

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Pemindahan material secara manual sangat sering dilakukan di perusahaan karena metode tersebut fleksibel digunakan di tempat yang sempit dan tidak teratur. *Manual material handling* merupakan kegiatan pemindahan barang dari suatu lokasi menuju lokasi tertentu yang dilakukan operator/pekerja secara manual. Namun pemindahan secara manual yang dilakukan dengan tidak benar dan berlebihan dapat menyebabkan kecelakaan kerja dan cedera.

Di PT. Yamaha Indonesia terdapat beberapa kabinet yang besar seperti *keybed* dan *sideboard*. Dalam kelompok kerja *GP Sanding Buffing Side* proses produksi kabinet *keybed* dan *sideboard* terdapat *manual material handling* berupa pemindahan material dari bantalan menuju mesin maupun dari mesin menuju bantalan. Alat bantu yang digunakan untuk *manual material handling* selain *crane* dan *hoist* dapat menggunakan alat pengangkat (*lifter*) yaitu *vacuum lifter*. *Vacuum lifter* merupakan alat material *handling* yang menggunakan energi angin pada komponen *vacuum gripper*. Pada *vacuum gripper* terdapat komponen pencengkeram yaitu *suction pad*.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan di PT. Yamaha Indonesia, penulis melakukan perancangan alat bantu angkat kabinet dengan mekanisme *vacuum (grip)* di kelompok kerja *GP Sanding Buffing Side* pada mesin *vertical sander*. Hal tersebut bertujuan untuk membantu meringankan pekerjaan operator dan mengefisiensikan proses *sanding* kabinet *keybed GP*.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Kaizen

Kaizen merupakan kata dari bahasa Jepang yaitu kata “*Kai*” berarti perubahan dan “*Zen*” berarti baik, maka dari itu *kaizen* menurut bahasa Jepang berarti perubahan secara berkelanjutan menjadi baik. *Kaizen*

menekankan peningkatan berkelanjutan dibandingkan dengan inovasi, yang merupakan satu kali peningkatan (Kiran, 2016).

Terdapat 3 pilar utama dalam menerapkan *kaizen* dalam organisasi/perusahaan yaitu:

1. Pemeliharaan Tempat Kerja (5S)

Metode yang digunakan dalam pemeliharaan tempat kerja yaitu metode 5S. Metode 5S diambil dari 5 kata bahasa Jepang yang berkenaan dengan lima praktik menuju tempat kerja yang bersih dan mudah diatur; *Seiri* (Ringkas), *Seiton* (Rapi), *Seiso* (Resik), *Seiketsu* (Rawat), dan *Shitsuke* (Rajin) (Olidis, 2006).

Tabel 2-1 Pengertian Metode 5S

<i>Seiri</i> (Ringkas)	Memisahkan barang yang tidak diperlukan dengan barang yang diperlukan dengan memberi tanda.
<i>Seiton</i> (Rapi)	Mengatur barang yang diperlukan, diletakan di tempat yang mudah dilihat, sehingga dapat ditemukan dengan mudah dan cepat.
<i>Seiso</i> (Resik)	Membersihkan tempat kerja sehingga tempat kerja nyaman dan menyenangkan.
<i>Seiketsu</i> (Rawat)	Mengatur pembersihan dan pengecekan secara rutin, agar perubahan/perbaikan yang telah dilakukan tetap terawat/terjaga.
<i>Shitsuke</i> (Rajin)	Standarisasi dan disiplin diri. Membuat jadwal pembersihan

2. Menghilangkan Pemborosan (*Muda*)

Muda merupakan kata yang berasal dari bahasa jepang yang berarti pemborosan. Dalam filosofi *kaizen*, tujuannya yaitu menghilangkan 7 tipe pemborosan yang disebabkan oleh memindahkan, persediaan, gerakan, menunggu, produksi berlebihan, proses berlebihan, dan cacat. Karena menghilangkan pemborosan tidak memerlukan biaya, menghilangkan

pemborosan merupakan salah satu cara termudah bagi perusahaan untuk meningkatkan operasi di tempat kerja (Olidis, 2006).

Tabel 2-2 Pengertian 7 Pemborosan

1.	Memindahkan	Pemindahan yang panjang. Dapat membuat risiko cacat pada barang pada saat pemindahan.
2.	Persediaan	Bahan yang berlebihan dibandingkan proses. <i>Final product, semi finished product</i> , maupun <i>part supplies</i> pada persediaan tidak memiliki nilai, tetapi membutuhkan biaya untuk ruang tambahan.
3.	Gerakan	Bergerak mengambil bahan karena ruang terpakai oleh proses kerja tinggi. Terlalu banyak gerakan dalam bekerja dapat mengakibatkan risiko kecelakaan kerja.
4.	Menunggu	Buruknya keseimbangan kerja. Terlalu banyak menunggu dapat mengakibatkan proses produksi sulit untuk mencapai target sesuai jadwal.
5.	Produksi berlebih	Memproduksi barang lebih dari jadwal produksi. Dapat menyebabkan limbah yang banyak, ruang tambahan untuk persediaan yang banyak, serta biaya yang berlebih.
6.	Proses	Proses yang berbelit, operator terlalu banyak, dapat berpotensi menyebabkan kesalahan dan merusak kualitas produk.
7.	Cacat	Barang yang tidak lulus uji perusahaan. Dapat menyebabkan proses terganggu, meningkatkan waktu pemeriksaan, kemudian memerlukan waktu tambahan untuk memperbaiki.

3. Standarisasi

Standar ditentukan oleh manajemen, namun harus bisa untuk berubah ketika lingkungan berubah. Standarisasi berkaitan erat dengan siklus *PDCA*

(*plan-do-check-action*). *Plan* berkaitan dengan rencana dan target, *Do* berkaitan dengan pelaksanaan rencana dan target, *Check* berkaitan dengan mengawasi dan memeriksa pelaksanaan rencana, kemudian *Action* berkaitan dengan tindakan menetapkan standar baru untuk menghindari masalah yang sama.

Siklus *PDCA* yang sukses kemudian diikuti dengan siklus *SDCA* dimana ‘S’ untuk *Standardization*. Jadi, *PDCA* melambangkan peningkatan/perbaikan dan *SDCA* melambangkan pemeliharaan. Proses standarisasi memiliki beberapa fitur utama yang sangat penting, yaitu:

- Mewakili cara terbaik, termudah, dan aman untuk melakukan pekerjaan
- Menawarkan cara terbaik untuk memelihara pengetahuan dan keahlian.
- Menetapkan cara untuk mengukur kinerja.
- Menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat.
- Menentukan dasar untuk pemeliharaan dan perbaikan .
- Menentukan tujuan dan menunjukkan tujuan pelatihan.
- Menentukan dasar untuk pelatihan.
- Membuat dasar untuk audit atau diagnosis.
- Menyediakan sarana untuk mencegah terulangnya kesalahan dan meminimalkan variabilitas.

2.2.2 *Manual Material Handling*

Manual Material Handling adalah semua pekerjaan pengangkatan beban (meliputi aktivitas memutar, membengkokkan, meraih, menurunkan, mendorong, menarik, membawa, dan membalik) yang dilakukan oleh pekerja dengan tujuan untuk memindahkan beban tersebut dari suatu lokasi asal menuju suatu lokasi tujuan tertentu (Santiasih, 2013).

Manual Material Handling sering digunakan karena lebih fleksibel dalam pemindahan barang di tempat yang sempit dan tidak teratur. Tetapi apabila pengangkatan secara manual tidak dilakukan dengan benar akan menimbulkan kecelakaan dalam industri. Pemindahan material secara manual tidak dilakukan dengan ergonomis akan menimbulkan kecelakaan dalam industri yang disebut juga “*over exertion lifting & carying*”, yaitu

kerusakan jaringan tubuh yang disebabkan oleh beban angkat berlebihan (Mas'idah, Fatmawati, & Ajibta, 2009).

Pemindahan material secara teknis salah satunya dapat dilakukan dengan cara menggunakan peralatan yang mengangkat maupun merancang *overhead monorail* dan *hoist* (Eli, Wiwiek, & Lazib, 2009).

2.2.3 Hukum Newton

Hukum newton merupakan hukum yang diperkenalkan oleh ilmuan asal Inggris bernama Isaac Newton. Hukum newton berkaitan erat dengan gaya. Gaya merupakan suatu besaran yang menyebabkan benda bergerak. Gaya juga dapat menyebabkan perubahan bentuk, sifat gerak benda, kecepatan, dan arah gerak benda (Surawan, 2005). Isaac Newton mengemukakan hukumnya yang dikenal hukum Newton I, hukum Newton II, dan hukum Newton III.

1. Hukum Newton I

Hukum Newton I menyatakan bahwa:

“Setiap benda tetap dalam keadaan diam atau bergerak dengan laju tetap, kecuali jika diberi gaya total yang tidak nol.”

Hukum Newton 1 berlaku untuk semua benda yang dipengaruhi gaya tetapi resultannya nol. Sehingga hukum Newton I dapat dirumuskan sebagai berikut (Surawan, 2005).

$$\sum F = 0 \quad (2.1)$$

Keterangan:

$\sum F$ = Resultan Gaya (N)

2. Hukum Newton II

Hukum Newton II menyatakan bahwa:

“Percepatan sebuah benda berbanding lurus dengan gaya total yang bekerja padanya dan berbanding terbalik dengan massanya. Arah percepatan sama dengan arah gaya total yang bekerja padanya”
 Hukum Newton II dapat dirumuskan dalam persamaan:

$$\sum F = m \cdot a \quad (2.2)$$

Keterangan:

$\sum F$ = Resultan gaya (N)

m = Massa benda (kg)

a = Percepatan (m/s^2)

3. Hukum Newton III

Hukum Newton III menyatakan bahwa:

“Ketika suatu benda pertama memberikan gaya pada benda kedua, benda kedua tersebut memberikan gaya yang sama besar tetapi berlawanan arah terhadap benda pertama.”

Hukum Newton III ini dapat juga disebut Hukum aksi – reaksi (Surawan, 2005). Hukum Newton III dirumuskan sebagai berikut.

$$F_{aksi} = -F_{reaksi} \quad (2.3)$$

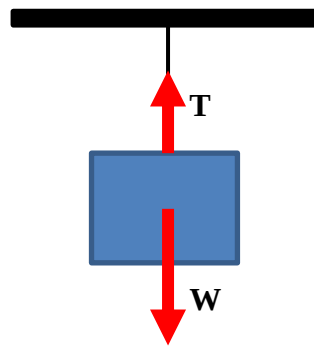
Keterangan:

F_{aksi} = Gaya yang bekerja pada benda (N)

$-F_{reaksi}$ = Gaya reaksi benda akibat gaya aksi

- Tegangan Tali

Tegangan tali adalah gaya yang bekerja pada tali yang dinotasikan sebagai T. Tegangan tali akan muncul ketika sebuah gaya bekerja pada tali (Kusmana, 2012). Tegangan tali dapat dilihat pada gambar 2-1.



Gambar 2-1 Tegangan Tali

Berdasarkan uraian gaya vektor diatas, besarnya tegangan tali penggantung adalah sebagai berikut:

$$\sum F = 0 \text{ (sistem diam)} \quad (2.4)$$

$$T = W$$

Keterangan:

T = Tegangan tali (N)

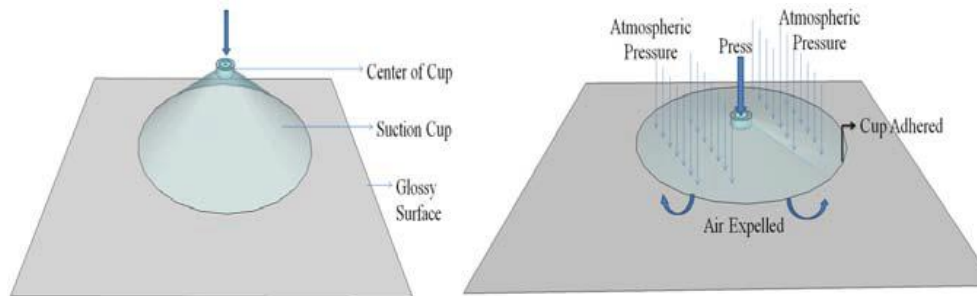
W = Gaya berat dari beban (N)

2.2.4 Mekanisme Vacuum

Vacuum berasal dari bahasa latin yang berarti “kosong”. Vacuum merupakan keadaan dimana tekanan gas dan uap yang nilainya lebih rendah dari tekanan atmosfer (Bello, 2017).

Ada beberapa metode untuk membuat mekanisme *vacuum*, dapat dihasilkan dengan menggunakan tuas *push-pull vacuum pads* dari material metal atau dapat dibuat dengan cara menekan bagian tengah dari *suction cup* terhadap permukaan datar. Volume ruang / udara di sekitar *suction cup* dan permukaan benda akan dikeluarkan melalui tepi *suction cup*. Setelah berhenti memberikan tekanan, *suction cup* yang terbuat dari karet cenderung kembali ke bentuk awalnya. Setelah semua udara dipaksa keluar dari bagian dalam *suction cup*, maka di dalam *suction cup* tidak terdapat udara dan tekanan udara. Perbedaan tekanan antara atmosfer di bagian luar *suction cup* dan tekanan rendah di dalam *suction cup*, merupakan penyebab

suction cup merekat pada permukaan benda (Raut, Patwardhan, & Henry, 2010). Mekanisme *vacuum suction cup* mencengkeram dapat dilihat pada gambar 2-2.



Gambar 2-2 Mekanisme *vacuum*

(Sumber: *Conference Paper* Sushil Raut, dkk. 2010)

2.2.5 *Suction Pad*

(Jaiswal & Kumar, 2017) mengungkapkan bahwa pada *vacuum gripper* terdapat *suction pad* yang terbuat dari karet dan digunakan untuk mencekam/menahan objek datar vertikal dan objek datar horizontal. *Suction pad* terhubung dengan tekanan rendah untuk mengambil barang dan untuk melepaskan barang udara dipompa keluar dari *suction pad*. Tekanan *vacuum* dapat dibuat dengan perangkat berikut:

- Pompa *vacuum*
- *Ejector*
- *Suction bellow*
- Silinder pneumatik

Suction pad secara umum terbagi menjadi dua, yaitu *suction pad* pasif dan *suction pad* aktif. *Suction pad* aktif digunakan untuk mempertahankan kondisi *vacuum* dengan cara menambahkan salah satu 4 perangkat perubah tekanan *vacuum*. Sedangkan *suction pad* pasif hanya dapat mengangkat beban kecil dan tidak memerlukan perangkat perubah tekanan *vacuum*. *Suction pad* pasif dan *suction pad* aktif dapat dilihat pada gambar 2-3.



Gambar 2-3 Suction Pad Aktif dan Suction Pad Pasif

(Sumber: Tugas Akhir Prahadid Blya Narafuadi 2018)

2.2.6 Menghitung Diameter Suction Pad

Untuk menghitung diameter *suction pad* perlu diketahui berapa beban yang akan diangkat oleh *suction pad*. Setelah mengetahui beban yang diangkat, diameter *suction pad* dapat dihitung menggunakan turunan persamaan dari katalog *suction pad* pada lampiran 3 dapat dilihat di bawah ini:

$$W = P \cdot S \cdot 0.1 \cdot \frac{1}{t} \quad (2.5)$$

$$d = \sqrt{\frac{W \cdot 4 \cdot t}{P \cdot \pi \cdot 0.1 \cdot n}} \quad (2.6)$$

Keterangan:

S = Luas penampang *suction pad* (cm²)

d = diameter *suction pad* (mm)

W = *Lifting force* / gaya berat kabinet (N)

t = *Safety factor*

P = Tekanan *suction pad* (kPa)

n = jumlah *suction pad* yang digunakan

2.2.1 Menghitung Kekuatan Suction Pad

Kekuatan *suction pad* berbanding lurus dengan besarnya tekanan *vacuum* dan luas penampangnya. Untuk menghitung kekuatan angkat dari

suction pad dapat menggunakan rumus persamaan dari katalog *suction pad* pada lampiran 3 dapat dilihat di bawah ini :

$$Tlf = P \cdot S \cdot 0.1 \quad (2.7)$$

Keterangan:

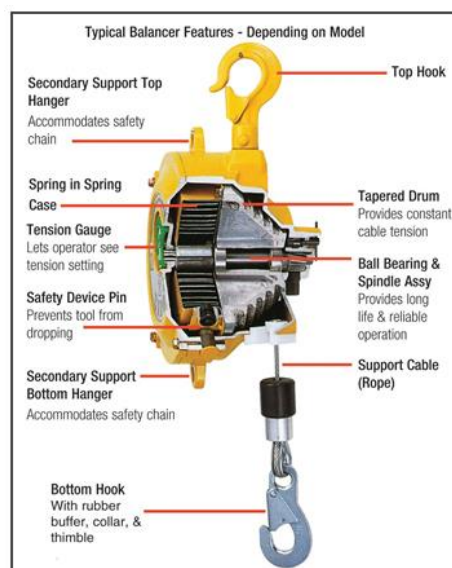
Tlf = Theoretical lifting force / Kekuatan *suction pad* (N)

P = Tekanan *vacuum* (kPa)

S = Luas efektif penampang (cm²)

2.2.2 *Spring Balancer*

Spring Balancer merupakan alat yang dirancang khusus untuk membebaskan operator dari berat alat-alat tangan. Alat ini dapat ditarik ke bawah dengan sedikit tekanan, tanpa ketegangan atau kelelahan. Alat ini dirancang dengan tipe spiral diameter besar hingga kecil. Dengan kekuatan yang kecil terhadap tegangan pegas yang kuat, *output* tegangan yang seimbang memberikan kekuatan suspensi yang konsisten yang memungkinkan operator untuk melakukan pekerjaan tanpa beban. Selain itu alat ini dapat berhenti dan tetap mempertahankan ketinggian tersebut. *Spring/Load Balancer* dapat dilihat pada Gambar 2-4.



Gambar 2-4 *Spring Balancer*

(Sumber: <https://www.conductix.us/en/products/endo-spring-balancers>)

2.2.3 Analisis Biaya Dengan *Break Event Point*

Break event point (titik impas) adalah suatu keadaan dimana sebuah perusahaan tidak memperoleh keuntungan dan juga tidak mengalami kerugian dari kegiatan operasinya, karena hasil penjualan yang diperoleh perusahaan sama besarnya dengan total biaya yang dikeluarkan perusahaan (Ponomban, 2013).

Analisis *break even point* adalah suatu cara atau teknik yang digunakan untuk mengetahui volume kegiatan produksi (usaha) dimana dari volume produksi tersebut perusahaan tidak memperoleh laba dan juga tidak menderita rugi. Tujuan analisis *break event point* adalah untuk menentukan volume penjualan dan bauran produk untuk mencapai tingkat laba yang ditargetkan atau laba sebesar nol (Ponomban, 2013).

Menurut (Yasin, 2017) *break event point* juga dapat digunakan dengan dalam tiga cara terpisah, namun ketiganya saling berhubungan, yaitu untuk :

- a. Menganalisis program otomatisasi dimana suatu perusahaan akan beroperasi secara lebih mekanis dan otomatis dan mengganti biaya variabel dengan biaya tetap.
- b. Menelaah dampak / imbas dari perluasan tingkat operasi secara umum.
- c. Untuk membuat keputusan tentang produk baru yang harus dicapai jika perusahaan menginginkan *break event point* dalam suatu proyek yang diusulkan.