

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data merupakan prosedur yang standard dan sistematis dalam penulisan ilmiah. Untuk mendapatkan data – data yang diperlukan dengan melakukan pengamatan langsung (*observation*), *interview*, dan pengambilan data – data primer. Pengumpulan data ini dilakukan di PT. Jaykay Files Indonesia. Setelah data tersebut terkumpulkan kemudian dilakukan pengolahan data dan pembahasan sehingga bisa didapatkan hasil penelitian yang nantinya akan menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian yang sudah diterapkan.

### 4.1 GAMBARAN UMUM PT. JAYKAY FILES INDONESIA

Pada subbab ini akan menjelaskan gambaran umum perusahaan yang menjadi objek penelitian ini, mengenai profil perusahaan, struktur organisasi, proses produksi, dan hasil produksi.

#### 4.1.1 Profil PT. Jaykay Files Indonesia

PT. Jaykay Files Indonesia merupakan sebuah perusahaan yang didirikan sejak tahun 1974. Izin lokasi pada tanggal 18 maret 1974 oleh *Group Raymond Limited* (induk perusahaan) yang beralamatkan di Mumbai (Bombai) India. Adapun tujuan berdirinya perusahaan ini pada dasarnya bukan hanya mengejar keuntungan semata, melainkan untuk menunjang kebutuhan masyarakat.

tujuan lain dari berdirinya perusahaan ini adalah untuk menciptakan lapangan kerja bagi masyarakat Indonesia pada umumnya dan masyarakat sekitar pada khususnya. Latar belakang berdirinya perusahaan didorong oleh suatu kebutuhan dalam bidang perindustrian, khususnya kebutuhan kikir dan mata bor. Perusahaan ini merupakan pelopor atau pabrik kikir pertama di Indonesia. Pada tahun 1974 telah diadakan perluasan (diversifikasi) produksi mata bor (*wist drill*), dengan sasaran pasar lokal maupun luar negeri (ekspor).

Selanjutnya agar lebih kompetitif (bersaing) dengan perusahaan-perusahaan lain, terutama perusahaan dengan produk sejenis, PT. Jaykay Files Indonesia telah meningkatkan kualitas produk sendiri agar lebih efektif untuk memenuhi permintaan pasar baik dalam negeri maupun luar negeri. Untuk peningkatan atau pengembangan kualitas produk yang berstandar internasional, PT. Jaykay Files Indonesia telah berhasil

mendapatkan pengakuan mutu dari Badan Akreditasi Nasional atau Internasional yaitu dengan mendapat Sertifikat ISO-9002; 1994/SNI-19-9002 pada tanggal 28 Mei 1997. Keputusan tersebut dikeluarkan oleh Sucofindo *International Certification Service* (PT. SUCOFINDO I.C.S) Jakarta (Indonesia) dengan nomor organisasi QSC-00043.

#### **4.1.2 Visi dan Misi PT. Jaykay Files Indonesia**

Untuk bisa bersaing dengan perusahaan sejenis, PT. Jaykay Files Indonesia harus mempunyai sebuah visi dan misi tentang masa depan dan tujuan yang akan dicapai. Berikut ini merupakan penjelasan visi dan misi dari PT. Jaykay Files Indonesia.

##### **Visi PT. Jaykay Files Indonesia**

Visi PT. Jaykay Files Indonesia adalah menjadi perusahaan manufaktur yang memproduksi kikir dan mata bor dengan kualitas yang tinggi serta dapat diterima oleh semua lapisan konsumen dan menjadi perusahaan produksi kikir dan mata bor di Asia Tenggara.

##### **Misi PT. Jaykay Files Indonesia**

Misi PT. Jaykay Files Indonesia, yaitu:

1. Memproduksi kikir dan mata bor dengan kualitas tinggi secara berkelanjutan.
2. Perusahaan mengikut sertakan semua karyawan untuk merasa bertanggung jawab atas kelancaran jalannya produksi tanpa hambatan dan seluruh karyawan mempunyai rasa memiliki perusahaan.
3. Menciptakan suasana lingkungan kerja yang kondusif dan penuh tanggung jawab serta menciptakan koordinasi yang baik antar bagian sehingga tercapai tujuan yang diinginkan.
4. Meningkatkan kesejahteraan karyawan untuk mendorong produktifitas dan efisiensi kerja melalui peningkatan SDM.
5. Menciptakan lapangan kerja bagi masyarakat luas untuk dapat meningkatkan taraf hidupnya.

### 4.1.3 Proses Produksi

Pada subbab ini akan dijelaskan proses produksi kikir secara mendetail dari setiap proses yang ada. PT.Jaykay Files Indonesia bergerak dalam bidang produksi kikir dan mata bor, penelitian yang dilakukan hanya pada departemen produksi kikir saja. Oleh karena itu penjelasan di bawah ini hanya berfokus pada departemen produksi kikir saja.

#### 4.1.3.1 Proses Produksi Produk Kikir

Berikut merupakan tahapan-tahapan dalam proses produksi produk kikir.

##### 1. *Cropping*

Proses *cropping* merupakan sebuah proses pemotongan bahan baku yang disesuaikan dengan spesifikasi produk yang ada. Menggunakan mesin *cropping* sebanyak 3 buah dan dengan dua jenis mesin berukuran sedang dan ukuran besar, akan menghasilkan dua jenis bahan baku produk kikir yang berukuran *small taper* dan *large taper*. Kemudian dari hasil proses *cropping* tersebut akan dikumpulkan dalam satu wadah dan siap untuk dipindahkan pada proses berikutnya. Berikut Gambar 4.1 merupakan gambar mesin cutting berukuran sedang.



Gambar 4.1 Mesin Cutting

##### 2. *Forging*

Proses *forging* merupakan sebuah proses pembuatan tangkai pada kikir dengan cara ditempa secara otomatis menggunakan mesin *automatic forging hammer tonase machine*. Pada proses *forging*, besi yang telah dipotong – potong pada proses sebelumnya akan dipanaskan pada ujung besi tersebut, kemudian secara otomatis akan ditempa oleh *automatic hammer* hingga berbentuk sebuah tangkai kikir. Berikut Gambar 4.2 merupakan gambar mesin *automatic forging hammer tonase machine*.



Gambar 4.2 Automatic Forging Hammer Tonase Machine

### 3. Annealing

Proses *annealing* merupakan proses pemanasan yang melalui proses pendinginan secara perlahan – lahan. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan struktur dan kekerasan yang merata, selain itu proses ini berfungsi untuk menghindari rekatan pada permukaan besi atau kikir. Pada Gambar 4.3 merupakan gambar mesin *annealing furnance machine* pada departemen produksi kikir.



Gambar 4.3 Annealing Furnance Machine

### 4. Grinding

Proses *grinding* merupakan proses penghilangan kerak dengan cara pengurangan permukaan besi agar permukaan besi menjadi halus. Sebelum ke proses *grinding*, dilakukan proses tambahan, yaitu proses pemotongan tangkai. Tangkai dipotong sesuai dengan ukuran yang ditentukan. Setelah ukuran tangkai sudah sesuai, maka proses selanjutnya adalah proses *grinding*. Proses *grinding* dan mesin *grinding* disajikan pada Gambar 4.4 dan 4.5. Proses ini dilakukan sebanyak 3 tahap, yaitu :

- a. Proses *grinding* menggunakan mesin (sisi-sisi kikir)
- b. Proses *grinding* secara manual (*Edge Setting Process*)

c. Proses *grinding* untuk sudut kikir (*Stripping*)



Gambar 4.4 Proses *Grinding*



Gambar 4.5 Mesin Gerinda

5. *Cutting*

Proses *cutting* merupakan proses pembuatan gigi kikir, dengan cara pemotongan dan pembentukan gigi kikir sesuai dengan spesifikasi produk yang ada.



Gambar 4.6 Mesin *Cutting*

## 6. *Stamping*

*Stamping* merupakan sebuah proses pemberian stampel merk pada kikir. Proses *stamping* ini dilakukan pada kikir khususnya pada bagian pangkal kikir dengan pemberian merk perusahaan. kemudian dilakukan pelurusan bahan secara manual pada bagian kikir.



Gambar 4.7 Proses *Stamping*

## 7. *Hardening*

*Hardening* merupakan sebuah proses pengerasan kikir dengan cara dipanaskan dan kemudian didinginkan secara cepat. Bahan dimasukkan dalam tungku sampai bahan terlihat merah menyala, kemudian dimasukkan dalam cairan pendingin selama 3 detik. Kemudian suhu pada kikir akan menurun secara drastis. Pada Gambar 4.8 merupakan gambar tempat proses *hardening*.



Gambar 4.8 Tempat Proses *Hardening*

### 8. Acid Treatment

Proses *Acid Treatment* yaitu proses pembersihan kikir dari sisa-sisa garam pada proses *hardening* dengan cara direndaman dengan larutan asam klorida (HCL). Adapun proses pada *acid treatment* yaitu: tahap pertama kikir dicelupkan dalam larutan asam klorida dan dibilas dengan air untuk menghilangkan sisa larutan asam pada proses *hardening* sebelumnya. Tahap kedua kikir direndam menggunakan air soda selama 15 menit (agar bahan tidak mudah korosi), kemudian setelah itu dibilas dengan air. Pada Gambar 4.9 merupakan proses *Acid Treatment*



Gambar 4.9 Proses *Acid Treatment*  
Sumber: Data Primer

### 9. Scouring

Proses *Scouring* merupakan Proses pembersihan kikir tahap kedua yaitu pembersihan dengan cara penyemprotan pasir silica. Kikir dilewatkan pada mesin *scouring* dan di dalam mesin bahan disemprot dengan pasir *silica*. Pada Gambar 4.10 merupakan proses *scouring*.



Gambar 4.10 Proses *Scouring*  
Sumber: Data Primer

### 10. *Tang Tempering*

Proses *tang tempering* merupakan sebuah proses pewarnaan tangkai kikir. Pada bagian tangkai kikir dilakukan pemanasan dengan cara ditancapkan pada pasir panas sehingga warna tangkai berubah menjadi sedikit gelap dan setelah itu dilakukan pencelupan pada oli (proses *oiling*). Kemudian dilakukan proses *drying* yaitu proses pengeringan dengan cara disemprotkan udara panas menggunakan mesin *blower*. Pada Gambar 4.11 dan 4.12 merupakan proses *tang tempering* dan proses *drying*.



Gambar 4.11 Proses *Tang Tempering*



Gambar 4.12 Proses *Drying*

### 11. *Final Inspection*

Proses terakhir yaitu *Final Inspection* yaitu melihat dan memilah hasil produk sesuai dengan kualitas yang sudah ditetapkan perusahaan.



#### 4.1.4 Struktur Organisasi

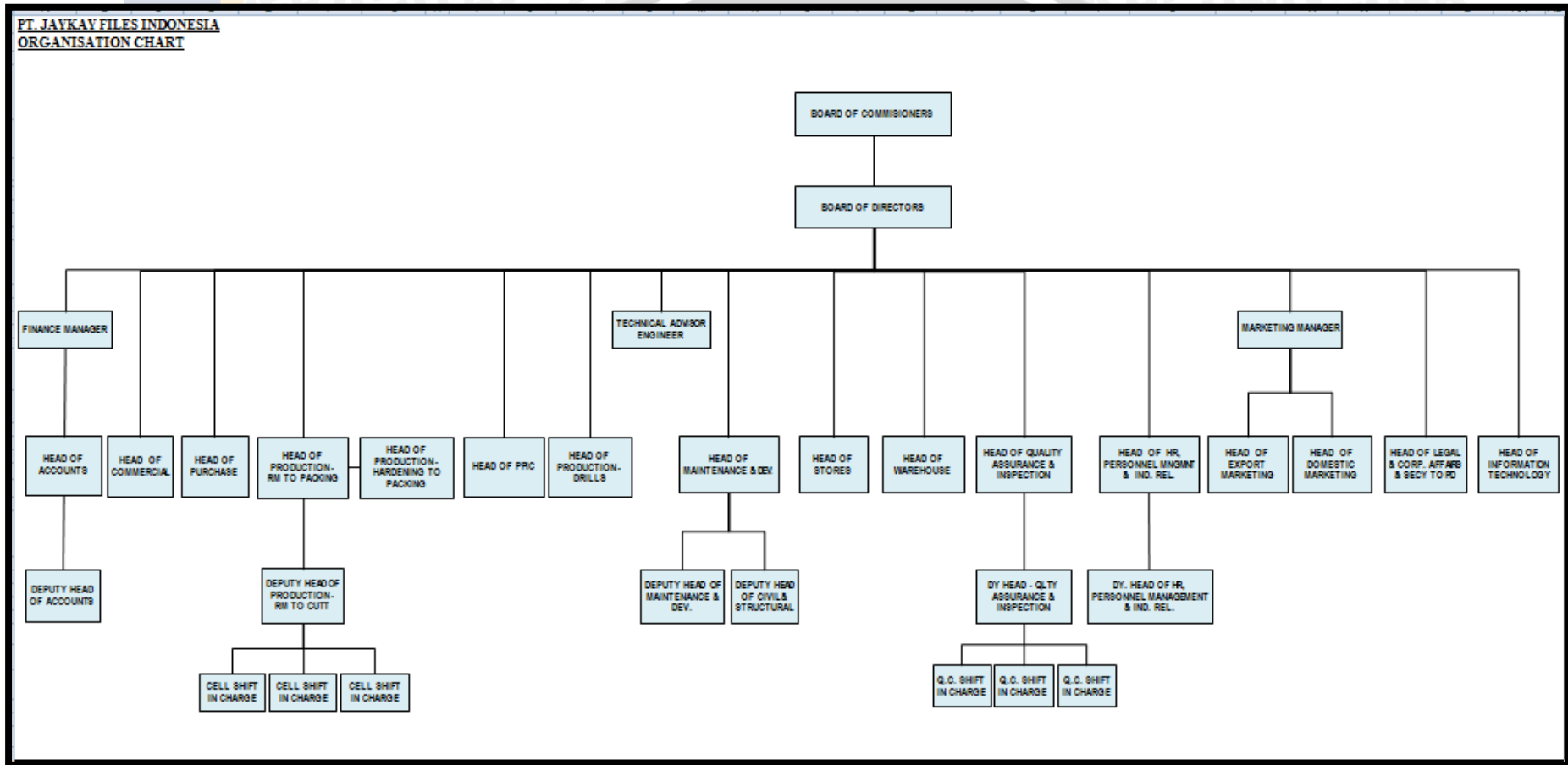
Struktur organisasi pada PT. Jaykay Files Indonesia dikepalai seorang pemimpin dan memiliki divisi – divisi di bawahnya. Fungsi dari divisi – divisi ini bertujuan untuk mencapai tujuan dari perusahaan. Pada Gambar 4.13 merupakan gambar struktur organisasi PT. Jaykay Files Indonesia.

#### 4.1.5 Hasil Produksi

Berikut merupakan jenis-jenis produk kikir yang diproduksi oleh PT. Jaykay Files Indonesia.

1. *Flat Files*, mempunyai enam macam ukuran : 4", 6", 8", 10", 12", 14" dan mempunyai tiga macam jenis kerataan : *Bastard* (kasar), *Second cut* (kasar sedang), *Smooth* (halus). Contoh jenis *flat files* : 4" *Flat Bastard File*, 8" *Second Cut File*.
2. *Hand Files*, mempunyai enam macam ukuran : 4", 6", 8", 10", 12", 14" dan mempunyai tiga macam jenis kerataan : *Bastard* (kasar), *Second cut* (kasar sedang), *Smooth* (halus). Contoh jenis *Hand files* : 6" *Hand Second Cut*.
3. *Half Round Files*, mempunyai enam macam ukuran : 4", 6", 8", 10", 12", 14" dan mempunyai tiga macam jenis kerataan : *Bastard* (kasar), *Second cut* (kasar sedang), *Smooth* (halus). Contoh jenis *Half Round Files* : 8" *Half Round Smooth Cut*.
4. *Round Files*, mempunyai enam macam ukuran : 4", 6", 8", 10", 12", 14" dan mempunyai tiga macam jenis kerataan : *Bastard* (kasar), *Second cut* (kasar sedang), *Smooth* (halus).
5. *Square Files*, mempunyai enam macam ukuran : 4", 6", 8", 10", 12", 14" dan mempunyai tiga macam jenis kerataan : *Bastard* (kasar), *Second cut* (kasar sedang), *Smooth* (halus).
6. *Triangular Files*, mempunyai enam macam ukuran : 4", 6", 8", 10", 12", 14" dan mempunyai tiga macam jenis kerataan : *Bastard* (kasar), *Second cut* (kasar sedang), *Smooth* (halus).
7. *Warding Files*, mempunyai enam macam ukuran : 3", 3,5", 4", 6", 8", dan mempunyai tiga macam jenis kerataan : *Bastard* (kasar), *Second cut* (kasar sedang), *Smooth* (halus).

8. *Knife Files*, mempunyai enam macam ukuran : 6", 8", 10", 12", dan mempunyai tiga macam jenis kerataan : *Bastard* (kasar), *Second cut* (kasar sedang), *Smooth* (halus).
9. *Duoble Ended Saw Files*, mempunyai enam macam ukuran : 6", 7", 8", 9", 10" dan mempunyai satu macam jenis kerataan : *Second cut* (kasar sedang).
10. *Pit Saw Files*, mempunyai enam macam ukuran : 4", 4,5", 5", 6", dan mempunyai satu macam jenis kerataan : *Second cut* (kasar sedang).
11. *Feather Edge Files*, mempunyai dua macam ukuran : 5", 6", dan mempunyai satu macam jenis kerataan : *Second cut* (kasar sedang).
12. *Round Chain Saw Files*
13. *Rasp Files*, mempunyai tiga bentuk : *Flat*, *Half Round*, *Round*, *Cabinet Rasp*, serta mempunyai enam macam ukuran : 4", 6", 8", 10", 12", 14" dan mempunyai tiga macam jenis kerataan : *Bastard* (kasar), *Second cut* (kasar sedang), *Smooth* (halus).
14. *Shoe Raps Files*, mempunyai dua macam ukuran : 8", dan 10" serta hanya tersedia satu kerataan saja yakni, *bastard* (kasar).
15. *Horse Raps Files*, mempunyai dua bentuk : *without tang*, *with tang*, serta mempunyai dua ukuran : 12", 14" dan tersedia satu kerataan saja yakni, *bastard* (kasar).
16. *Special Files*, mempunyai enam macam bentuk : *Flat With Chip Breaking Groove Files*, *Hobby Rasp Files*, *File and Rasp Combination*, *Handy File*, *Flat Handle File*, *Flat Handle Heavy File*, dan *Flat Super Light Second Cut Files*.



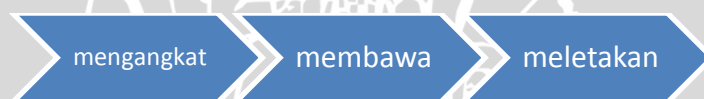
Gambar 4.13 Struktur Organisasi Perusahaan  
Sumber: Arsip PT.Jaykay Files Indonesia

#### 4.2 TAHAPAN *MANUAL MATERIAL HANDLING* ANTARA PROSES *FORGING* DENGAN PROSES *ANNEALING*

*Manual material handling* menurut McCormick dan Sanders (1993) merupakan sebuah kegiatan transportasi yang dilakukan oleh satu pekerja atau lebih dengan melakukan kegiatan seperti pengangkatan, penurunan, mendorong, menarik, dan mengangkut. Dengan alasan tersebut *manual material handling* dalam penelitian ini bisa dibagi menjadi 3 jenis aktivitas, yaitu: mengangkat, membawa, dan meletakkan.

Proses *loading* atau proses pemuatan barang, merupakan kegiatan yang dilakukan setelah kikir diproses pada mesin *forging*. Dalam hal ini proses produksi dilakukan oleh mesin semi *automatic forging*, setelah itu hasil produksi dari proses *forging* akan dikumpulkan dalam suatu wadah berbentuk kotak dengan ukuran 18 x 18 cm yang terbuat dari plat besi dengan kapasitas kikir sebanyak 90 buah dan dengan berat perkotak dalam keadaan berisi sebesar 23,6 kg.

Setelah wadah terisi penuh oleh kikir, tenaga kerja *manual material handling* (*helper*) mengangkat dan membawa wadah tersebut pada proses produksi selanjutnya, yaitu proses *annealing* dengan jarak tempuh 10 m dari proses *forging*. Berikut pada Gambar 4.14 merupakan diagram tahap pekerjaan *manual material handling*.



Gambar 4.14 Tahapan Proses *Manual material handling* Antara Proses *Forging* dan *Annealing*

Setelah mengetahui proses kegiatan *manual material handling* yang ada, selanjutnya adalah memberikan gambar posisi postur pekerja pada saat melakukan *manual material handling*. Pada Gambar 4.15 dan 4.16 dan merupakan gambar operator 1 saat melakukan aktivitas membawa dan meletakkan, untuk aktivitas mengangkat dijelaskan pada analisis selanjutnya. Selanjutnya tahap analisis akan dilakukan dengan metode RULA, REBA, dan *Libertry Mutual tables* pada masing-masing operator 1,2,dan 3 dengan rician kegiatan *manual material handling* yang sudah dibahas sebelumnya.



Gambar 4.15 Operator 1 Mulai Mengangkat



Gambar 4.16 Operator 1 Mulai Membawa



Gambar 4.17 Operator 1 Meletakkan

### 4.3 ANALISIS AKTIVITAS *MANUAL MATERIAL HANDLING*

Pada penelitian ini analisis aktivitas *manual material handling* dibagi menjadi 3 bagian proses aktivitas dengan menggunakan metode RULA, REBA, dan *Liberty Mutual Tables* pada setiap prosesnya, berikut pengolahan dan analisis data dengan masing – masing metode untuk operator 1, sedangkan untuk operator 2 dan 3 terlampir.

#### 4.3.1 Operator 1 Proses Pengangkatan

Berikut adalah analisis postur kerja operator 1 saat melakukan pengangkatan. Analisis postur tubuh operator 1 ini akan dilakukan menggunakan metode RULA, REBA, dan *Liberty Mutual Tables*. Berikut merupakan analisis pada operator 1.

##### 4.3.1.1 Pengolahan dan Analisis Data Menggunakan Metode RULA

RULA merupakan sebuah metode yang digunakan untuk menganalisis potensi cedera pada tubuh bagian atas. Terlihat pada Gambar 4.18 seorang operator sedang melakukan proses pengangkatan. Proses pengangkatan tersebut termasuk kedalam jenis *manual material handling*. Pada analisis RULA dibawah ini, akan diketahui seberapa parah risiko cedera yang bisa dialami oleh operator 1 tersebut, berikut penjelasannya



Gambar 4.18 Operator 1 mengangkat

Pada Tabel 4.1 merupakan penjelasan tentang hasil analisis postur tubuh menggunakan metode RULA. Untuk menganalisis postur tubuh menggunakan metode RULA terdapat beberapa variabel yang harus dinilai diantaranya, seperti posisi lengan bagian atas, posisi lengan bagian bawah, posisi pergelangan tangan operator, jenis aktivitas yang dilakukan operator, berat beban yang dibawa operator, posisi leher, dan posisi tubuh bagian atas. Setelah semua variabel tersebut diberikan penilaian dalam bentuk skor, maka kita akan mendapatkan nilai akhir untuk RULA pada operator 1.

Tabel 4.1 Analisis Postur Operator 1 Dengan Menggunakan Metode RULA

no	Variabel	skor	Penjelasan
1	Lengan Atas	3	Karena lengan atas operator membentuk sudut $55^{\circ}$ , yang artinya sudut tersebut terletak antara $20^{\circ}$ - $90^{\circ}$ maka diberikan skor 3. Posisi tangan dalam keadaan normal hanya membentuk sudut $0^{\circ}$ – $20^{\circ}$ .
2	Lengan bawah	2	Lengan bawah operator lurus tidak membentuk sudut
3	Posisi tangan	1	Posisi tangan operator lurus maka diberi skor 1, karena tangan operator dalam keadaan yang lurus dan tidak membentuk sudut.
4	pergelangan tangan	1	Karena terjadi perputaran pergelangan tangan hingga ke titik tengah, maka skor yang diberika sebesar 1
5	Skor untuk aktivitas	0	Karena aktivitas yang dilakukan oleh operator 1 tidak dilakukan secara static selama lebih dari 10 menit dan tidak dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali dalam 1 menit

Tabel 4.1 Analisis Postur Operator 1 Dengan Menggunakan Metode RULA

no	Variabel	skor	Penjelasan
6	Berat beban	3	Karena berat beban yang di bawa seberat 23,6 kg lebih besar dari 11 kg, maka skor yang diberika sebesar 3
7	Posisi leher	1	Leher operator membentuk sudut 20°
8	Posisi tubuh bagian atas	3	Sudut yang dibentuk operator sebesar 45°, maka skor yang di berikan adalah 3
9	Skor akhir RULA	7	Perlunya investigasi dan implementasi perubahan, karena berpotensi untuk menyebabkan cedera pada operator 1

Dari Tabel 4.1 yang merupakan hasil analisis postur tubuh pada operator 1, diperoleh hasil akhir RULA sebesar 7 poin, salah satu penyebab besarnya skor akhir yang didapat dikarenakan posisi lengan bagian atas dan tubuh bagian atas dari operator membentuk sudut yang cukup besar, sehingga menyumbang skor akhir RULA yang besar pula, oleh karena itu perbaikan postur tubuh bagian atas juga diperlukan. Maka dalam hal ini diperlukan perbaikan secepatnya pada posisi postur kerja operator tersebut, karena berdasarkan nilai akhir RULA tersebut, posisi kerja operator 1 sangat berisiko tinggi terhadap cedera tulang belakang atau yang biasa disebut *musculoskeletal disorders* (MSDs).

#### 4.3.1.2 Pengolahan dan Analisis Data Menggunakan Metode REBA

REBA merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengetahui potensi cedera pada keseluruhan tubuh operator. Terlihat pada Gambar 4.19 seorang operator sedang melakukan proses pengangkatan. Proses pengangkatan tersebut termasuk kedalam jenis *manual material handling*. Pada analisis REBA dibawah ini, akan diketahui seberapa parah risiko cedera yang bisa dialami oleh operator 1 tersebut, berikut penjelasannya.





Gambar 4.19 Operator 1 mengangkat

Pada Tabel 4.2 merupakan penjelasan hasil analisis postur tubuh menggunakan metode REBA. Menganalisis postur tubuh menggunakan metode REBA terdapat beberapa variabel yang harus dinilai diantaranya, postur leher, tubuh bagian atas, posisi kaki, beban yang dibawa, posisi lengan atas, posisi lengan bawah, pergelangan tangan, *factor coupling*, dan jenis aktivitas operator. Setelah semua variabel tersebut diberikan penilaian berupa skor, maka akan diperoleh nilai akhir untuk REBA pada operator 1.

Tabel 4.2 Analisis Postur Operator 1 Dengan Menggunakan Metode REBA

no	Variabel	skor	Penjelasan
1	Postur leher	1	Terjadi pembentukan sudut pada leher operator sebesar $20^{\circ}$ , maka skor yang diberikan sebesar 1 poin. Posisi normal leher hanya membentuk sudut $0^{\circ} - 20^{\circ}$ saja.
2	Postur tubuh bagian atas	3	Posisi tubuh operator yang membentuk sudut sebesar $55^{\circ}$ , maka diberikan skor sebesar 3 poin. Adapun posisi normal tubuh bagian atas tidak membentuk sudut ( $0^{\circ}$ ).
3	Posisi kaki	3	Posisi kaki operator yang hampir lurus diberikan skor sebesar 1, kemudian ditambahkan dengan skor 1 karena kaki operator yang membentuk sudut sebesar $175^{\circ}$ , maka skor akhir untuk kaki adalah 2 poin.
4	Beban	2	Karena beban yang diangkat lebih dari 11 kg maka skor yang diberikan sebesar 2 poin.

Tabel 4.2 Analisis Postur Operator 1 Dengan Menggunakan Metode REBA

no	Variabel	skor	Penjelasan
5	Posisi lengan atas	3	Posisi lengan atas operator membentuk sudut sebesar 55°, maka skor yang diberikan sebesar 3 poin.
6	Posisi lengan bawah	2	Posisi lengan bawah operator yang lurus, maka skor yang diberikas senilai 2 poin.
7	Pergelangan tangan	2	Terjadi perputaran pergelangan tangan hingga titik tengah, maka diberikan skor 1, hasil skor akhir untuk pergelangan tangan sebesar 2 poin.
8	Pegangan ( <i>coupling</i> )	2	Dalam hal ini factor pegangan pada benda yang dibawa dikategorikan ' <i>poor</i> ' akan tetapi masih memungkinkan untuk membawanya. Maka skor yang diberika senilai 2 poin.
9	Jenis aktivitas	0	Karena dalam hal ini pekerja tidak melakukan dalam keadaan diam lebih dari 1 menit, kemudian tidak melakukan pengulangan dalam jarak pendek, dan tidak terjadi perubahan postur tubuh secara mendadak, maka skor yang diberikan untuk aktivitas sebesar 0 poin.
10	Skor akhir REBA	9	Dapat disimpulkan skor untuk REBA yang didapatkan sebesar 11 poin. Yang artinya sangat berisiko tinggi terhadap tubuh operator dan perlunya implementasi perubahan.

Dari Tabel 4.2 yang merupakan hasil analisis postur tubuh pada operator 1, diperoleh hasil akhir REBA sebesar 9 poin, salah satu penyebabnya adalah posisi tubuh operator bagian atas yang membentuk sudut cukup besar, sehingga ikut menyumbang skor akhir REBA yang besar. Aktivitas yang dilakukan oleh operator tersebut memiliki risiko cedera yang tinggi dan perlunya implementasi perubahan. Diperlukan perbaikan secepatnya pada posisi postur kerja operator tersebut, karena berdasarkan nilai akhir REBA, posisi kerja yang dilakukan operator 1 sangat berisiko tinggi terhadap cedera tulang belakang atau yang biasa disebut *musculoskeletal disorders* (MSDs).

#### 4.3.1.3 Pengolahan dan Analisis Data Menggunakan Metode Liberty Mutual

##### Tables

*Liberty mutual tables* merupakan suatu metode untuk menganalisis dan mengevaluasi proses *manual material handling* seperti, pengangkatan, pendorongan, penarikan dan membawa. Pada tahap ini analisis yang dilakukan adalah proses pengangkatan. Berikut merupakan data hasil pengamatan langsung dilapangan:

1. Total berat beban yang di bawa adalah 23,6 kg atau 52 lbs

2. Jarak tangan dari tubuh operator adalah 7 inchi atau 17,78 cm
3. Tinggi awal tangan operator adalah 18,4 inchi atau 46 cm
4. Tinggi akhir tangan operator adalah 29,9 inchi atau 76 cm
5. Maka jarak pengangkatan adalah  $29,9 - 18,4 = 22,3$  inchi

Tabel yang akan digunakan adalah jenis tabel *male population percentages for lifting task* dengan syarat *ending below knuckle height (<31")*. Pada Tabel 4.3 akan dijelaskan cara menganalisis pengangkatan yang dilakukan pada operator 1.

Tabel 4.3 Analisis Proses Pengangkatan Operator 1 dengan Menggunakan Metode *Liberty Mutual Tables*

Jenis			Jarak tangan	Waktu untuk sekali pengangkatan	Berat benda	Jarak pengangkatan	Analisis hasil
pekerjaan	barang	Kelamin					
Mengangkat	Wadah kikir	Laki – laki	7 inchi = 17,78 cm	17 detik	23,6 kg = 52lbs	Tinggi tangan awal = 18,4 inchi, kemudian tinggi posisi akhir tangan = 29,9 inchi, jarak pengangkatan $29,9 - 18,4 = 11,5$ inchi	65% tugas tersebut dapat diterima pekerja yang melakukan proses pengangkatan tersebut.

Hasil persentase yang di dapat adalah 65%, hasil tersebut menyebutkan bahwa tugas pengangkatan tersebut dapat diterima oleh 65% pekerja yang melakukan tugas serupa seperti operator tersebut. Oleh karena itu perlunya perbaikan postur kerja agar dapat diterima 90% dari populasi pekerja yang berada pada perusahaan Jaykay Files Indonesia.

#### 4.3.2 Operator 1 Proses Membawa

Berikut adalah analisis postur kerja operator 1 saat melakukan proses membawa wadah kikir. Dalam analisis postur tubuh operator 1 ini akan dilakukan menggunakan metode *Liberty Mutual Tables*.

##### 4.3.2.1 Pengolahan dan Analisis Data Menggunakan Metode *Liberty Mutual Tables*

*Liberty mutual tables* merupakan suatu metode untuk menganalisis dan mengevaluasi proses *manual material handling* seperti, pengangkatan, pendorongan, penarikan dan membawa. Pada tahap ini analisis yang dilakukan adalah proses membawa. Pada Gambar 4.20 merupakan gambar proses membawa wadah kikir.



Gambar 4.20 Operator 1 Membawa

Berikut ini merupakan data hasil pengamatan langsung dilapangan pada proses membawa wadah kikir:

1. Total berat beban yang di bawa adalah 23,6 kg atau 52 lbs
2. Jarak membawa wadah kikir adalah 28 feet atau sama dengan 8.4 meter
3. Tinggi tangan operator adalah 33 inchi atau sama dengan 82,5 cm dari permukaan tanah.

Tabel yang akan digunakan adalah jenis tabel *male population percentages for carrying tasks*. Pada Tabel 4.4 akan dijelaskan cara menganalisa pengangkatan yang dilakukan pada operator 1.

Tabel 4.4 Analisis Proses Membawa Operator 1 dengan Menggunakan Metode *Liberty Mutual Tables*

Jenis			Jarak pengangkatan	Waktu untuk sekali pengangkatan	Berat benda	Analisis hasil
Pekerjaan	barang	Kelamin				
Membawa	Wadah kikir	Laki – laki	28 ft = 8.4 m	18 detik	23,6 kg = 52lbs	58% tugas tersebut dapat diterima pekerja yang melakukan proses tersebut.

Hasil persentase yang di dapat adalah 58%, hasil tersebut menyebutkan bahwa tugas pengangkatan tersebut dapat diterima oleh 58% pekerja yang melakukan tugas serupa seperti operator tersebut. Oleh karena itu perlunya perbaikan postur kerja agar dapat diterima 90% dari populasi pekerja yang berada pada perusahaan Jaykay Files Indonesia.

### 4.3.3 Operator 1 Proses Meletakan

Berikut adalah analisis postur kerja operator 1 saat melakukan proses meletakan wadah kikir. Dalam analisis postur tubuh operator 1 ini akan dilakukan menggunakan metode RULA, REBA dan *Liberty Mutual Tables*.

#### 4.3.3.1 Pengolahan Data dan Analisis Data Menggunakan Metode RULA

RULA merupakan sebuah metode yang digunakan untuk menganalisis potensi cedera pada tubuh bagian atas. Terlihat pada Gambar 4.21 di bawah ini seorang operator sedang melakukan proses peletakan. Yang mana proses peletakan tersebut termasuk kedalam jenis *manual material handling*. Pada analisis RULA dibawah ini, kita akan mengetahui seberapa parah risiko cedera yang bisa dialami oleh operator 1 tersebut, berikut penjelasannya.



Gambar 4.21 Operator 1 Meletakan

Pada Tabel 4.5 di bawah ini merupakan tabel hasil analisis postur tubuh menggunakan metode RULA. Dalam menganalisis postur tubuh menggunakan metode RULA terdapat beberapa variabel yang harus dinilai diantaranya, seperti posisi lengan bagian atas, posisi lengan bagian bawah, posisi pergelangan tangan operator, jenis aktivitas yang dilakukan operator, berat beban yang dibawa operator, posisi leher, dan posisi tubuh bagian atas. Setelah semua variabel tersebut diberikan penilaian berupa skor, maka kita akan mendapatkan nilai akhir untuk RULA pada operator 1.

Tabel 4.5 Analisis Postur Operator 1 dengan Menggunakan Metode RULA

no	Variabel	skor	Penjelasan
1	Lengan Atas	3	Karena lengan atas operator membentuk sudut $58^\circ$ , yang artinya sudut tersebut diantara $45^\circ - 90^\circ$ , maka skor yang diberikan untuk lengan atas sebesar 3 poin.
2	Lengan bawah	2	Lengan bawah operator lurus tidak membentuk sudut.
3	Posisi tangan	1	Posisi tangan operator lurus maka diberi skor 1.
4	pergelangan tangan	1	Karena terjadi perputaran pergelangan tangan hingga ke titik tengah, maka skor yang diberika sebesar 1
5	Skor untuk aktivitas	0	Karena aktivitas yang dilakukan oleh operator 1 tidak dilakukan secara static selama lebih dari 10 menit dan tidak dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali dalam 1 menit
6	Berat beban	3	Karena berat beban yang di bawa seberat 23,6 kg lebih besar dari 11 kg, maka skor yang diberika sebesar 3
7	Posisi leher	3	Leher operator membentuk sudut sebesar $25^\circ$ , sehingga diberika skor 3
8	Posisi tubuh bagian atas	3	Sudut yang dibentuk operator sebesar $55^\circ$ , maka skor yang di berikan adalah 3
9	Skor akhir RULA	7	Perlunya investigasi dan implementasi perubahan, karena berpotensi untuk menyebabkan cedera pada operator 1

Dari Tabel 4.5 yang merupakan hasil analisis postur tubuh pada operator 1, di dapatkan hasil akhir RULA sebesar 7 poin, salah satu penyebab besarnya skor akhir RULA ini dikarenakan tubuh bagian atas operator membentuk sudut yang cukup besar, sehingga ikut menyebabkan skor akhir RULA besar. Maka dalam hal ini diperlukan perbaikan secepatnya pada posisi postur kerja operator tersebut, karena berdasarkan nilai akhir RULA, posisi kerja operator 1 sangat berisiko tinggi terhadap cedera tulang belakang atau yang biasa disebut *musculoskeletal disorders* (MSDs).

#### 4.3.3.2 Pengolahan Data dan Analisis Data Menggunakan Metode REBA

REBA merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengetahui potensi cedera pada keseluruhan tubuh operator. Terlihat pada Gambar 4.22 seorang operator sedang melakukan proses pengangkatan. Proses pengangkatan tersebut termasuk kedalam jenis *manual material handling*. Pada analisis REBA dibawah ini, akan diketahui seberapa parah risiko cedera yang bisa dialami oleh operator 1 tersebut, berikut penjelasannya.



Gambar 4.22 Operator 1 meletakkan

Pada Tabel 4.6 merupakan penejelasan hasil analisis postur tubuh menggunakan metode REBA. Menganalisis postur tubuh menggunakan metode REBA terdapat beberapa variabel yang harus dinilai diantaranya, postur leher, tubuh bagian atas, posisi kaki, beban yang dibawa, posisi lengan atas, posisi lengan bawah, pergelangan tangan, *factor coupling*, dan jenis aktivitas operator. Setelah semua variabel tersebut diberikan penilaian berupa skor, maka akan diperoleh nilai akhir untuk REBA pada operator 1.

Tabel 4.6 Analisis Postur Operator 1 Dengan Menggunakan Metode REBA

no	Variabel	skor	Penjelasan
1	Postur leher	1	Terjadi pembentukan sudut pada leher operator sebesar $20^{\circ}$ , maka skor yang diberikan sebesar 1 poin. Posisi normal leher hanya membentuk sudut $0^{\circ} - 20^{\circ}$ saja.

Tabel 4.6 Analisis Postur Operator 1 Dengan Menggunakan Metode REBA

no	Variabel	skor	Penjelasan
2	Postur tubuh bagian atas	3	Posisi tubuh operator yang membentuk sudut sebesar 55°, maka diberikan skor sebesar 3 poin. Adapun posisi normal tubuh bagian atas tidak membentuk sudut (0°).
3	Posisi kaki	1	Posisi kaki operator yang hampir lurus diberikan skor sebesar 1..
4	Beban	2	Karena beban yang diangkat lebih dari 11 kg maka skor yang diberikan sebesar 2 poin.
5	Posisi lengan atas	3	Posisi lengan atas operator membentuk sudut sebesar 58°, maka skor yang diberikan sebesar 3 poin.
6	Posisi lengan bawah	2	Posisi lengan bawah operator yang lurus, maka skor yang diberikan senilai 2 poin.
7	Pergelangan tangan	2	Terjadi perputaran pergelangan tangan hingga titik tengah, maka diberikan skor 1, hasil skor akhir untuk pergelangan tangan sebesar 2 poin.
8	Pegangan ( <i>coupling</i> )	2	Dalam hal ini factor pegangan pada benda yang dibawa dikategorikan 'poor' akan tetapi masih memungkinkan untuk membawanya. Maka skor yang diberikan senilai 2 poin.
9	Jenis aktivitas	0	Karena dalam hal ini pekerja tidak melakukan dalam keadaan diam lebih dari 1 menit, kemudian tidak melakukan pengulangan dalam jarak pendek, dan tidak terjadi perubahan postur tubuh secara mendadak, maka skor yang diberikan untuk aktivitas sebesar 0 poin.
10	Skor akhir REBA	8	Dapat disimpulkan skor untuk REBA yang didapatkan sebesar 11 poin. Yang artinya sangat berisiko tinggi terhadap tubuh operator dan perlunya implementasi perubahan.

Dari Tabel 4.6 yang merupakan hasil analisis postur tubuh pada operator 1, diperoleh hasil akhir REBA sebesar 8 poin, salah satu penyebabnya adalah posisi tubuh operator bagian atas dan lengan bagian atas yang membentuk sudut cukup besar, sehingga ikut menyumbangkan skor akhir REBA yang besar. Aktivitas yang dilakukan oleh operator tersebut memiliki risiko cedera yang tinggi dan perlunya implementasi perubahan. Diperlukan perbaikan secepatnya pada posisi postur kerja operator tersebut, karena berdasarkan nilai akhir REBA, posisi kerja yang dilakukan operator 1 sangat berisiko tinggi terhadap cedera tulang belakang atau yang biasa disebut *musculoskeletal disorders* (MSDs).



#### 4.3.3.3 Pengolahan Data dan Analisis Data Menggunakan Metode *Liberty Mutual Tables*

*Liberty mutual tables* merupakan suatu metode untuk menganalisis dan mengevaluasi proses *manual material handling* seperti, pengangkatan, pendorongan, penarikan dan membawa. Pada tahap ini analisis yang dilakukan adalah proses pengangkatan. Berikut merupakan data hasil pengamatan langsung dilapangan:

1. Total berat beban yang di bawa adalah 23,6 kg atau 52 lbs
2. Jarak tangan dari tubuh operator adalah 7 inchi atau 17,78 cm
3. Tinggi awal tangan operator adalah 18,4 inchi atau 46 cm
4. Tinggi akhir tangan operator adalah 29,9 inchi atau 76 cm
5. Maka jarak pengangkatan adalah  $29,9 - 18,4 = 22,3$  inchi

Tabel yang akan digunakan adalah jenis tabel *male population percentages for lowering task* dengan syarat *ending below knuckle height (<31"*). Pada Tabel 4.3 akan dijelaskan cara menganalisa pengangkatan yang dilakukan pada operator 1.

Tabel 4.7 Analisis Proses Pengangkatan Operator 1 dengan Menggunakan Metode *Liberty Mutual Tables*

Jenis			Jarak tangan	Waktu untuk sekali pengangkatan	Berat benda	Jarak pengangkatan	Analisis hasil
pekerjaan	barang	Kelamin					
Meletakan	Wadah kikir	Laki – laki	7 inchi = 17,78 cm	18 detik	23,6 kg = 52lbs	Tinggi tangan awal = 18,4 inchi, kemudian tinggi posisi akhir tangan = 29,9 inchi, jarak pengangkatan $29,9 - 18,4 = 11,5$ inchi	75% tugas tersebut dapat diterima pekerja yang melakukan proses pengangkatan tersebut.

Hasil persentase yang di dapat adalah 75%, hasil tersebut menyebutkan bahwa tugas pengangkatan tersebut dapat diterima oleh 75% pekerja yang melakukan tugas serupa seperti operator tersebut. Oleh karena itu perlunya perbaikan postur kerja agar dapat diterima 90% dari populasi pekerja yang berada pada perusahaan Jaykay Files Indonesia.

#### 4.3.4 Rekap Data RULA, REBA dan Liberty Mutual Tables Operator 1,2, dan 3

Pada sub – sub ini merupakan kumpulan keseluruhan data RULA, REBA dan Liberty Mutual Tables yang terdiri atas beberapa proses *manual material handling*

seperti mengangkat, membawa, dan meletakkan. Data tersebut berisikan keseluruhan operator dari 1,2, dan 3.

#### 4.3.4.1 Data RULA Untuk Operator 1,2,dan 3

Table 4.8 merupakan hasil rekapan data RULA keseluruhan dari operator1 hingga operator 3. Dapat dilihat data dari masing – masing operator dibagi menjadi 2 aktivitas, pada setiap aktivitasnya terdapat kolom penilaian posisi, diantaranya: kolom 1 merupakan nilai skor dari pergelangan dan lengan, kolom 2 merupakan penilaian berkaitan dengan posisi leher, tubuh bagian atas, dan kaki operator.

Tabel 4.8 Data RULA Pada Operator 1,2,dan 3

RULA					
Operator 1					
no	Kegiatan	Wrist, arm score	Neck, trunk, and leg	Final score	Kesimpulan
1	Mengangkat	5	6	7	Investigasi dan implementasi perubahan
2	Meletakkan	6	6	7	Investigasi dan implementasi perubahan
Operator 2					
1	Mengangkat	5	9	7	Investigasi dan implementasi perubahan
2	Meletakkan	6	9	7	Investigasi dan implementasi perubahan
Operator 3					
1	Mengangkat	6	6	7	Investigasi dan implementasi perubahan
2	Meletakkan	6	8	7	Investigasi dan implementasi perubahan

Terlihat pada Tabel 4.8 nilai RULA pada operator 1, 2, dan 3 mempunyai skor akhir yang sama bernilai 7 poin, yang berarti aktivitas yang dilakukan cukup berpotensi tinggi untuk menyebabkan cedera pada operatornya. Terdapat beberapa hal yang patut diperhatikan dalam melakukan proses *manual material handling* yaitu cara melakukan pengangkatan beban yang akan di bawa secara benar. Salah satu penyebab tingginya nilai RULA yang didapat adalah sudut kemiringan yang dibentuk oleh tubuh operator tersebut, semakin besar sudut kemiringan yang dibentuk maka semakin besar pula skor yang akan diperoleh, hal ini dapat dilihat pada lembar kerja RULA.

#### 4.3.4.2 Data REBA Untuk Operator 1,2,dan 3

Table 4.9 merupakan hasil rekap data REBA keseluruhan dari operator1 hingga operator 3. Dapat dilihat data dari masing – masing operator dibagi menjadi 2 aktivitas, pada setiap aktivitasnya terdapat kolom penilaian posisi, diantaranya: kolom 1 merupakan nilai untuk skor A (posisi leher, posisi tubuh, dan posisi kaki), kolom 2 merupakan penilaian nilai untuk skor B (posisi lengan bawah, posisi pergelangan tangan, dan posisi lengan atas).

Tabel 4.9 Data REBA Pada Operator 1,2,dan 3

REBA					
Operator 1					
No	Kegiatan	Skor A	Skor B	Skor Akhir	Kesimpulan
1	Mengangkat	7	7	9	High risk
2	Meletakkan	4	7	7	Medium risk
Operator 2					
No	Kegiatan	Skor A	Skor B	Skor Akhir	Kesimpulan
1	Mengangkat	6	4	7	Medium risk
2	Meletakkan	6	5	8	high risk
Operator 3					
No	Kegiatan	Skor A	Skor B	Skor Akhir	Kesimpulan
1	Mengangkat	4	5	5	Medium risk
2	Meletakkan	5	8	8	High risk

Terlihat pada Tabel 4.9 nilai REBA pada operator 1, 2, dan 3 rata – rata mempunyai skor akhir dengan interval risiko medium sampai dengan berisiko tinggi. Dapat diperhatikan pula pada Tabel 4.9 bahwa pada proses pengangkatan dan peletakkan barang, rata – rata mempunyai kesimpulan akhir yang berisiko tinggi, disebabkan oleh proses pengangkatan dan peletakkan barang yang dilakukan secara salah. Selain memperbaiki aktivitas dalam melakukan *manual material handling*, solusi lainnya adalah dengan cara memberikan alat bantu untuk memudahkan proses proses *manual material handling*.

#### 4.3.4.3 Data Liberty Mutual Tables Untuk Operator 1,2,dan 3

Table 4.10 merupakan hasil rekap data analisis liberty mutual tables secara keseluruhan dari operator1 hingga operator 3. Dapat dilihat data dari masing – masing operator dibagi menjadi 3 aktivitas, pada setiap aktivitasnya terdapat kolom pengamatan seperti tinggi tangan pada posisi awal, jarak pengangkatan dan penurunan,

jarak pemindahan, jarak angkat dan penurunan dari tubuh operator, dan waktu frekuensi tugas yang dilaksanakan.

Tabel 4.10 Rekap Data Analisis Liberty Mutual Tables Pada operator 1,2, dan 3

No	Jenis kegiatan	Tinggi tangan awal (in)	Lift, Lower distance (in)	Carry distance (feet)	Lift, lower hand distance from body (in)	Lift, lower, carry object weight (pounds)	Time task frequency one every: (sec, min, hr)	Final decision
Operator 1								
1	Mengangkat	7	10	-	7	52	17 detik	65%
2	Membawa	33	-	28	-	52	18 detik	58%
3	Meletakkan	7	20	-	7	52	18 detik	75%
Operator 2								
1	Mengangkat	7	20	-	7	52	17 detik	65%
2	Membawa	33	-	28	-	52	18 detik	58%
3	Meletakkan	7	20	-	7	52	18 detik	75%
Operator 3								
1	Mengangkat	7	20	-	7	52	17 detik	65%
2	Membawa	33	-	28	-	52	18 detik	58%
3	Meletakkan	7	20	-	7	52	18 detik	75%

Dapat dilihat pada Tabel 4.10 bahwa hasil antar aktivitas *manual material handling* pada operator 1,2, dan 3 adalah sama, hal ini dikarenakan aktivitas yang dilakukan pada ketiga operator tersebut adalah sama. Pada analisis sebelumnya sudah di bahas tentang hasil analisis untuk aktivitas *manual materil handling* pada operator 1.

Terlihat pada Tabel 4.10 persentase akhir untuk aktivitas mengangkat pada operator 1,2,dan 3 adalah 65% yang berarti bahwa aktivitas tersebut dapat diterima oleh 65% pekerja yang melakukan pekerjaan serupa. Untuk aktivitas membawa pada operator 1, 2, dan 3 adalah 58%, yang berarti bahwa aktivitas tersebut dapat diterima oleh 58% pekerja yang melakukan pekerjaan serupa pada perusahaan tersebut. Selanjutnya untuk aktivitas meletakan hasil persentase yang di dapatkan oleh operator 1,2, dan 3 adalah 75%, yang berarti bahwa aktivitas tersebut dapat diterima oleh 75% pekerja yang melakukan pekerjaan serupa pada perusahaan tersebut.

#### 4.3.5 Perancangan *Manual material handling*

Untuk mengurangi potensi cedera pada operator terdapat beberapa cara untuk menanggulangnya, seperti perbaikan tata cara dalam melakukan *manual material handling* dan membuat suatu perancangan alat bantu *manual material handling* untuk mempermudah pekerjaan dan mengurangi potensi cedera kerja yang dialami. Dalam penelitian ini fokus perbaikan dan pencegahan potensi cedera, akan dilakukan dalam hal perancangan alat bantu *manual material handling*.

Penyusunan konsep perancangan dilakukan dengan mengacu pada studi pendahuluan yang diperoleh. Studi pendahuluan memberikan informasi tentang beberapa keluhan yang ada pada proses *forging*, informasi yang diperoleh dengan cara wawancara menunjukkan bahwa pekerja belum menemukan kenyamanan dalam melakukan aktivitas kerjanya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.11 beberapa keluhan yang dialami pekerjaannya seperti keluhan rasa sakit, nyeri, pegal pada bagian punggung, nyeri pada pinggang, nyeri pada pergelangan tangan, nyeri pada jari, dan pegal pada tangan lengan bawah. Berikut merupakan hubungan antara timbulnya keluhan dengan penyebab yang ada.

Tabel 4.11 Ringkasan Keluhan Pekerja dan Penyebabnya

No	Keluhan pekerja	Banyaknya Keluhan	Penyebab
1	Nyeri pada pinggang	2	Pada saat posisi pekerja melakukan proses pengangkatan dan membawa barang, bagian punggung dan pinggang terus menerus membentuk sudut yang membuat pekerja membungkuk dan ikut menahan berat beban yang di bawa pekerja, sehingga punggung dan pinggang pekerja mengalami sudut kemiringan.
2	Pegal pada punggung	2	Pada saat posisi pekerja melakukan proses pengangkatan dan membawa barang, bagian punggung dan pinggang terus menerus membentuk sudut yang membuat pekerja membungkuk dan ikut menahan berat beban yang di bawa pekerja, sehingga punggung dan pinggang pekerja mengalami sudut kemiringan.
3	Pegal pada lengan bawah	2	Pada saat melakukan pengangkatan dan membawa barang, lengan bawah ikut menahan berat beban yang di bawa pekerja.
4	Rasa nyeri pada pergelangan tangan	3	Pada saat melakukan pengangkatan dan membawa barang, lengan bawah ikut menahan berat beban yang di bawa pekerja.
5	Rasa nyeri pada jari tangan	3	Kurangnya ketersediaan handle (pegangan) pada barang yang dibawa pekerja menyebabkan beban barang bertumpu pada jari – jari pekerja, sehingga mengalami rasa nyeri.

#### 4.3.5.1 Data Antropometri

Tahap selanjutnya adalah menentukan dimensi antropometri yang akan digunakan sebagai acuan untuk menetapkan ukuran rancangan. Penentuan dimensi antropometri ini dimaksudkan agar rancangan sesuai dengan karakteristik penggunaannya. Berikut ini merupakan dimensi antropometri yang dibutuhkan dalam perancangan alat bantu.

1. Tinggi siku (D4)
2. Lebar bahu (D17)
3. Panjang kaki (D30)
4. Lebar kaki (D31)

Sumber: antropometriindonesia.com

Penggunaan dimensi anthropometri beserta fungsinya dapat dijelaskan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Fungsi Dimensi Anthropometri

No	Dimensi Anthropometri	Fungsi
1	Tinggi siku	Untuk menentukan tinggi pegangan <i>trolley</i>
3	Panjang kaki	Untuk menentukan panjang tuas hidrolik
4	Lebar kaki	Untuk menentukan lebar tuas hidrolik
5	Lebar bahu	Untuk menentukan lebar handel <i>trolley</i>

Selanjutnya pada Tabel 4.13 akan dijelaskan data dimensi tubuh operator *forging helper* yang akan digunakan untuk pengukuran dimensi perancangan alat bantu dalam penelitian ini. Adapun dimensi – dimensi yang diukur di dalamnya adalah dimensi tinggi siku operator, lebar bahu operator, dimensi panjang tangan operator, dimensi panjang kaki operator, dan dimensi lebar kaki operator. Pengukuran dimensi tubuh operator ini dilakukan pada setiap operatornya.

Tabel 4.13 Data Antropometri *Helper Forging*

Nama	Dimensi	Keterangan	Ukuran (cm)
Operator 1	D4	Tinggi siku	104,1
	D17	Lebar bahu	45
	D30	Panjang kaki	23,4
	D31	Lebar kaki	9,5
Operator 2	D4	Tinggi siku	105,3
	D17	Lebar bahu	45,5
	D30	Panjang kaki	23
	D31	Lebar kaki	9

Tabel 4.13 Data Antropometri *Helper Forging*

Nama	Dimensi	Keterangan	Ukuran (cm)
Operator 3	D4	Tinggi siku	108,2
	D17	Lebar bahu	46
	D30	Panjang kaki	23,2
	D31	Lebar kaki	10,2

#### 4.3.5.2 Perhitungan Persentil

Perhitungan persentil dilakukan untuk mendapatkan batas ukuran yang diperlukan. Persentil yang digunakan pada perancangan alat bantu ini adalah persentil 5, 50, dan 95. Persentil ini dapat dihitung berdasarkan rumus seperti pada Tabel 2.4 pada bab sebelumnya. Contoh perhitungan persentil untuk tinggi siku di bawah ini.

$$P5 = 105,86 - (1,645 \times 2,1079) = 102,4$$

$$P50 = 105,87$$

$$P95 = 105,86 + (1,28 \times 2,1079) = 108,56$$

Perhitungan keseluruhan dimensi tubuh operator selanjutnya di rangkum pada Tabel 4.14 berikut.

Tabel 4.14 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Persentil Data Anthropometri

No	Data yang diukur	Simbol	Rata - rata	SD	P 5	P 50	P 95
1	Tinggi siku	D4	105.87	2.11	102.40	105.86	108.56
2	Panjang kaki	D30	23.2	0.20	22.87	23.20	23.45
3	Lebar kaki	D31	9.57	0.64	8.56	9.56	10.38
4	Lebar bahu	D17	45.5	0.50	44.35	45.50	46.10

#### 4.3.5.3 Desain Ergonomi

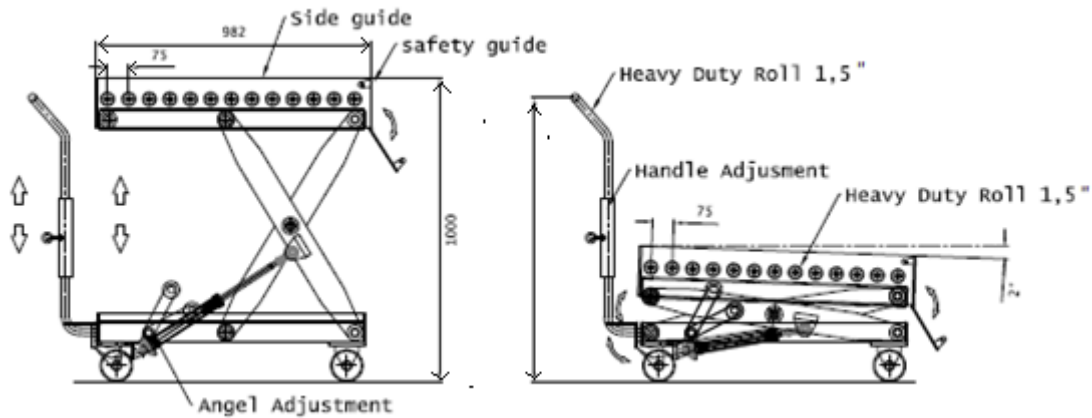
Untuk membuat suatu alat bantu, diperlukan pengukuran dimensi berdasarkan ukuran penggunanya, dengan kata lain adalah operator yang akan menggunakan alat tersebut. Tabel 4.15 merupakan penjelasan pengukuran dimensi desain dari *scissors lift trolley*. Pemberian ukuran pada tabel tersebut disesuaikan dengan data antropometri sebelumnya yang telah diambil pada saat melakukan pengamatan langsung di lapangan.

Tabel 4.15 Dimensi Desain Ergonomi

No	Interaksi	Keterangan interaksi				Ukuran (cm)	Allowance
		Dimensi tubuh	Penggunaan dimensi	Dimensi benda	Persentil		
1	Handel pegangan	D4	Tinggi siku	Tinggi handel pegangan	P 5	102 sampai dengan 108	-
		D17	Lebar sisi bahu	Lebar handel pegangan	P95	50 cm	Diberikan kelonggaran desain 4 cm, sehingga mnejadi 50 cm.
2	Pijakan hidrolik	D30	Panjang kaki	Panjang tangkai tuas hidrolik untuk turun	P 95	24 cm	dalam hal ini panjang tuas hidrolik dlebihkan 1 cm agar operator yang berada pada persentil 95 tetap merasanya nyaman
				Panjang tuas pengungkit hidrolik	P95	30 cm	panjang tuas ungit hidrolik dlebihkan 6 cm agar operator yang berada pada persentil 95 tetap merasanya nyaman dan dapat membendakan antara tuas ungit dan turun.
		D31	Lebar kaki	Lebar tuas hidrolik	P 95	12 cm	dlebihkan 2 cm agar pengguna pada persentil 95 dapat dengan leluasa dalam menginjak tuas.

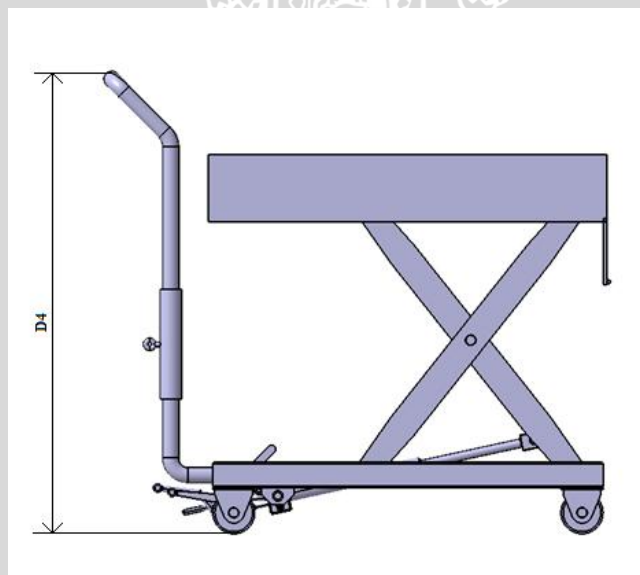
Setelah melakukan pengukuran dimensi tubuh manusia langkah selanjutnya adalah perancangan desain alat bantu menggunakan dimensi yang telah diukur sebelumnya. Alat ini berfungsi untuk dapat mengurangi potensi cedera terhadap operatornya dan juga dapat memudahkan mereka dalam melakukan pekerjaannya, khususnya dalam *manual material handling*. Alat ini berbentuk *trolley* dengan mekanisme *scissor lift* yang dapat menyesuaikan tinggi dari lokasi barang yang akan diangkatnya, pada Gambar 4.23 merupakan gambar tampak samping dari *scissors lift trolley*.



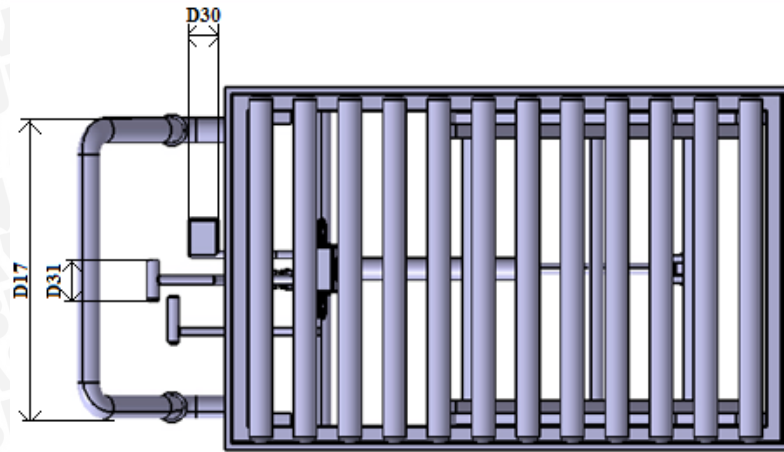


Gambar 4. 23 Desain *Trolley* Tampak Samping

Selanjutnya di bawah ini merupakan sebuah desain alat bantu *manual material handling* dengan berbentuk *trolley*, menggunakan mekanisme *scissor lift*. Pada Gambar 4.24 dan 4.25 disajikan sebuah gambar *scissor lift trolley* beserta keterangan dimensi antropometri yang digunakan dalam pembuatan desain alat bantu ini.



Gambar 4.24 Desain *Trolley* Tampak Samping



Gambar 4.25 Desain Trolley Tampak Atas

Pada Tabel 4.16 merupakan penjelasan berkaitan dengan fitur – fitur yang terdapat dalam alat bantu ini.

Tabel 4.16 Fitur pada Alat Bantu

no	Fitur	Penjabaran
1	Panjang :950 mm	Dimensi panjang meja ini berdasarkan dengan dimensi panjang wadah kikir, satu wadah kikir memiliki ukuran 18 x 18 cm, dengan kata lain kapasitas meja dalam posisi memanjang dapat memuat 5 (18 x 5 = 90) wadah kikir dengan diberi <i>allowance</i> sebesar 5cm, sebagai pertimbangan untuk memberi keleluasaan dalam meletakkan wadah kikir tersebut.
2	Lebar: 600 mm	Dimensi lebar meja menyesuaikan dengan produk yang sudah ada sebelumnya, dengan lebar wadah kikir 18 cm maka untuk posisi melebar dapat memuat wadah kikir sebanya 3 buah dengan diberikan <i>allowance</i> sebesar 6 cm.
3	Jangkauan tinggi maksimal: 1000 mm	Jangkauan tinggi maksimal ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan operator dalam memposisikan wadah kikir ke dalam meja ungkit ini, jangkauan tinggi maksimum ini disesuaikan dengan jarak tinggi siku operator dengan pendekatan antropometri.
4	Sistem gerak: X-bar ( <i>scissor</i> )	Penggunaan sistem gerak <i>scissor</i> ini bertujuan agar dapat menyesuaikan dengan tinggi mesin <i>forging</i> sehingga dapat memudahkan pekerjaan <i>manual material handling</i> dari operatornya.
5	Penggerak: dongkrak hidrolik	Sistem penggerak hidrolik ini dapat menjawab kebutuhan akan sistem kerja yang <i>adjustable</i> , karena mampu mempertahankan posisi dalam keadaan mengunci sendiri.
6.	Roll pada meja	<i>Roll</i> ini bertujuan untuk mempermudah operator dalam mengatur wadah kikir pada meja ungkit dan mempermudah dalam meletakkan wadah kikir ke proses <i>annealing</i>
7	Tuas untuk menaikkan posisi meja	Dengan dilengkapi tuas pengungkit untuk menaikkan keadaan meja ungkit ini menyesuaikan dengan tinggi meja <i>forging</i> , sehingga dapat mempermudah pekerjaan operator dala memindahka wadah kikir
8	Tuas untuk menurunkan posisi meja	Selain tuas pengungkit alat bantu ini dilengkapi tuas penurun, sehingga dengan bantuan secara manual meja dengan otomatis akan turun dengan sendirinya.
9	Tuas pengungkit meja	Tuas ini memiliki fungsi untuk mengungkit bagian belakang meja, agar wadah kikir pada meja <i>trolley</i> dapat meluncur ke bawah.

#### 4.3.5.4 Penentuan Komponen Perancangan

Penentuan komponen penyusun pada usulan perancangan *scissor lift trolley* bertujuan untuk menetapkan komponen yang akan digunakan sesuai dengan spesifikasi

yang dibutuhkan. Penentuan komponen penyusun *scissor lift trolley* dilakukan berdasarkan informasi dari pustaka dan teknisi. Tabel 4.17 merupakan penjelasan tentang komponen yang digunakan pada alat bantu ini.

Tabel 4.17 Komponen pada Alat Bantu

no	bagian	Komponen	Keterangan
1	Rangka atas	Roll	Bahan yang digunakan pada <i>roll</i> ini merupakan baja karbon menengah. Baja karbon menengah ini memiliki fungsi untuk membuat sasis pada mobil serta pembuatan bodi kapal laut, <i>roll heavy duty</i> dengan diameter 1,5 inchi dan bahan baja karbon menengah dapat menahan beban seberat 100 kg (Meyers dan Stephens, 2005).
		Meja	Dalam hal ini Bahan pada meja ungkit sama dengan bahan <i>roll</i> sebelumnya, yaitu dengan menggunakan baja karbon menengah. Hal ini pun sama seperti produk <i>trolley</i> yang sudah ada.
2	Rangka samping	Mekanisme gunting	Mekanisme ungkit ini memiliki ukuran 104 cm untuk panjang sisi guntingnya, dengan kemampuan daya ungkit hingga 1 meter dari permukaan tanah
3	Rangka bawah	Jenis hidrolik	Jenis hidrolik yang digunakan yaitu dengan menggunakan jenis dongkrak hidrolik dengan kapasitas daya angkat sebesar 3 ton.
		Jenis roda	Roda yang digunakan sama memiliki diameter 3 inchi dengan jenis roda <i>heavy duty</i> yang biasa digunakan dalam industri.
4	handel	Lebar handel	Lebar handel mengikuti pendekatan antropometri, untuk memberikan kenyamanan pada penggunaanya.
		Diameter handel	Diameter handel di sesuaikan dengan dimensi yang sudah ada di pasaran, untuk memberikan kenyamanan operator.

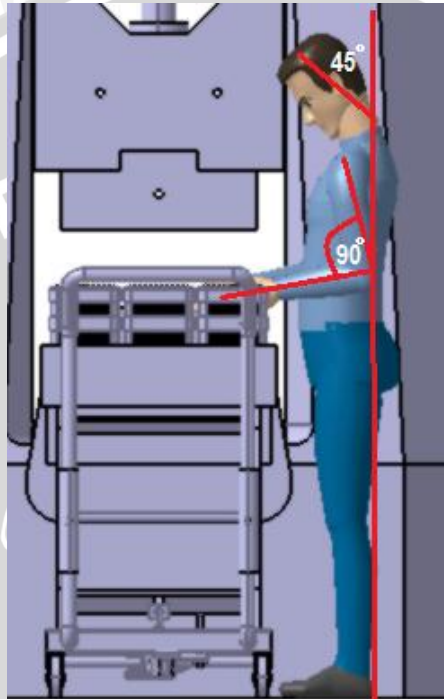
#### 4.3.5.5 Analisis Postur Tubuh Operator dengan Menggunakan Perancangan Alat Bantu *Manual material handling*

Pada sub – sub bab ini, analisis yang akan dilakukan adalah aktivitas *manual material handling* dengan diperagakan oleh model perancangan dan desain *prototype* dari *software catia v5*. *Software* ini dapat menggambarkan dan memperagakan aktivitas *manual material handling* yang ada di perusahaan khususnya pada proses *forging*.

Dimensi pada model operator CATIA menggunakan dimensi pada ukuran tubuh orang Asia Tenggara, dikarenakan pada CATIA tidak disediakan menu untuk menyesuaikan dimensi tubuh manusia khususnya Indonesia. Akan tetapi setelah diamati lebih lanjut dimensi dalam CATIA masih dalam batas interval yang sama dengan data operator yang didapatkan pada pengamatan langsung. Aktivitas *manual material handling* dilakukan dengan menggunakan perancangan alat bantu yang didesain untuk mempermudah pekerja dalam melakukan *manual material handling* pada proses *forging*.

#### 4.3.5.6 Analisis Proses Pengangkatan dengan Metode RULA

Berikut ini merupakan analisis proses pengangkatan dengan menggunakan metode RULA. Analisis akan dilakukan pada model dan *prototype* desain alat bantu *manual material handling* yang sudah dirancang untuk memudahkan pekerjaan operator tersebut. Gambar 4.26 merupakan gambaran aktivitas pengangkatan dengan menggunakan desain alat bantu.



Gambar 4.26 Proses Pengangkatan Pada Model Operator dengan Desain Alat Bantu

Pada Tabel 4.18 merupakan data hasil analisis postur tubuh menggunakan metode RULA. Terdapat beberapa variabel yang harus dinilai dalam menganalisis postur tubuh menggunakan metode RULA diantaranya, seperti posisi lengan bagian atas, posisi lengan bagian bawah, posisi pergelangan tangan operator, jenis aktivitas yang dilakukan operator, berat beban yang dibawa operator, posisi leher, dan posisi tubuh bagian atas. Setelah semua variabel tersebut diberikan penilaian berupa skor, maka akan diperoleh nilai akhir untuk RULA pada model operator tersebut.

Tabel 4.18 Hasil Analisis RULA pada Model Operator dengan Menggunakan Perancangan Alat Bantu

no	Variabel	Skor	Penjelasan
1	Lengan Atas	1	Karena lengan atas operator tidak membentuk sudut, maka skor yang diberikan untuk lengan atas sebesar 1 poin.
2	Lengan bawah	1	Lengan bawah operator membentuk sudut 90°

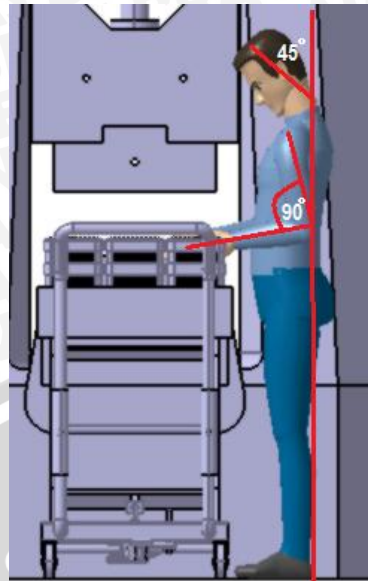
tabel 4.18 Hasil Analisa RULA pada Model Operator dengan Menggunakan Perancangan Alat Bantu

no	Variabel	Skor	Penjelasan
3	Posisi tangan	1	Posisi tangan operator lurus maka diberi skor 1, karena tidak terjadi penekanan pada bagian tengah maka nilai skor akhir untuk tangan sebesar 1
4	pergelangan tangan	1	Karena terjadi perputaran pergelangan tangan hingga ke titik tengah, maka skor yang diberika sebesar 1
5	Skor untuk aktivitas	0	Karena aktivitas yang dilakukan oleh operator tidak dilakukan secara static selama lebih dari 10 menit dan tidak dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali dalam 1 menit
6	Berat beban	1	Karena berat beban tidak di bawa secara langsung melainkan menggunakan alat bantu maka skor untuk beban di berikan skor 1
7	Posisi leher	3	Leher operator membentuk sudut 45°, sehingga diberika skor 3
8	Posisi tubuh bagian atas	1	Tubuh bagian atas operator tidak membentuk sudut, sehingga skor diberikan nilai 1
9	Skor akhir RULA	4	Perlunya investigasi dan implementasi perubahan, karena berpotensi untuk menyebabkan cedera pada operator 1

Pada Tabel 4.18 didapatkan hasil analisis RULA pada proses pengangkatan adalah 4 poin. Maka dalam hal ini perubahan postur tubuh mungkin dibutuhkan, karena terdapat sedikit potensi cedera yang ada, tetapi tidak berbahaya bagi operatornya.

#### 4.3.5.7 Analisis Proses Pengangkatan dengan Metode REBA

REBA merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengetahui potensi cedera pada keseluruhan tubuh operator. Gambar 4.27 merupakan gambar dari seorang model operator yang melakukan proses pengangkatan. Proses pengangkatan tersebut termasuk kedalam jenis *manual material handling*. Pada analisis REBA dapat diketahui seberapa besar risiko cedera yang bisa dialami oleh model operator tersebut setelah menggunakan model *prototype* alat bantu.



Gambar 4.27 Proses Pengangkatan Pada Model Operator dengan Desain Alat Bantu

Tabel 4.19 Merupakan data hasil analisis postur tubuh menggunakan metode REBA. Terdapat beberapa variabel yang harus dinilai dengan menggunakan metode REBA diantaranya adalah, postur leher, tubuh bagian atas, posisi kaki, beban yang dibawa, posisi lengan atas, posisi lengan bawah, pergelangan tangan, *factor coupling*, dan jenis aktivitas operator. Setelah semua variabel tersebut diberikan penilaian berupa skor, maka akan diketahui nilai akhir untuk REBA pada model operator tersebut.

Tabel 4.19 Analisis Postur pada Model Operator dengan Menggunakan Metode REBA

no	Variabel	Skor	Penjelasan
1	Postur leher	2	Terjadi pembentukan sudut pada leher operator sebesar 45°, maka skor yang diberikan sebesar 2 poin.
2	Postur tubuh bagian atas	1	Posisi tubuh operator tidak membentuk sudut, maka diberikan skor sebesar 1 poin.
3	Posisi kaki	1	Posisi kaki operator yang lurus diberikan skor sebesar 1, maka skor akhir untuk kaki adalah 1 poin.
4	Beban	1	Karena tubuh operator tidak secara langsung mengangkat beban tersebut maka skor yang diberikan untuk berat beban adalah 1 poin.
5	Posisi lengan atas	1	Posisi lengan atas operator tidak membentuk sudut, maka skor yang diberikan sebesar 1 poin.
6	Posisi lengan bawah	1	Posisi lengan bawah operator yang membentuk sudut sebesar 90°, maka skor yang diberikan senilai 1 poin.
7	Pergelangan tangan	2	Pergelangan tangan operator yang membentuk sudut kurang dari 15° dan terjadi perputaran pergelangan tangan hingga titik tengah, maka diberikan skor 1, hasil skor akhir untuk pergelangan tangan sebesar 2 poin.

Tabel 4.19 Analisis Postur pada Model Operator dengan Menggunakan Metode REBA

no	Variabel	Skor	Penjelasan
8	Pegangan ( <i>coupling</i> )	2	Dalam hal ini factor pegangan pada benda yang dibawa dikategorikan 'poor' karena tidak terdapat handle untuk memegang, akan tetapi masih memungkinkan untuk membawanya. Maka skor yang diberikan sebesar 2 poin.
9	Jenis aktivitas	0	Karena dalam hal ini pekerja tidak melakukan dalam keadaan diam lebih dari 1 menit, kemudian tidak melakukan pengulangan dalam jarak pendek, dan tidak terjadi perubahan postur tubuh secara mendadak, maka skor yang diberikan untuk aktivitas sebesar 0 poin.
10	Skor akhir REBA	3	Dapat disimpulkan skor untuk REBA yang didapatkan sebesar 3 poin. Yang artinya tingkat risiko rendah terhadap tubuh operator dan mungkin perlunya perubahan postur tubuh.

Tabel 4.19 merupakan hasil analisis postur tubuh pada model operator, di dapatkan hasil akhir REBA sebesar 3 poin, yang berarti aktivitas yang dilakukan oleh model operator tersebut memiliki risiko cedera yang rendah dan mungkin perlunya perubahan postur tubuh. Maka yang harus diperhatikan adalah perubahan postur pada operatornya untuk terhindar dari potensi cedera.

#### 4.3.5.8 Analisis Proses Pengangkatan Dengan Metode *Liberty Mutual Tables*

*Liberty mutual tables* merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengevaluasi proses *manual material handling* seperti, pengangkatan, pendorongan, penarikan dan membawa. Pada tahap ini analisis akan dilakukan pada proses pengangkatan dengan menggunakan jenis tabel *male population percentages for lowering tasks (beginning between knuckle and shoulder height  $t \geq 31''$  and  $\leq 57''$ )*, adapun data pengamatan sebagai berikut:

1. Total berat beban yang di bawa adalah 23,6 kg atau 52 lbs
2. Jarak tangan dari tubuh operator adalah 7 inchi atau 17,78 cm
3. Tinggi awal tangan operator adalah 46 inchi atau 115 cm
4. Tinggi akhir tangan operator adalah 36 inchi atau 90 cm
5. Maka jarak pengangkatan adalah  $46 - 36 = 10$  inchi

Dalam hal ini tabel yang digunakan adalah jenis tabel *male population percentages for lowering task* dengan syarat *ending between knuckle and shoulder*

*height* ( $\geq 31''$  and  $\leq 57''$ ). Pada Tabel 4.20 akan dijelaskan cara menganalisis pengangkatan yang dilakukan pada model operator.

Tabel 4.20 Analisis Proses Pengangkatan pada Model Operator dengan Menggunakan Metode *Liberty Mutual Tables*

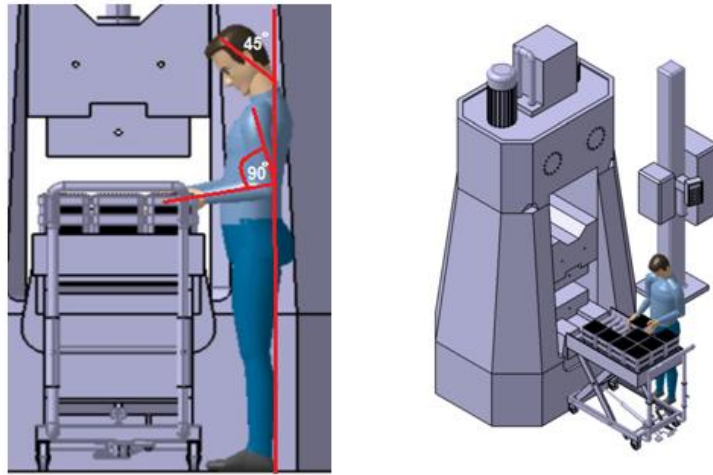
Jenis			Jarak tangan	Waktu untuk sekali pengangkatan	Berat benda	Jarak pengangkatan	Analisa hasil
Pekerjaan	Barang	kelamin					
Pemindahan	Wadah kikir	Laki – laki	7 inchi = 17,78 cm	1 menit	23,6 kg = 52lbs	Tinggi tangan awal = 46 inchi, kemudian tinggi posisi akhir tangan = 36 inchi, jarak pengangkatan 46 – 36 = 10 inchi	79% tugas tersebut dapat diterima oleh pekerja yang melakukan proses pengangkatan tersebut.

Hasil persentase yang di dapat adalah 79%, hasil tersebut menyebutkan bahwa tugas pengangkatan tersebut dapat diterima oleh 79% pekerja yang melakukan hal serupa pada perusahaan tersebut. Oleh karena itu perlunya perbaikan postur kerja agar dapat diterima  $\geq 90\%$  dari populasi pekerja yang berada pada perusahaan Jaykay Files Indonesia. Adapun perbaikan yang diperlukan adalah perbaikan dari segi postur tubuh operatornya.

#### 4.3.5.9 Rekap Analisis Data Setiap Aktivitas Operator Dengan Perancangan Alat Bantu *Manual material handling*

Pada sub – sub bab ini merupakan data rekap analisis keseluruhan dengan menggunakan model operator dan desain alat bantu yang sudah dirancang. Sebelum masuk kepada hasil rekap data, peneliti akan memberikan urutan proses *manual material handling* yang akan dilakukan dengan menggunakan alat bantu ini. Pada Gambar 4.28 merupakan gambaran dari situasi dimana model operator yang sedang melakukan pengangkatan dari mesin *forging* ke model alat bantu untuk dibawa ke proses selanjutnya.





Gambar 4.28 Model Operator Saat Melakukan Pengangkatan Wadah Kikir

Proses *manual material handling* selanjutnya yaitu membawa wadah kikir dengan menggunakan desain alat bantu yang sudah di rancang sebelumnya. Setelah melalui proses *forging*, kikir akan di bawa ke proses *annealing*, pada Gambar 4.29 merupakan bentuk postur model operator pada saat membawa wadah kikir, gambar sebagai berikut.



Gambar 4.29 Model operator dengan Alat Bantu Saat Melakukan Pemandahan

Proses *manual material handling* selanjutnya adalah proses peletakan wadah kikir. Peletakan tersebut dilakukan dengan cara menurunkan hidrolik pada *trolley*, kemudian model operator hanya tinggal menggunakan tuas penjunjir untuk memberikan gaya dorong pada wadah kikir, sehingga kikir dapat tergelincir langsung. Gambar 4.30 merupakan gambaran postur tubuh operator pada saat melakukan peletakkan wadah kikir.



Gambar 4.30 Model Operator Saat meletakkan Wadah kikir dengan Alat Bantu

Setelah mengetahui cara kerja desain alat bantu ini dan bentuk postur tubuh dari model operator saat menggunakan alat bantu. Selanjutnya akan ditampilkan data RULA, REBA dan *liberty mutual tables* pada keseluruhan aktivitas *manual material handling* dengan menggunakan desain alat. Pada Tabel 4.21 merupakan rekap data analisis RULA pada saat melakukan Pengangkatan, membawa, dan meletakkan.

Tabel 4.21 Data RULA Model Operator dengan Alat Bantu

RULA					
Model Operator					
No	Kegiatan	Wrist, arm score	Neck, trunk, and leg	Final score	Kesimpulan
1	Mengangkat	2	4	4	Investigasi lebih lanjut, perubahan mungkin dibutuhkan
2	Meletakkan	2	3	3	Invertigasi lebih lanjut, perubahan mungkin diperlukan.

Pada Tabel 4.21 di atas dapat disimpulkan terdapat beberapa postur tubuh yang mungkin masih diperlukan perubahan, seperti postur tubuh pada saat operator melakukan pengangkatan dan peletakkan. Hal ini disebabkan karena posisi leher operator yang menunduk hingga membentuk sudut lebih dari 20° dari posisi normal leher (tegak), oleh karena itu posisi ini menyumbang skor pada leher yang cukup berpengaruh pada skor akhir RULA. Walaupun risiko cedera yang ada pada saat melakukan pengangkatan dan peletakkan wadah kikir terbilang cukup rendah, akan

lebih baik jika dilakukan perubahan posisi tubuh sehingga operator bisa terhindar dari potensi cedera.

Analisis postur tubuh selanjutnya adalah analisis dengan menggunakan metode REBA pada model operator yang menggunakan alat bantu. Sama seperti sebelumnya dalam analisis postur tubuh model operator ini, dibagi menjadi 2 aktivitas yaitu mengangkat dan meletakkan. Pada Tabel 4.22 merupakan data analisis postur tubuh menggunakan metode REBA.

Tabel 4.22 Data REBA Pada Model Operator dengan Alat Bantu

REBA					
Model Operator					
No	Kegiatan	Skor A	Skor B	Skor Akhir	Kesimpulan
1	Mengangkat	2	4	3	Risiko rendah, perubahan mungkin dibutuhkan.
2	Meletakkan	3	1	2	Risiko rendah, perubahan mungkin dibutuhkan.

Sama seperti sebelumnya, pada Tabel 4.22 dapat disimpulkan terdapat beberapa postur tubuh yang mungkin masih memerlukan perubahan, seperti postur tubuh pada saat operator melakukan pengangkatan dan peletakkan, dalam hal ini analisis *Liberty Mutual Tables* untuk proses pengangkatan menggunakan *table male population percentages for lowering tasks, beginning between knuckle and shoulder height ( $\geq 31''$  and  $\leq 57''$ )*, sedangkan untuk proses mendorong menggunakan *table male population percentages for pushing tasks initial force*. Walaupun risiko cedera yang ada pada saat melakukan pengangkatan dan peletakkan barang terbilang cukup rendah, akan lebih baik jika dilakukan perubahan posisi tubuh sehingga operator bisa terhindar dari potensi cedera yang ada. Selanjutnya pada Tabel 4.23 merupakan hasil rekap data *liberty mutual tables* dengan menggunakan rekomendasi alat bantu.

Tabel 4.23 Rekap Data Analisis Liberty Mutual Tables Pada Model Operator dengan Alat Bantu

No	Jenis kegiatan	Tinggi tangan awal (in)	Lift, Lower distance (in)	Carry distance (feet)	Lift, lower hand distance from body (in)	Lift, lower, carry object weight (pounds)	Weight push, pull (pounds)	Time task frequency one every: (sec, min, hr)	Final decision
Model Operator									
1	Mengangkat	46	36	-	7	52	-	17 detik	79%
2	Mendorong	37	-	-	10	-	52	18 detik	$\geq 90\%$
3	Meletakkan	37	-	-	-	52	-	18 detik	$\geq 90\%$

Setelah menganalisis dari segi postur tubuh operator, selanjutnya analisis yang dilakukan adalah dari segi berat barang yang dibawa, dengan menggunakan *metode liberty mutual tables*. Dapat dilihat pada Tabel 4.23 pada saat melakukan pengangkatan keputusan akhir yang didapat adalah 79%, skor ini memiliki arti bahwa 79% operator yang bekerja serupa dengan model operator dapat menerima pekerjaan tersebut. Selanjutnya beralih pada proses mendorong dan meletakkan barang dengan alat bantu, dapat dilihat skor akhir yang di hasil kan adala lebih besar sama dengan 90%, nilai ini mempunyai arti bahwa 90% lebih dari operator yang melakukan pekerjaan serupa dengan model operator, dapat menerima tugas ini.

#### 4.4 PERBANDINGAN HASIL DATA ANALISIS POSTUR TUBUH

Setelah melakukan analisis data sebelum menggunakan alat bantu dan analisis sesudah menggunakan desain alat bantu dengan bantuan *software catia*, langkah selanjutnya melakukan perbandingan data sebelum dan sesudah menggunakan desain alat bantu. Pada tabel 4.24 merupakan perbandingan data RULA sebelum dan sesudah menggunakan desain alat bantu MMH.

Tabel 4.24 Perbandingan Data RULA Sebelum dan Sesudah Menggunakan Desain Alat bantu

RULA					
Data sebelum menggunakan desain alat bantu			Data sesudah menggunakan desain alat bantu		
Operator	Jenis kegiatan	Skor akhir	Operator	Jenis kegiatan	Skor akhir
Operator 1	Mengangkat	7	Model operator	Mengangkat	4
	Meletakkan	7		Meletakkan	3
Operator 2	Mengangkat	7	Model operator	Mengangkat	4
	Meletakkan	7		Meletakkan	3
Operator 3	Mengangkat	7	Model operator	Mengangkat	4
	Meletakkan	7		Meletakkan	3

dapat dilihat bahwa, data sebelum menggunakan rekomendasi desain alat bantu *manual material handling*, rata – rata skor untuk postur tubuh bagian atas diperoleh skor akhir 7. Skor tersebut mengalami penurunan, seperti contoh pada proses pengangkatan sebelum menggunakan desain alat, bantu diperoleh skor akhir RULA sebesar 7 poin. Kemudian dapat dilihat pada proses pengangkatan setelah menggunakan desain alat bantu diperoleh skor akhir RULA sebesar 4 poin.

Skor 4 pada RULA memiliki arti yaitu, perlunya tindak lanjut dan mungkin diperlukan suatu perubahan pada postur kerja operatornya. Untuk memberikan kenyamanan pada operator dan melindungi operator dari potensi cedera yang ada, karena pekerja merupakan asset dari perusahaan. Selanjutnya pada Tabel 4.25 merupakan data perbandingan antara nilai REBA sebelum dan sesudah menggunakan rekomendasi desain alat bantu.

Tabel 4.25 Perbandingan Data REBA Sebelum dan Sesudah Menggunakan Desain Alat bantu

REBA						
Data sebelum menggunakan desain alat bantu				Data sesudah menggunakan desain alat bantu		
Operator	Jenis kegiatan	Skor akhir		Operator	Jenis kegiatan	Skor akhir
Operator 1	Mengangkat	9		Model operator	Mengangkat	3
	Meletakkan	7			Meletakkan	2
Operator 2	Mengangkat	7		Model operator	Mengangkat	3
	Meletakkan	8			Meletakkan	2
Operator	Jenis kegiatan	Skor akhir		Operator	Jenis kegiatan	Skor akhir
Operator 3	Mengangkat	5		Model operator	Mengangkat	3
	Meletakkan	8			Meletakkan	2

Pada Tabel 4.25 dapat dilihat bahwa, data sebelum menggunakan rekomendasi desain alat bantu *manual material handling*, rata – rata skor untuk REBA khususnya pada aktivitas mengangkat dan meletakkan diperoleh skor akhir mencapai 9 poin. Hal ini mengalami penurunan setelah menggunakan desain perancangan alat bantu. Seperti contoh pada proses meletakkan untuk operator dua diperoleh skor akhir REBA sebesar 8 poin, jika dibandingkan dengan skor akhir REBA setelah menggunakan desain alat bantu pada proses meletakkan mengalami penurunan menjadi 2 poin.

Skor 2 pada REBA memiliki arti yaitu, potensi cedera rendah dan mungkin perlunya perubahan postur tubuh operator. Pembahasan selanjutnya merupakan perbandingan data *liberty mutual tables* sebelum dan setelah menggunakan desain alat bantu. Adapun data perbandingannya dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Perbandingan Data *Liberty Mutual tables* Sebelum dan Sesudah Menggunakan Desain MMH

<i>Liberty Mutual Tables</i>					
Data sebelum menggunakan desain alat bantu			Data sesudah menggunakan desain alat bantu		
Operator	Jenis kegiatan	Persentase skor akhir	Operator	Jenis kegiatan	Persentase skor akhir
Operator 1	Mengangkat	65%	Model operator	Mengangkat	79%
	Membawa	58%		Mendorong	≥90%
	Meletakkan	75%		Meletakkan	≥90%
Operator 2	Mengangkat	65%	Model operator	Mengangkat	79%
	Membawa	58%		Mendorong	≥90%
	Meletakkan	75%		Meletakkan	≥90%
Operator 3	Mengangkat	65%	Model operator	Mengangkat	79%
	Membawa	58%		Mendorong	≥90%
	Meletakkan	75%		Meletakkan	≥90%

Dapat dilihat pada Tabel 4.26 pada saat melakukan tugas pengangkatan sebelum menggunakan alat bantu, persentase penerimaan sebesar 65% dari populasi pekerja. Kemudian dilanjutkan setelah menggunakan alat bantu persentase penerimaan pada tugas pengangkatan meningkat menjadi 79%. Ini artinya 79% pekerja dapat melakukan pekerjaan pengangkatan tersebut.

Pada tugas *manual material handling* selanjutnya yaitu, mendorong atau membawa, sebelumnya pekerja melakukan *manual material handling* tanpa alat bantu. Maka persentase yang di dapat sebesar 58%, kemudian di bandingkan dengan model operator yang sudah menggunakan rekomendasi alat bantu, persentase meningkat menjadi 90%.

Begitu pula dengan aktivitas meletakkan, skor sebelumnya diperoleh 75% kemudian mengalami peningkatan menjadi 90%. Artinya 90% pekerjanya dapat menerima pekerjaan tersebut.