sebanyak 22% atau 6 bagian yaitu bahu kanan/kiri, siku kanan/kiri dan lengan bawah kanan/kiri mengalami keluhan cukup sakit. Sedangkan 21% sisanya atau 6 bagian lain yaitu lengan atas kanan/kiri, pergelangan tangan kanan/kiri dan tangan kanan/kiri mengalami keluhan pada level sakit. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan penggunaan alat *manual handlift* dapat menurunkan tingkat keluhan muskuloskeletal yang dialami oleh operator mesin *Double Sizer* sebesar 57%.

5.2. Analisis Hasil Skor Postur Kerja Metode REBA

5.2.1. Postur Kerja Operator Mesin *Double Suzer*

Setelah semua gerakan beberapa bagian tubuh sudah diidentifikasi beserta dengan klasifikasi beban, *coupling* dan *activity score* selanjutnya data tersebut diolah menggunakan *software* Ergofellow dan menghasilkan skor REBA dari aktivitas pengangkatan secara manual adalah 10. Skor REBA tersebut menunjukkan bahwa

postur kerja pada saat aktivitas pengangkatan secara manual memiliki resiko yang tinggi akan terjadinya cedera pada sistem muskuloskeletal sehingga diperlukan investigasi lebih lanjut untuk mengetahui penyebab postur tersebut berbahaya sehingga dapat dilakukan tindakan perubahan atau perbaikan. Beberapa hal yang menyebabkan postur kerja aktivitas pengangkatan secara manual memiliki resiko yang tinggi salah satunya adalah postur yang tidak natural (*awkward posture*) dari beberapa bagian tubuh seperti lengan atas, lengan bawah dan punggung.

Bagian punggung yang membentuk sudut sebesar $73,40^\circ$ menyebabkan operator membungkuk pada saat melakukan aktivitas pengangkatan manual. Jaringan pada bagian punggung umumnya kendur dalam postur tegak netral, dan setiap postur non-netral seperti gerakan membungkuk akan menyebabkan ketegangan pada beberapa jaringan tersebut sehingga dapat menyebabkan ketidaknyamanan atau kerusakan ketika melebihi nilai ambang batas atau ketika dilakukan dalam waktu yang lama (Delleman et al., 2004). Kondisi tersebut terlihat saat operator melakukan gerakan membungkuk ketika melakukan pengangkatan kabinet yang berada pada pallet dan gerakan ini dilakukan selama 8 jam kerja sehingga resiko cedera pada bagian punggung meningkat. Aktivitas pengangkatan manual tersebut juga menyebabkan lengan atas melakukan gerakan *flexion* sehingga terbentuk sudut antara lengan atas dan bahu sebesar $43,57^\circ$, sedangkan postur lengan bawah menyebabkan terbentuknya sudut dengan lengan atas atau sudut pada siku sebesar $52,97^\circ$. Dengan besarnya sudut pada bagian bahu dan siku maka hal ini akan menimbulkan resiko cedera muskuloskeletal karena semakin besar sudut yang terbentuk akibat gerakan *flexion* pada dua bagian tersebut semakin tinggi pula resiko cedera yang dapat ditimbulkan (Nath et al., 2017).

Sedangkan pada aktivitas pengangkatan menggunakan alat *automatic handlift* hasil akhir skor REBA sebesar 4. Skor REBA tersebut menunjukkan bahwa postur kerja pada saat aktivitas pengangkatan menggunakan alat *automatic handlift* yang dilakukan oleh operator memiliki tingkat resiko sedang/medium akan terjadinya cedera pada sistem muskuloskeletal. Sebelumnya ketinggian kabinet sangat rendah sehingga menimbulkan postur membungkuk pada bagian punggung, namun dengan menggunakan alat *automatic handlift* maka ketinggian kabinet dapat disesuaikan dengan tubuh operator sehingga gerakan pengangkatan dapat dilakukan dengan postur

yang lebih baik seperti punggung yang tidak membungkuk dan pengurangan sudut pada bagian bahu. Namun untuk bagian siku sudutnya mengalami penambahan nilai yang disebabkan karena gerakan alami pengangkatan yang menyebabkan bagian lengan bawah tetap melakukan gerakan *flexion* sehingga level resiko menurun hanya pada level medium dan belum mencapai level ringan. Dari hasil evaluasi dua postur kerja operator mesin *Double Sizer* menunjukkan bahwa perbaikan yang dilakukan dengan cara menggunakan alat *automatic handlift* memberikan efek yang cukup signifikan jika dilihat dari aspek postur kerja operator.

5.2.2. Postur Kerja Operator Mesin *Ban Saw*

Setelah semua gerakan beberapa bagian tubuh sudah diidentifikasi beserta dengan klasifikasi beban, *coupling* dan *activity score* selanjutnya data tersebut diolah menggunakan software Ergofellow dan menghasilkan skor REBA dari aktivitas pengangkatan secara manual adalah 8. Skor REBA tersebut menunjukkan bahwa postur kerja pada saat aktivitas pengangkatan secara manual yang dilakukan oleh operator memiliki resiko yang tinggi akan terjadinya cedera pada sistem muskuloskeletal. Penyebab postur kerja aktivitas pengangkatan secara manual memiliki resiko yang tinggi salah satunya adalah postur yang tidak alami (*awkward posture*) dari beberapa bagian tubuh seperti lengan bawah, leher dan punggung.

Bagian punggung yang membentuk sudut sebesar $73,29^\circ$ menyebabkan operator membungkuk pada saat melakukan aktivitas pengangkatan secara manual. Seperti yang terjadi pada operator mesin *Double Sizer*, telah dijelaskan bahwa gerakan yang tidak natural seperti membungkuk dapat menimbulkan ketegangan pada jaringan-jaringan pada area tersebut yang dapat memicu terjadinya cedera (Delleman et al., 2004). Sedangkan gerakan pada bagian lengan bawah menyebabkan terbentuknya sudut pada bagian siku sebesar $46,09^\circ$. Besarnya sudut pada bagian siku tersebut dapat menyebabkan peningkatan resiko cedera (Nath et al., 2017). Untuk bagian leher terbentuk gerakan *extension* sebesar $25,04^\circ$. Bagian leher yang mengalami gerakan *extension* pada saat kegiatan pengangkatan dengan tinggi jarak pengangkatan sekitar

siku seperti yang dilakukan operator *Ban Saw* akan menyebabkan ketegangan otot pada bagian belakang leher karena penggunaan kekuatan otot hingga 50% sehingga menimbulkan resiko terjadinya cedera (Nimbarte 2014; Peolsson et al. 2013).

Sedangkan pada aktivitas pengangkatan menggunakan alat *manual handlift* hasil akhir skor REBA sebesar 5. Skor REBA tersebut menunjukkan bahwa postur kerja pada saat aktivitas pengangkatan menggunakan alat *manual handlift* yang dilakukan oleh operator memiliki tingkat resiko sedang/medium akan terjadinya cedera pada sistem muskuloskeletal. Sebelumnya ketinggian kabinet sangat rendah sehingga menimbulkan postur membungkuk pada bagian punggung, namun dengan menggunakan alat *automatic handlift* maka ketinggian kabinet dapat disesuaikan dengan tubuh operator sehingga gerakan pengangkatan dapat dilakukan dengan postur yang lebih baik seperti punggung yang tidak membungkuk dan leher yang tegak. Namun untuk bagian siku sudutnya mengalami penambahan nilai yang disebabkan karena gerakan alami pengangkatan yang menyebabkan bagian lengan bawah tetap melakukan gerakan *flexion* sehingga level resiko menurun hanya pada level medium dan belum mencapai level ringan. Dari hasil evaluasi dua postur kerja operator mesin *Ban Saw* menunjukkan bahwa perbaikan yang dilakukan dengan cara menggunakan alat *manual handlift* memberikan efek yang cukup signifikan jika dilihat dari aspek postur kerja operator.

5.3. Analisis Hasil Perhitungan MPL

5.3.1. Analisis Hasil MPL Aktivitas Pengangkatan Operator Mesin *Double Sizer*

Operator mesin *Double Sizer* dalam pekerjaannya melakukan aktivitas pengangkatan berbagai macam kabinet yang akan diproses pada mesin *Double Sizer*. Namun dalam penelitian ini diambil sampel kabinet papan *side arm* yang mempunyai berat 16,5 kg. Berdasarkan hasil perhitungan nilai F_c operator mesin *Double Sizer* pada saat melakukan aktivitas pengangkatan secara manual mempunyai nilai F_c sebesar 4756,37 N. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa aktivitas pengangkatan secara manual yang dilakukan oleh operator mesin *Double Sizer* mempunyai resiko terjadinya *low back pain*

pada pekerja. Oleh karena itu untuk mencegah resiko tersebut PT. Yamaha Indonesia melakukan perbaikan dengan melakukan pengadaan alat angkat otomatis (*Automatic Handlift*).

Setelah dilakukan perbaikan tersebut nilai Fc dari operator mesin *Double Sizer* mengalami penurunan menjadi 1346,56 N. Berdasarkan nilai Fc tersebut maka aktivitas pengangkatan yang dilakukan oleh operator dengan menggunakan alat *automatic handlift* tidak menimbulkan resiko terjadinya *low back pain*. Jika dihitung lebih lanjut akibat penggunaan alat *automatic handlift* menyebabkan penurunan nilai Fc sebesar 72%. Efek dari penggunaan alat *automatic handlift* ini terlihat dari jarak ketinggian pengangkatan awal yang berubah dimana dengan menggunakan alat *automatic handlift* ketinggian kabinet yang akan diangkat dapat disesuaikan sesuai tinggi tubuh operator. Jarak tinggi posisi awal pengangkatan merupakan salah satu penyebab tingginya momen gaya dimana semakin rendah jarak tinggi pengangkatan awal maka semakin besar juga momen gaya yang tercipta sehingga meningkatkan besarnya gaya pada segmen L5/S1 (Lavender et al., 2003). Pada pengangkatan manual, kabinet diangkat dari bawah (ketinggian lantai) sehingga menciptakan momen gaya yang besar dan gaya yang besar pula pada segmen L5/S1. Dengan penggunaan alat *automatic handlift* maka ketinggian kabinet dapat disesuaikan sehingga momen gaya dan gaya pada segmen L5/S1 dapat dikurangi. Hal ini menunjukkan dengan adanya langkah perbaikan menggunakan alat *Automatic Handlift* dapat menurunkan resiko terjadinya *low back pain* bagi operator pada saat melakukan aktivitas pengangkatan kabinet.

5.3.2. Analisis Hasil MPL Aktivitas Pengangkatan Operator Mesin *Ban Saw*

Analisis biomekanika juga dilakukan pada operator mesin *Ban Saw* untuk mengetahui besarnya nilai Fc yang diterima operator pada saat melakukan aktivitas pengangkatan kabinet papan *treble*. Pada saat melakukan aktivitas pengangkatan secara manual, nilai Fc yang didapatkan sebesar 4906,99 N sehingga dapat dikatakan bahwa aktivitas pengangkatan kabinet yang dilakukan operator mesin *Ban Saw* tersebut memiliki resiko terjadinya *low back pain*. Untuk mengurangi resiko yang dialami oleh operator maka

dilakukan perbaikan dengan menggunakan alat bantu yaitu alat *manual handlift* untuk mempermudah operator dalam melakukan pekerjaannya.

Perhitungan Fc kembali dilakukan ketika operator sudah menggunakan alat *manual handlift* untuk mengangkat kabinet papan *treble* dan hasilnya menunjukkan nilai Fc yang didapatkan sebesar 2047,88 N. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aktivitas pengangkatan yang dilakukan operator mesin *Ban Saw* ketika menggunakan alat *manual handlift* tidak memiliki resiko terjadinya *low back pain* bagi operator. Jika dihitung lebih lanjut akibat penggunaan alat *manual handlift* menyebabkan penurunan nilai Fc sebesar 58%. Efek dari penggunaan alat *manual handlift* ini terlihat dari jarak ketinggian pengangkatan awal yang berubah dimana dengan menggunakan alat *manual handlift* ketinggian kabinet yang akan diangkat dapat disesuaikan sesuai tinggi tubuh operator. Namun penurunan nilai Fc pada operator *Ban Saw* tidak sebesar operator *Double Sizer*. Hal ini disebabkan oleh perubahan ketinggian posisi awal pengangkatan dari kedua operator yang menyebabkan perbedaan penurunan nilai momen gaya pada segmen L5/S1. Namun secara umum perbaikan yang dilakukan dengan menggunakan alat *manual handlift* mampu mengurangi resiko cedera bagi operator mesin *Ban Saw* ketika melakukan aktivitas pengangkatan kabinet papan *treble*.

5.4. Analisis Hasil Perhitungan RWL

5.4.1. Analisis Hasil Perhitungan RWL Operator Mesin *Double Sizer*

Dari hasil perhitungan metode RWL, operator memiliki nilai RWL *origin* sebesar 8,95 kg dan nilai LI *origin* sebesar 1,84 pada saat pengangkatan manual. Artinya pada kondisi pengangkatan tersebut seharusnya operator hanya mampu mengangkat beban maksimal sebesar 8,95 kg agar tidak beresiko terjadinya *low back pain*, namun kenyatannya operator harus mengangkat kabinet yang mempunyai beban sebesar 16,5 kg. Nilai LI sebesar 1,84 yang melebihi 1 juga mengindikasikan bahwa pada saat aktivitas pengangkatan yang masih dilakukan secara manual operator memiliki resiko akan terjadinya *low back pain*. Sedangkan pada posisi *destination* mempunyai nilai RWL sebesar 13,99 kg dan nilai LI sebesar 1,18. Dari hasil tersebut juga

mengindikasikan bahwa kondisi pengangkatan pada posisi *destination* masih memiliki resiko yang tinggi terjadinya *low back pain* pada operator.

Berdasarkan hasil RWL dan LI pada kondisi *origin* dan *destination* dapat disimpulkan bahwa aktivitas pengangkatan operator mesin *Double Sizer* secara manual masih menimbulkan resiko bagi operator. Jika diteliti dari segi analisis metode RWL, ada beberapa faktor yang menjadi penyebab tinggi rendahnya resiko *low back pain* terjadi. Faktor tersebut adalah input pada metode RWL sendiri yaitu nilai jarak vertikal (VM), jarak horizontal (H), frekuensi pengangkatan (FM), jenis *coupling* (CM) dan sudut asimetri (AM) yang terbentuk. Jika dilihat pada aktivitas pengangkatan manual ini salah satu faktor yang berpengaruh adalah faktor jarak vertikal beban (VM) atau ketinggian posisi pengangkatan. Ketinggian posisi pengangkatan yang terlalu rendah memicu penambahan sudut bagian pinggang dan sudut inklinasi punggung sehingga menyebabkan postur membungkuk yang berbahaya (Plamondon et al., 2012). Hal ini lah yang terjadi pada operator mesin *Double Sizer* ketika melakukan pengangkatan manual dimana posisi kabinet yang rendah menyebabkan operator membungkuk ketika melakukan pengangkatan

Selanjutnya analisis metode RWL dilakukan kembali pada saat aktivitas pengangkatan dilakukan menggunakan alat *automatic handlift*. Pada posisi *origin*, operator memiliki nilai RWL *origin* sebesar 14,76 kg dan nilai LI *origin* sebesar 1,12. Artinya pada kondisi pengangkatan tersebut seharusnya operator hanya mampu mengangkat beban maksimal sebesar 14,76 kg agar tidak beresiko terjadinya *low back pain*, namun kenyatannya operator harus mengangkat kabinet yang mempunyai beban sebesar 16,5 kg. Nilai LI sebesar 1,12 yang melebihi 1 juga mengindikasikan bahwa aktivitas tersebut memiliki resiko akan terjadinya *low back pain*. Namun nilai LI tersebut lebih kecil dibandingkan dengan nilai LI *origin* pada saat aktivitas pengangkatan manual. Sedangkan pada posisi *destination* mempunyai nilai RWL sebesar 18,63 kg dan nilai LI sebesar 0,89. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa kondisi pengangkatan pada posisi *destination* tidak memiliki resiko terjadinya *low back pain* karena nilai LI yang kurang dari 1. Hal ini disebabkan jarak ketinggian vertikal kabinet (V) yang menjadi lebih tinggi akibat dari penggunaan alat *automatic handlift* sehingga mempermudah operator ketika melakukan pengangkatan kabinet.

5.4.2. Analisis Hasil Perhitungan RWL Operator Mesin *Ban Saw*

Hasil perhitungan RWL pada saat operator mesin *Ban Saw* melakukan aktivitas pengangkatan secara manual didapatkan bahwa nilai RWL pada posisi *origin* sebesar 14,70 kg dan nilai LI *origin* sebesar 1,02. Artinya pada kondisi pengangkatan tersebut seharusnya operator hanya mampu mengangkat beban maksimal sebesar 14,70 kg agar tidak beresiko terjadinya *low back pain*, namun kenyatannya operator harus mengangkat kabinet yang mempunyai beban sebesar 16,5 kg. Nilai LI sebesar 1,02 yang melebihi 1 juga mengindikasikan bahwa pada saat aktivitas pengangkatan yang masih dilakukan secara manual operator memiliki resiko akan terjadinya *low back pain* meskipun nilainya hanya sedikit lebih besar dari 1. Sedangkan pada posisi *destination* mempunyai nilai RWL sebesar 22,37 kg dan nilai LI sebesar 0,67.

Berdasarkan hasil RWL dan LI pada kondisi *origin* dapat disimpulkan bahwa aktivitas pengangkatan operator mesin *Ban Saw* secara manual masih menimbulkan resiko bagi operator, sedangkan pada kondisi *destination* dapat disimpulkan bahwa aktivitas pengangkatan tidak menimbulkan resiko bagi operator. Jika diteliti dari segi analisis metode RWL, ada beberapa faktor yang menjadi penyebab tinggi rendahnya resiko *low back pain* terjadi. Faktor tersebut adalah input pada metode RWL sendiri yaitu nilai jarak vertikal (VM), jarak horizontal (H), frekuensi pengangkatan (FM), jenis *coupling* (CM) dan sudut asimetri (AM) yang terbentuk.

Jika dianalisis lebih lanjut nilai jarak vertikal (FM) sangat berpengaruh, karena dengan adanya selisih jarak vertikal (DM) yang cukup besar maka dapat menyulitkan operator ketika melakukan pengangkatan karena posisi *origin* kabinet yang berada dibawah. Hal tersebut tentunya akan menyebabkan operator melakukan postur kerja yang tidak baik (membungkuk) pada saat pengangkatan sehingga bisa menimbulkan resiko *low back pain*. Namun jika dilihat nilai LI dan RWL operator mesin *Ban Saw* mempunyai selisih yang cukup jauh dibandingkan nilai RWL dan LI operator mesin *Double Sizer* pada saat aktivitas pengangkatan manual, dimana nilai RWL dan LI operator mesin *Ban Saw* lebih kecil. Hal ini disebabkan salah satu faktor lainnya yaitu frekuensi pengangkatan (FM). Peningkatan frekuensi pengangkatan memicu aktivitas

otot yang lebih tinggi sehingga memicu terjadinya ketegangan otot yang dapat menimbulkan cedera (Al-Ashaik et al., 2015). Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa operator mesin *Ban Saw* tidak selama 8 jam penuh bekerja pada mesin *Ban Saw* namun terkadang bekerja menggunakan mesin lain yang dalam pekerjaannya tidak melibatkan aktivitas pengangkatan. Sehingga frekuensi pengangkatan yang dilakukan tidak sebanyak operator mesin *Double Sizer* yang mempunyai frekuensi pengangkatan 3 angkatan/menit. Jadi walaupun postur yang tidak baik pada saat pengangkatan, namun karena frekuensi pengangkatan yang dilakukan tidak terlalu sering maka resiko yang ditimbulkan tidak sebesar pada operator mesin *Double Sizer* pada saat aktivitas pengangkatan manual.

Selanjutnya analisis metode RWL dilakukan kembali pada saat aktivitas pengangkatan dilakukan menggunakan alat *manual handlift*. Pada posisi *origin*, operator memiliki nilai RWL *origin* sebesar 20,23 kg dan nilai LI *origin* sebesar 0,74. Sedangkan pada posisi *destination* mempunyai nilai RWL sebesar 25,72 kg dan nilai LI sebesar 0,58. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa kondisi pengangkatan pada posisi *destination* tidak memiliki resiko terjadinya *low back pain* karena nilai LI yang kurang dari 1. Berdasarkan hasil RWL dan LI pada kondisi *origin* dan *destination* dapat disimpulkan bahwa aktivitas pengangkatan operator mesin *Ban Saw* menggunakan alat *manual handlift* tidak beresiko menimbulkan *low back pain*. Hal ini disebabkan jarak ketinggian vertikal kabinet (V) yang menjadi lebih tinggi akibat dari penggunaan alat *manual handlift* sehingga mempermudah operator ketika melakukan pengangkatan kabinet.

5.5. Analisis Perhitungan Stopwatch

5.5.1. Analisis Perhitungan Stopwatch Operator Mesin *Double Sizer*

Berdasarkan perhitungan *stopwatch* didapatkan waktu proses operator ketika melakukan proses kabinet *side arm* dengan pengangkatan secara manual adalah 20,99 detik. Sedangkan waktu proses operator ketika melakukan proses kabinet *side arm* dengan pengangkatan menggunakan *automatic handlift* adalah 15,58 detik atau terjadi

penurunan sebesar 26%. Hal ini menunjukkan dengan penggunaan *automatic handlift* dapat mempercepat proses kabinet side arm pada mesin *double sizer*.

Penurunan waktu proses yang signifikan dikarenakan penurunan waktu yang terjadi pada elemen kerja mengangkat kabinet ke mesin *double sizer*. Alat *automatic handlift* yang digunakan mampu membantu operator dengan mengangkat tumpukan kabinet *side board* sesuai dengan ketinggian yang diinginkan sehingga proses pengangkatan oleh operator dapat dilakukan dengan lebih cepat. Hal ini tentunya berbeda jika dibandingkan ketika pengangkatan dilakukan secara manual dimana operator melakukan pengangkatan dengan ketinggian yang bisa saja sangat rendah sehingga menyulitkan operator dan menyebabkan waktu pengangkatan menjadi lebih lama. Adapun berdasarkan pengamatan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu kali setting *automatic handlift* adalah 34,96 detik.

5.5.2. Analisis Perhitungan *Stopwatch* Operator Mesin *Ban Saw*

Berdasarkan perhitungan *stopwatch* didapatkan waktu proses operator ketika melakukan proses kabinet *treble* B1/B2 dengan pengangkatan secara manual adalah 138,81 detik. Sedangkan waktu proses operator ketika melakukan proses kabinet *treble* B1/B2 dengan pengangkatan menggunakan *manual handlift* adalah 133,07 detik. Untuk waktu proses *treble* B3 dengan penggunaan secara manual adalah 131,85 detik. Sedangkan waktu proses operator ketika melakukan proses kabinet *treble* B1/B2 dengan pengangkatan menggunakan *manual handlift* adalah 126,10 detik. Secara keseluruhan terjadi penurunan waktu proses sebesar 4%.

Hal ini menunjukkan penggunaan alat *manual handlift* mampu mengurangi waktu proses pada mesin *Ban Saw*. Penurunan waktu tentunya dapat dilihat pada elemen mengangkat kabinet ke mesin *Ban Saw*. Penurunan waktu pada elemen kerja mengangkat kabinet dikarenakan dengan menggunakan alat *manual handlift* operator dapat menentukan ketinggian yang sesuai dengan mesin *Ban Saw* sehingga memudahkan dalam proses pengangkatan kabinet ke mesin *Ban Saw*. Adapun

berdasarkan pengamatan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu kali setting *manual handlift* adalah 41,18 detik.

Jika melihat efek penurunan waktu proses yang disebabkan penggunaan alat, dapat dikatakan baik *automatic handlift* dan *manual handlift* dapat secara efektif mempercepat *standard time* operator khususnya yang pekerjaannya melibatkan aktivitas *manual material handling*. Namun jika dilihat dari segi efisiensi, alat *automatic handlift* dapat dikatakan lebih efisien karena mempunyai waktu *setting* yang lebih cepat dibandingkan *manual handlift*. Selain itu alat *automatic handlift* lebih efisien dalam penggunaan energi yang dikeluarkan operator karena setting alat *automatic handlift* dilakukan dengan menggunakan tenaga listrik sedangkan setting *manual handlift* dilakukan secara manual dengan cara memompa tuas sehingga operator harus mengeluarkan energi lebih selain untuk melakukan pokoknya. Oleh karena itu jika dilihat dari segi produktivitas maka alat *automatic handlift* dapat lebih meningkatkan produktivitas kerja operator ketika melakukan pekerjaan yang berkaitan dengan aktivitas *manual material handling*.

5.6. Analisis Perhitungan Produktivitas

5.6.1. Analisis Perhitungan Produktivitas Operator Mesin *Double Sizer*

Berdasarkan perhitungan produktivitas yang telah dilakukan didapatkan bahwa produktivitas operator mesin *Double Sizer* pada bulan September 2015 adalah 3,06. Pada bulan tersebut operator masih melakukan aktivitas pengangkatan secara manual dalam pekerjaannya. Sedangkan pada bulan Oktober 2015 produktivitas operator meningkat menjadi 3,32 dimana saat itu operator sudah menggunakan alat *automatic handlift* dalam melakukan pekerjaannya.

Peningkatan produktivitas yang terjadi tentunya tidak lepas dari pengaruh adanya perbaikan yang dilakukan dengan menggunakan alat *automatic handlift*. Jika dilihat pada analisis *time study* yang telah dilakukan jelas terlihat bahwa waktu proses atau *standard time* dari operator mengalami penurunan ketika menggunakan alat *automatic*

handlift. Adanya penurunan *standard time* tentunya sangat berpengaruh terhadap produktivitas operator karena waktu merupakan salah satu input terpenting dalam pengukuran produktivitas. Semakin cepat *standard time* maka semakin banyak pula output kabinet yang dihasilkan oleh operator dan semakin banyak pula waktu yang dihemat sehingga meningkatkan produktivitas operator. Selain itu kondisi volume produksi yang meningkat pada saat periode tersebut juga merupakan pengaruh adanya peningkatan produktivitas operator sehingga operator mampu menghasilkan output yang lebih tinggi.

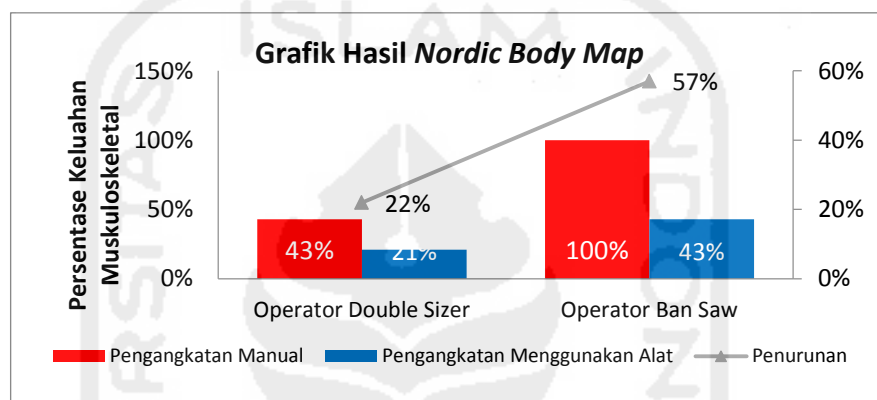
5.6.2. Analisis Perhitungan Produktivitas Operator Mesin *Ban Saw*

Berdasarkan hasil perhitungan produktivitas operator mesin *Ban Saw* pada bulan September 2016 didapatkan bahwa produktivitas operator sebesar 8,79 dimana pada saat itu operator masih melakukan pengangkatan secara manual dalam melakukan pekerjaannya. Sedangkan produktivitas operator pada bulan Oktober 2016 ketika operator sudah menggunakan alat *manual handlift* adalah sebesar 9,18.

Dari hasil tersebut terlihat adanya peningkatan produktivitas yang terjadi pada operator. Jika dilihat pada analisis *time study* yang telah dilakukan jelas terlihat bahwa *standard time* dari operator mengalami penurunan sebesar 4% ketika menggunakan alat *manual handlift*. Penurunan *standard time* tentunya sangat berpengaruh terhadap produktivitas karena waktu merupakan salah satu input terpenting dalam pengukuran produktivitas. Semakin cepat *standard time* maka semakin banyak pula output kabinet yang dihasilkan oleh operator dan semakin banyak pula waktu yang dihemat sehingga meningkatkan produktivitas operator. Namun peningkatan produktivitas operator mesin *Ban Saw* masih lebih kecil dibandingkan operator mesin *Double Sizer*. Jika dilihat berdasarkan fakta lapangan, faktor produksi menjadi salah satu faktor yang berpengaruh karena pada periode tersebut PT. Yamaha Indonesia mengalami penurunan volume produksi sehingga tentunya *output* yang dihasilkan oleh operator mengalami penurunan mengikuti angka permintaan.

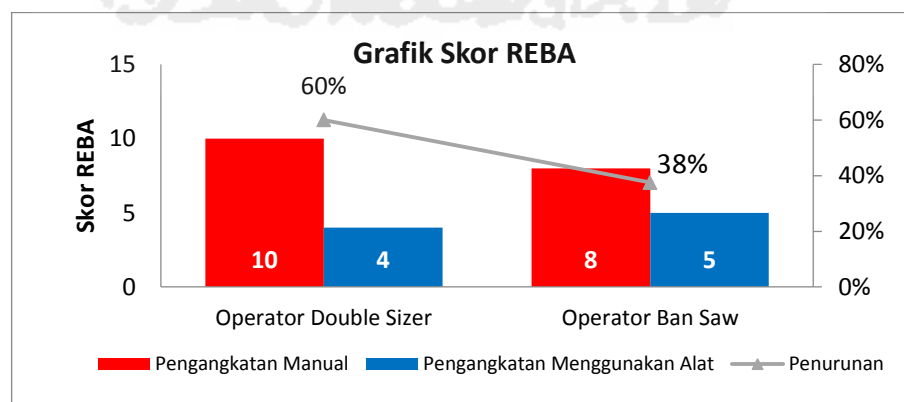
5.7. Rangkuman Hasil

Pada sub bab ini akan ditampilkan perbedaan kondisi sebelum dan sesudah penggunaan kedua alat tersebut berdasarkan hasil dari setiap metode yang digunakan. Hasil identifikasi keluhan muskuloskeletal menggunakan kuisisioner *Nordic Body Map* menunjukkan adanya penurunan tingkat keluhan pada operator mesin *Double Sizer* sebesar 22% dan operator mesin *Ban Saw* sebesar 57% seperti yang terlihat pada gambar



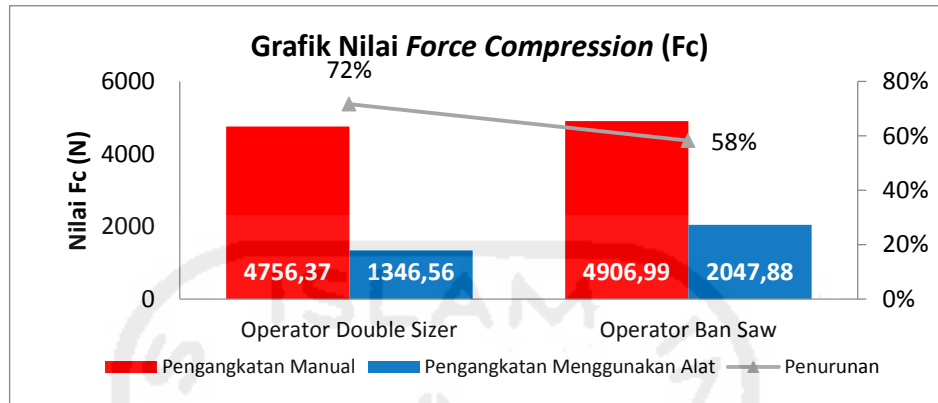
Gambar 5.27 Grafik Hasil *Nordic Body Map*

Pada analisis postur kerja menggunakan metode REBA memberikan hasil bahwa setelah penggunaan kedua alat pengangkatan skor postur kerja dari operator mesin *Double Sizer* dan operator mesin *Ban Saw* mengalami penurunan yang artinya resiko cedera juga menurun. Penurunan skor yang terjadi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



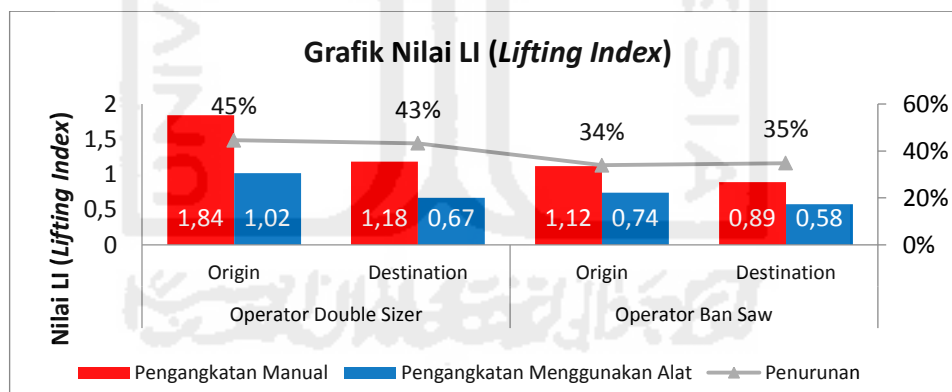
Gambar 5.28 Grafik Skor REBA

Sedangkan pada hasil metode MPL, nilai F_c (*Force Compression*) dari kedua operator juga menurun setelah menggunakan alat bantu pengangkatan seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



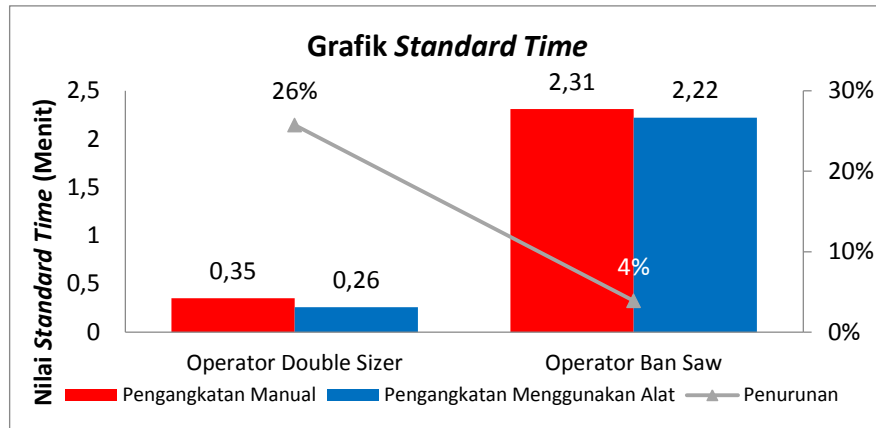
Gambar 5.3 Grafik Nilai *Force Compression* (Fc)

Selanjutnya dari hasil metode RWL, nilai LI (*Lifting Index*) yang didapatkan menunjukkan penurunan pada operator mesin *Double Sizer* dan operator mesin *Ban Saw* saat posisi *origin* dan *destination* seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.

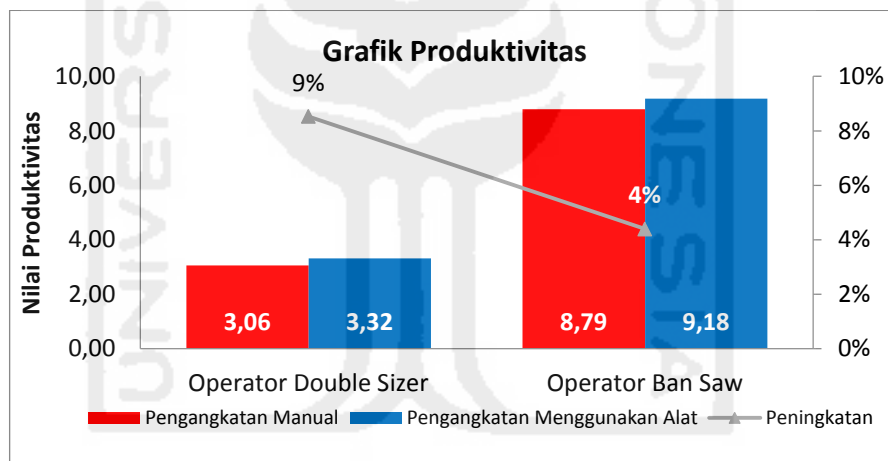


Gambar 5.4 Grafik Nilai LI (*Lifting Index*)

Kemudian pada analisis *time study* menggunakan metode perhitungan *stopwatch* menunjukkan adanya penurunan waktu proses standar (*standard time*) setelah kedua operator menggunakan alat bantu pengangkatan seperti terlihat pada gambar.

Gambar 5.5 Grafik *Standard Time*

Dan terakhir dari hasil perhitungan produktivitas, kedua operator mengalami peningkatan sebesar produktivitas setelah menggunakan alat bantu pengangkatan seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.

Gambar 5.6 Grafik *Produktivitas*

Beberapa hasil dari setiap metode menunjukkan bahwa perbaikan yang dilakukan dengan penggunaan alat bantu pengangkatan pada operator mesin *Double Sizer* dan operator mesin *Ban Saw* memberikan efek yang cukup efektif dengan adanya penurunan resiko dari aktivitas pengangkatan. Namun berdasarkan analisis *time study*, penurunan waktu signifikan terjadi pada operator mesin *Double Sizer* yang menggunakan *automatic handlift* sehingga berdampak pada peningkatan produktivitas yang lebih besar daripada operator mesin *Ban Saw*. Sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan alat *automatic handlift* lebih baik dibandingkan dengan *manual handlift*, hal ini didukung juga dengan waktu *setting* alat *automatic handlift* yang lebih cepat.

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan. Beberapa kesimpulan yang didapat antara lain sebagai berikut :

- a. Berdasarkan kusioner *Nordic Body Map* yang telah diisi oleh para operator, operator mesin *Double Sizer* mengalami penurunan tingkat keluhan sebesar 22% setelah menggunakan alat *automatic handlift*. Sedangkan operator mesin *Ban Saw* mengalami penurunan tingkat keluhan sebesar 57% setelah menggunakan alat *manual handlift*.
- b. Berdasarkan hasil metode REBA, postur pengangkatan manual pada operator mesin *Double Sizer* dengan skor 10 dan operator mesin *Ban Saw* dengan skor 8 memiliki resiko tinggi timbulnya cedera muskuloskeletal. Setelah menggunakan alat *automatic handlift*, skor postur operator mesin *Double Sizer* turun menjadi 4 sedangkan operator mesin *Ban Saw* turun skornya menjadi 5 setelah menggunakan *manual handlift* sehingga resiko muskuloskeletal turun pada level medium/sedang.
- c. Berdasarkan hasil metode MPL, nilai *Force Compression* (Fc) operator mesin *Double Sizer* yaitu 4756,37 N dan operator mesin *Ban Saw* sebesar 4906,99 N ketika melakukan aktivitas pengangkatan manual mengindikasikan bahwa beresiko timbulnya *low back pain*. Setelah menggunakan alat *manual handlift* dan *automatic handlift*, resiko *low back pain* tidak ada karena adanya penurunan nilai *Force Compression* (Fc) pada operator mesin *Double Sizer* yaitu menjadi 1346,56 N dan pada operator mesin *Ban Saw* menjadi 2047,88 N.

- d. Berdasarkan hasil metode RWL, nilai LI (*Lifting Index*) *origin* dan LI *destination* operator mesin *Double Sizer* sebesar 1,84 dan 1,18 dan operator mesin *Ban Saw* sebesar 1,02 dan 0,67 ketika melakukan aktivitas pengangkatan manual mengindikasikan bahwa beresiko timbulnya *low back pain*. Setelah menggunakan alat *manual handlift* dan *automatic handlift*, terjadi penurunan resiko *low back pain* karena adanya penurunan nilai LI menjadi 1,12 dan 0,89 pada operator mesin *Double Sizer* dan pada operator mesin *Ban Saw* nilai LI menjadi 0,74 dan 0,58.
- e. Berdasarkan perhitungan *stopwatch*, terjadi penurunan waktu proses ketika operator menggunakan kedua alat pengangkatan sehingga mampu meningkatkan produktivitas operator *Double Sizer* sebesar 9% dan produktivitas operator *Ban Saw* sebesar 4%. Namun alat *automatic handlift* lebih baik dari segi efisiensi dan efektifitas karena mempunyai waktu *setting* yang lebih cepat dan metode cara *setting* yang lebih mudah. Sehingga jika dilihat dari segi produktivitas, *automatic handlift* dapat membantu operator lebih produktif ketika melakukan pekerjaan yang berkaitan dengan aktivitas pengangkatan dibandingkan alat *manual handlift*.

6.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengurangi resiko yang mungkin masih bisa terjadi akibat aktivitas pengangkatan maka perlu dilakukan penyuluhan dan training mengenai bagaimana melakukan aktivitas pengangkatan atau aktivitas *manual material handling* yang lain dengan aman.
- b. Sebaiknya perusahaan membuat suatu SOP (*Standard Operation Procedure*) bagi beberapa pekerjaan yang melibatkan aktivitas *manual material handling*. Contoh SOP dapat dilihat pada lampiran 7.
- c. Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dibutuhkan analisis lebih lanjut pada aspek ergonomi lain yang lebih luas seperti lingkungan kerja fisik (kebisingan, suhu, getaran dan lain-lain) pada PT. Yamaha Indonesia sehingga dapat diciptakan lingkungan kerja yang baik bagi pekerja.