

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Teoritis

2.1.1 Definisi Keseimbangan Lintasan

Usaha menyeimbangkan lintasan merupakan salah satu tantangan yang harus diperhatikan secara seksama oleh suatu industry manufaktur. Seperti ungkapan “hasil tidak akan mengkhianati proses” dalam dunia industry berarti kesuksesan dalam mencapai output atau hasil dipengaruhi secara signifikan oleh adanya keseimbangan stasiun kerja. Sehingga banyak peneliti mencoba mencari metode yang terbaik yang dapat digunakan untuk dapat menjaga keseimbangan stasiun kerja dan membuatnya agar lebih efisien.

Keseimbangan stasiun kerja (*Line Balancing*) adalah serangkaian stasiun kerja (mesin dan peralatan) yang dipergunakan untuk membuat suatu produk. line balancing biasanya terdiri dari sejumlah area kerja yang disebut dengan stasiun kerja yang ditangani oleh seorang operator atau lebih dan ada kemungkinan ditangani dengan bermacam macam alat (Ginting , 2007), sedangkan menurut (Falkenauer, 2005) keseimbangan stasiun kerja atau *line balancing* merupakan suatu metode penugasan dan penyeimbangan beban kerja dari

sejumlah pekerjaan yang saling berkaitan dalam satu lini produksi sehingga setiap stasiun kerja memiliki waktu yang tidak melebihi waktu siklus dari stasiun tersebut maka penugasan yang dilakukan terjadi secara optimal dan masuk akal. Adapun tujuan utama dilakukannya keseimbangan stasiun kerja adalah untuk menyeimbangkan dan menjaga agar stasiun kerja berjalan secara kontinyu (Purnomo, 2004). Karena, apabila hal ini tidak mendapatkan perhatian serius dari perusahaan maka akan mengakibatkan penumpukan material, beban kerja yang tidak merata, waktu menganggur dan kurang maksimalnya stasiun kerja tersebut dalam memproduksi outputnya.

2.1.2 Pengukuran Waktu Kerja Dengan Jam Henti

Pada suatu sistem produksi, perancangan stasiun kerja bukan hal yang mudah. Kesalahan dalam perancangan maupun metode akan sangat berdampak pada keseluruhan proses produksi. Pengukuran waktu kerja merupakan pengukuran yang dilakukan pada suatu elemen kerja pada operator dalam menyelesaikan pekerjaannya. Pengukuran waktu kerja bertujuan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan suatu pekerjaan. Untuk itu teknik pengukuran waktu kerja dibagi menjadi 2 yaitu (Wignjosoebroto, 1989).

1. Pengukuran waktu kerja langsung
yaitu pengukuran dilakukan secara langsung di tempat dimana pekerjaan yang diukur sedang berlangsung.
2. Pengukuran waktu kerja tidak langsung
pengukuran yang dilakukan tanpa di tempat kerja harus berada di tempat kerja yang diukur sedang berlangsung namun peneliti harus memahami proses pekerjaan yang diukur.

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti (*stopwatch time study*) diperkenalkan pertama kali oleh *Frederick W. Taylor* pada abad 19 lalu metode ini di aplikasikan untuk produksi massal dengan jenis pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang ulang. Dari hasil pengukuran

tersebut, maka didapatkan waktu baku untuk menyelesaikan 1 siklus pekerjaan dimana waktu ini digunakan sebagai standar penyelesaian waktu yang di gunakan oleh operator dalam menyelesaikan tugasnya tersebut. Langkah langkah yang digunakan untuk melaksanakan pengukuran waku adalah sebagai berikut :

1. Langkah persiapan : pilih dan definisikan pekerjaan yang akan diukur dan ditetapkan waktu standartnya, informasikan maksud dan tujuan pengukuran pekerjaan kerja kepada *supervisor* / pekerja , pilih operator dan catat semua data yang berkaitan dengan system operasi kerja.
2. *Elemental Breakdown* : bagi siklus kegiatan yang berlangsung kedalam elemen elemen kegiatan sesuai dengan aturan yang ada.
3. Pengamatan dan pengukuran : lakukan pengamatan dan pengukuran waktu sejumlah N pengamatan untuk setiap siklus / elemen kegiatan (X_1, X_2, \dots, X_n).
4. Tetapkan *performance* rating dari kegiatan yang ditujukan operator.
5. *Check* Kecukupan dan Keseragaman Data
6. Perhitungan Waktu Standart. (Wignjosoebroto, 1989)

Asumsi yang digunakan dalam pengukuran waktu kerja menggunakan *stopwatch* diantaranya:

1. Pekerjaan tersebut harus dilaksanakan secara *repetitive* dan *uniform*.
2. Isi / macam kegiatan tersebut harus homogen.
3. Hasil kerja (*output*) harus dapat dihitung secara nyata (*kuantitatif*) baik secara keseluruhan maupun untuk tiap tiap elemen kerja yang berlangsung.
4. Pekerjaan terseut cukup banyak dilaksanakan dan teratur sifatnya, sehingga akan memadai untuk diukur dan dihitung waktu bakunya. (Wignjosoebroto, 1989)

Untuk memperoleh waktu yang wajar ada setiap proses operasi dan dapat di terapkan pada perusahaan maka perlu diperhatikan kondisi kerja, cara pengukuran, jumlah pengukuran, operator, dll. Hal hal yang harus dilakukan agar hasil pengukuran waktu tercapai adalah :

1. Penetapan tujuan pengukuran.

Sebagaimana dengan penelitian penelitian yang lain, tujuan penelitian haruslah ditetapkan terlebih dahulu. Dalam pengukuran kerja, ada beberapa hal yang harus peneliti ketahui dan ditetapkan untuk apa hasil pengukuran (waktu baku) itu di gunakan / dimanfaatkan didalam kaitannya dalam proses produksi.

2. Mengumpulkan dan mencatat informasi tentang operasi dan operator yang sedang dipelajari. Setelah tujuan pengukuran ditetapkan, peneliti harus mencatat dan mengetahui segala informasi mengenai operasi dan operator secara lengkap, dengan tujuan agar hasil penelitian dapat dijadikan sumber informasi pada waktu yang akan datang.

3. Membagi operasi menjadi elemen elemen yang lebih sederhana dan mencatat lengkap deskripsi serta proses dari operasi. Dalam mengukur waktu kerja, pengukuran pada saat persimpangan hingga akhir dari operasi merupakan hal yang tidak dibenarkan, sehingga pada umumnya pelaksanaan pengukuran kerja dilakukan dengan cara membagi elemen kerja terlebih dahulu dan mengukur masing masing elemen kerja yang mempunyai tujuan sebagai berikut :

- a. Untuk mendapatkan penggambaran suatu operasi kedalam elemen elemen kerja yang lebih detail dan mampu untuk diukur secara terpisah
- b. Dapat ditetapkannya besaran waktu baku berdasarkan elemen elemen pekerjaan yang ada.
- c. Dengan membagi kedalam elemen elemen kerja maka dapat dianalisa waktu waktu yang berlebihan untuk tiap tiap elemen yang ada atau waktu yang terlalu singkat untuk elemen elemen kerja yang lain.

- d. Seorang operator dapat bekerja dengan tempo waktu yang berbeda beda waktu siklus yang sedang berlangsung. Dengan membagi operasi kerja menjadi elemen elemen kerja yang lebih kecil maka *performance rating* untuk setiap elemen kerja akan dapat dengan mudah diaplikasikan..
- e. Mengamati dan mencatat waktu yang diperlukan operator untuk bekerja

Terdapat 3 metode yang digunakan untuk mengukur elemen kerja menggunakan jam henti (*stopwatch*) diantaranya :

1. Pengukuran kerja secara berulang ulang (*continuous repetitive*)
Pengukuran kerja secara berulang ulang / *continuous repetitive* merupakan pengukuran dimana peneliti menekan tombol *stopwatch* pada saat elemen dari operasi kerja berlangsung dan membiarkan jarum penunjuk *stopwatch* berjalan secara terus menerus hingga hingga periode elemen operas kerja tersebut berakhir.
2. Pengukuran waktu secara berulang ulang (*repetitive timing*).
Pengukuran waktu kerja secara berulang ulang atau *repetitive timing* merupakan pengukuran dimana dalam pengoprasiaannya jarum penunjuk *stopwatch* akan selalu dikembalikan lagi pada posisi 0 .
3. Pengukuran waktu secara akumulatif
Pengukuran waktu kerja secara akumulatif merupakan pengukuran dimana peneliti menggunakan 2 buah *stopwatch* atau lebih yang diletakkan berdekatan dengan papan pengamatan. Sehingga apabila *stopwatch* pertama dijalankan maka *stopwatch* ke 2 dan ke 3 dalam keadaan berhenti. Sehingga apabila elemen kerja pertama sudah berakhir maka tuas ditekan untuk menghentikan gerakan jarum dari *stopwatch* pertama dan menggerakkan *stopwatch* kedua untuk mengukur elemen kerja berikutnya begitupun seterusnya.

4. Penetapan jumlah siklus kerja yang harus diukur dan diamati.

Konsekuensi yang diperoleh dari aktivitas pengukuran kerja atau sampling, bahwa semakin besar jumlah siklus kerja yang diamati maka semakin besar pula kebenaran akan data waktu yang diperoleh. Semakin kecil tingkat variansi atau perbedaan data waktu maka semakin kecil pula pengamatan atau pengukuran begitu pun juga apabila semakin besar variabilitas dari data pengukuran maka akan menyebabkan jumlah siklus kerja yang diamati semakin besar untuk memperoleh ketelitian yang dikehendaki. (Wignjosoebroto, 1989).

2.1.3 Uji kecukupan Data

Tujuan uji kecukupan data untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan yang telah diambil sudah cukup populasinya, bila belum maka perlu diadakannya pengamatan tambahan hingga dianggap cukup mewakili populasinya. Menurut Hari Purnomo (2004) persamaan dalam uji kecukupan data adalah sebagai berikut:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

(Purnomo, 2004)

Dimana

N' = Banyaknya pengukuran sesungguhnya yang diperlukan

N = Jumlah Pengukuran pendahulu yang telah dilakukan

X_i = Waktu penyelesaian yang teramati selama pengukuran yang telah dilakukan.

k = Harga indeks yang besarnya tergantung tingkat keyakinan.

Menurut *Barnes* (2008) banyaknya pengamatan yang harus dilaksanakan dalam kegiatan sampling kerja dipengaruhi oleh 2 hal, diantaranya adalah :

1. Tingkat keyakinan / tingkat kepercayaan

Nilai k ditentukan berdasarkan tingkat keyakinan dengan rincian sebagai berikut

- a. Jika tingkat keyakinan 99%, maka $k = 2,58$
- b. Jika tingkat keyakinan 95% maka $k = 1,96$
- c. Jika tingkat keyakinan 68% maka $k = 1$

2. Tingkat Ketelitian

Tingkat ketelitian merupakan suatu cara agar jumlah observasi sesuai dengan harapan yang diinginkan.

Jika hasil $N \geq N'$, maka data hasil pengamatan yang diambil telah mencukupi $N \leq N'$, maka perlu diadakannya penambahan data.

2.1.4 Uji Keseragaman Data

Selain uji kecukupan data, hal yang tak kalah penting dalam melakukan *time study* adalah uji keseragaman dengan tujuan agar data yang diperoleh seragam secara tes keseragaman data dan sebelum data yang digunakan diolah untuk menetapkan waktu standart. Adapun rumus yang digunakan dalam uji keseragaman data adalah sebagai berikut :

$$\text{BKA} = \bar{x} + k\sigma$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - k\sigma$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N-1}}$$

(Purnomo , 2004)

Dengan

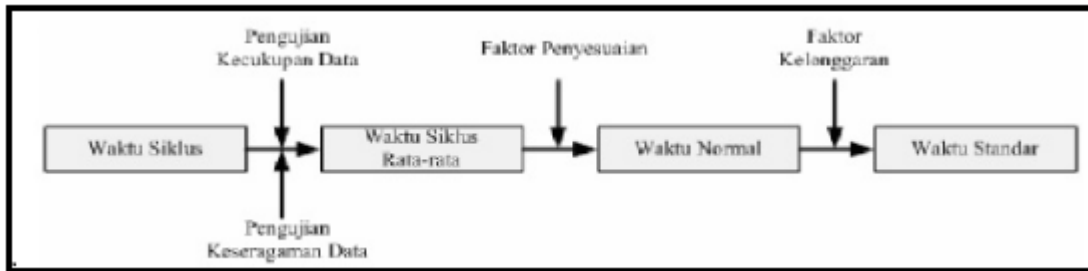
BKA = Batas kontrol atas

BKB	=	Batas kontrol bawah
\bar{x}	=	Nilai rata-rata
σ	=	Standart deviasi
k	=	Tingkat keyakinan

Uji keseragaman data hanya dianalisis secara visual yang dilakukan dengan mengidentifikasi data, apabila ditemukan data yang “ekstrim” atau data yang mempunyai nilai yang terlalu besar ataupun terlalu kecil, maka data tersebut dapat dikatakan menyimpang dari trendnya, sehingga data ekstrim tersebut sebaiknya tidak digunakan dalam perhitungan yang selanjutnya (Wignjosoebroto, 1989). Begitupun sebaliknya, apabila semua data masuk dalam range BKA dan BKB maka data tersebut dikatakan seragam (Purnomo , 2004).

2.1.5 Perhitungan Waktu Standart

Apabila data data telah memenuhi tingkat keseragaman yang dikehendaki dan jumlah yang dibutuhkan telah memenuhi tingkat keyakinan dan ketelitian, maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan waktu siklus dan waktu normal. Waktu standart / waktu siklus / *cycle time* (t_c) / merupakan waktu yang digunakan untuk menyelesaikan satu pekerjaan pada satu stasiun kerja (Purnomo , 2004). Secara garis besar, urutan pengukuran waktu kerja dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2. 1 Alur Perhitungan Waktu Standart

Dengan rumus perhitungan adalah sebagai berikut :

1. Hitung waktu siklus rata rata dengan cara :

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N'}$$

(Sutalaksana, 1982)

2. Hitung waktu normal dengan cara :

$$W_n = \text{Rata Rata Elemen Kerja} \times \text{Rating Factor}$$

(Sutalaksana, 1982)

Menurut Sutalaksana (1982) p merupakan faktor penyesuaian. Faktor ini diperhitungkan apabila operator bekerja dalam kecepatan yang tidak wajar. Sehingga hasil perhitungan waktu diharuskan untuk disesuaikan terlebih dahulu sebelum dilakukannya perhitungan.

Menurut Sutalaksana (1982) :

- a. jika operator bekerjanya terlalu lambat, maka, harga $p < 1$
- b. jika operator bekerja terlalu cepat, maka harga $p > 1$
- c. jika operator bekerja dalam kecepatan normal, maka harga $p = 1$

3. Hitung waktu baku dengan cara :

$$W_b = W_n \times \frac{100}{100 - Allowance}$$

(Barnes , 1980)

2.1.6 Faktor Penyesuaian

Pada saat pengukuran berlangsung, peneliti diharuskan untuk melihat sikap kewajaran dan ketidakwajaran kerja yang ditunjukkan oleh operator. Ketidakwajaran tersebut dapat dilihat dari ketidaksungguhan operator, kerja yang terlalu diburu buru waktu dan keadaan lingkungan yang tidak mendukung. Pengukuran dibutuhkan agar peneliti mengetahui seberapa jauh hal itu terjadi. Ketidakwajaran yang biasa terjadi pada suatu lintasan produksi adalah apabila operator bekerja dibawah kecepatan atau diatas kecepatan yang telah telah ditentukan, untuk itu perlu adanya penyesuaian agar waktu kerja yang diukur dapat dinormalkan kembali.

Untuk dapat menormalkan waktu kerja yang diperoleh, maka dilakukan penyesuaian dengan cara mengalikan waktu pengamatan rata rata dengan penyesuaian. *Westing House Company* (1927) memperkenalkan system yang dianggap penting dan lengkap dibandingkan dengan system yang ada, diantaranya keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. (Sutalaksana, Anggawisastra, & Tjakraatmadja, 1982). Keterampilan atau skill merupakan suatu cara untuk mengikuti tata cara kerja yang diterapkan, untuk itu keterampilan dibagi menjadi 6 kelas dengan ciri ciri dan definisi sebagai berikut :

1. *Super Skill*

- a. Secara bawaan cocok dengan pekerjaannya
- b. Bekerja dengan sempurna
- c. Tampak seperti telah berlatih secara baik
- d. Gerakan gerakannya halus dan sangat cepat sehingga sangat sulit untuk diikuti
- e. Kadang kadang terkesan tidak berbeda dengan gerakan gerakan mesin
- f. Perpindahan darisatu elemen pekerjaan ke elemen pekerjaan lainnya tidak terlampau terlihat karena lancarnya
- g. Tidak terkesan adanya gerakan gerakan berfikir dan merencana tentang apa yang dikerjakan (sudah sangat otomatis)
- h. Secara umum dapat dikatakan bahwa pekerja yang bersangkutan merupakan pekerja yang terbaik.

2. *Excellent Skill*

- a. Percaya pada diri sendiri.
- b. Tampak cocok dengan pekerjaannya
- c. Terlihat telah terlatih baik
- d. Bekerja teliti dengan tidak banyak melakukan pengukuran pengukuran atau pemeriksaan pemeriksaan
- e. Gerakan gerakannya kerjanya beserta urutan urutan kerjanya dijalankan tanpa kesalahan
- f. Menggunakan peralatan dengan baik
- g. Bekerjanya cepat tanpa mengorbankan mutu
- h. Bekerjanya cepat tetapi halus
- i. Bekerja berirama dan terkoordinasi

3. *Good Skill*

- a. Kualitas hasil baik
- b. Bekerjanya tampak lebih baik dari pada kebanyakan pekerja umumnya
- c. Dapat memberi petunjuk petunjuk pada pekerja lain yang keterampilannya lebih rendah

- d. Tampak jelas sebagai pekerja yang cakap
- e. Tidak memerlukan banyak pengawasan
- f. Tiada keragu raguan
- g. Bekerjanya stabil
- h. Gerakan gerakannya terkoordinasi dengan baik
- i. Gerakan gerakannya cepat

4. *Average Skill*

- a. Tampak adanya kepercayaan pada diri sendiri
- b. Gerakan gerakannya tidak cepat tetapi tidak lambat
- c. Terlihat adanya perencanaan perencanaan pekerjaan
- d. Gerakan gerakannya cukup menunjukkan tiadanya keragu raguan
- e. Mengkoordinasi tangan dan pikiran dengan cukup baik
- f. Tampak cukup terlatih dan karenanya mengetahui seluk beluk pekerjaannya
- g. Bekerja cukup teliti
- h. Secara keseluruhan cukup memuaskan

5. *Fair Skill*

- a. Tampak terlatih tapi belum cukup baik
- b. Mengenal peralatan dan lingkungan secukupnya
- c. Terlihat adanya perencanaan perencanaan sebelum melakukan gerakan.
- d. Tidak mempunyai kepercayaan diri yang cukup
- e. Tampaknya seperti tidak cocok dengan pekerjaannya tetapi telah ditempatkan dipekerjaan itu sejak lama
- f. Mengetahui apa yang dilakukan dan harus dilakukan tetapi tampak tidak selalu yakin
- g. Sebagian waktu terbuang karena kesalahan kesalahan sendiri
- h. Jika tidak bekerja sungguh sungguh outputya akan sangat rendah
- i. Biasanya tidak ragu ragu dalam menjalankan gerakan gerakannya.

6. *Poor Skill*

- a. Tidak bisa mengkoordinasi tangan dan pikiran

- b. Gerakan gerakannya kaku
- c. Kelihatan tidak adanya keyakinan pada urutan pekerjaan
- d. Seperti yang tidak terlatih untuk pekerjaan yang bersangkutan
- e. Tidak terlihat adanya kecocokan pada pekerjaannya
- f. Ragu ragu dalam menjalankan gerakan kerja
- g. Sering melakukan kesalahan
- h. Tidak adanya kepercayaan pada diri sendiri
- i. Tidak bias mengambil inisiatif sendiri.

Untuk usaha atau effort, westing house membagi dalam kelas kelas dan ciri ciri sebagai berikut :

1. *Excessive Effort*

- a. Kecepatannya sangat berlebihan
- b. Usahanya sangat sungguh sungguh tetapi dapat membahayakan kesehatannya
- c. Kecepatan yang ditimbulkan tidak dapat dipertahankan sepanjang hari kerja

2. *Excellent Effort*

- a. Jelas terlihat kecepatan kerjanya yang tinggi
- b. Gerakan gerakannya lebih “ekonomis” dari pada operator operator biasa
- c. Penuh perhatian pada pekerjaannya
- d. Banyak memberi saran saran
- e. Menerima saran saran dan petunjuk petunjuk dengan senang
- f. Percaya kepada kebaikan maksud pengukuran waktu
- g. Tidak dapat bertahan lebih dari beberapa hari
- h. Bangga atas kelebihannya
- i. Gerakan gerakan yang salah terjadi sangat arang sekali
- j. Bekerjanya sistematis
- k. Karena lancarnya, perpindahan darisatu elemen ke elemen yang lain tidak terlihat

3. *Good Effort*

- a. Bekerja berirama

- b. Saat saat mengganggu sangat sedikit, bahkan tidak ada
- c. Penuh perhatian pada pekerjaannya
- d. Kecepatannya baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari
- e. Percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu
- f. Memberi saran saran dan petunjuk petunjuk dengan senang
- g. Dapat memberikan saran saran untuk perbaikan kerja
- h. Tempat kerjanya diatur baik dan rapih
- i. Menggunakan alat alat yang tepat dengan baik
- j. Memelihara dengan baik kondisi peralatan.

4. *Average Effort*

- a. Tidak sebaik *good*, tetapi lebih baik dari *poor*
- b. Bekerja dengan stabil
- c. Menerima saran saran tetapi tidak melaksanakannya
- d. *Set up* dilaksanakan dengan baik
- e. Melakukan kegiatan kegiatan perencanaan

5. *Poor Effort*

- a. Banyak membuang buang waktu
- b. Tidak memperlihatkan adanya minat kerja
- c. Tidak mau menerima saran saran
- d. Tampak malas dan bekerja lambat
- e. Melakukan gerakan gerakan yang tidak perlu untuk mengambil alat alat dan bahan bahan
- f. Tempat kerjanya tidak diatur dengan rapih
- g. Tidak peduli pada cocok / baik tidaknya peralatan yang dipakai
- h. Mengubah ubah tata letak tempat kerja yang telah diatur
- i. *Set up* kerjanya terlihat tidak baik.

Kondisi fisik dalam *westing house* dibagi menjadi 6 kelas diantaranya : *Excellent*, *Good*, *Average*, *Fair* dan *Poor*. kondisi kerja menurut *Westinghouse* adalah kondisi fisik

lingkungan meliputi keadaan pencahayaan, temperatur dan kebisingan ruangan. Faktor kondisi kerja merupakan faktor yang ada dikuar kondisi operator, sehingga dalam mengubahnya, pihak managementlah yang dapat merubahnya. Kondisi fisik yang ideal tidak selalu sama antara kondisi fisik proses kerja satu dengan prose kerja yang lainnya. Hal ini dikarenakan menyesuaikan proses kerja yang terjadi guna mendukung *performance* kerja operator yang bersangkutan. Sehingga dalam proses penilaiannya peneliti harus mengetahui kondisi seperti apa untuk mendukung performance kerja operator tersebut.

Faktor terakhir yang harus diperhatikan dalam penyesuaian *westing house* adalah konsistensi, hal ini karena pada saat pengukuran waktu, waktu penyelesaian operator selalu berubah ubah. Sebagaimana dengan hal tersebut, konsistensi dibagi menjadi 6 kelas yaitu : *perfect, excellent, good, average, fair* dan *poor*. Operator dapat dikatakan *perfect* apabila dapat bekerja dengan waktu yang dapat dikatakan tetap dari saat ke saat. Sebaliknya operator dapat dikatakan memiliki konsistensi *poor* apabila waktu penyelesaiannya berselisih jauh jauh dari rata rata secara acak. Berikut ini merupakan tabel penyesuaian atau *rating factor* adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Rating Factor

WESTING HOUSE RATING FACTORS

SKILL			EFFORT		
0,15	A1	<i>Super Skill</i>	0,13	A1	<i>Excessive</i>
0,13	A2		0,12	A2	
0,11	B1	<i>Excellent</i>	0,1	B1	<i>Excellent</i>
0,08	B2		0,08	B2	
0,06	C1	<i>Good</i>	0,05	C1	<i>Good</i>
0,03	C2		0,02	C2	
0	D	<i>Average</i>	0	D	<i>Average</i>
-0,05	E1	<i>Fair</i>	-0,04	E1	<i>Fair</i>
-0,1	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	<i>Poor</i>	-0,12	F1	<i>Poor</i>
-0,22	F2		-0,17	F2	
CONDITION			CONSISTENCY		
0,06	A	<i>Ideal</i>	0,04	A	<i>Perfect</i>

0,04	B	<i>Excellent</i>	0,03	B	<i>Excellent</i>
0,02	C	<i>Good</i>	0,01	C	<i>Good</i>
0	D	<i>Average</i>	0	D	<i>Average</i>
-0,03	E	<i>Fair</i>	-0,02	E	<i>Fair</i>
-0,07	F	<i>Poor</i>	-0,04	F	<i>Poor</i>

2.1.7 Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

Menurut Satalaksana (1982) kelonggaran diberikan untuk 3 hal, diantaranya adalah kelonggaran untuk keperluan pribadi, menghilangkan rasa fatigue dan hambatan hambatan yang tak dapat dihindarkan. Hal ini merupakan yang sangat dibutuhkan oleh operator. Untuk lebih jelasnya, penjelasan mengenai faktor kelonggaran adalah sebagai berikut :

1. Kelonggaran untuk keperluan pribadi

Yang termasuk dalam kelonggaran keperluan pribadi adalah minum untuk menghilangkan rasa haus, bercakap cakap sekedarnya dengan tujuan untuk menghilangkan ketegangan, dan kekamar mandi (Satalaksana, Anggawisastra, & Tjakraatmadja, 1982).

2. Kelonggaran untuk menghilangkan *Fatigue*

Kelonggaran akibat kelelahan terlihat dari menurunnya hasil produksi baik jumlah kualitas. Sehingga, salah satu cara dalam memberikan penilaian kelonggaran akibat kelelahan, peneliti harus melakukan pengamatan seharian untuk mengidentifikasinya meskipun dapat dikatakan sulit karena menurunnya jumlah produksi tidak hanya dari kelelahan, namun ada banyak faktor yang menyebabkannya.

3. Kelonggaran yang tidak dapat dihindarkan

Dalam pekerjaannya, operator tidak akan lepas dai berbagai hambatan. Beberapa contoh termasuk kedalam hambatan yang tak terhindarkan adalah :

- a. Menerima atau meminta petunjuk kepada pengawas
- b. Melakukan penyesuaian penyesuaian mesin
- c. Memperbaiki kemacetan kemacetan singkat seperti mengganti alat potong yang patah, memasang kembali ban yang lepas dan sebagainya.
- d. Mengasah peralatan
- e. Mengambil alat alat khusus atau bahan bahan khusus dari gudang
- f. Hambatan hambatan karena kesalahan kesalahan pemakaian alat ataupun bahan
- g. Mesin berhenti karena mati aliran listrik.

Adapun tabel faktor kelonggaran adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Allowance

FAKTOR		KELONGGARAN %	
KEBUTUHAN PRIBADI			
1	Pria	0-2,5	
2	Wanita	2-5,0	
KEADAAN LINGKUNGAN			
1	Besih, Sehat dan Tidak Bising	0	
2	Siklus kerja berulang - ulang Antara 5 - 10 detik	0-1	
3	Siklus kerja berulang - ulang Antara 0 - 5 detik	3-Jan	
4	Sangat bising	0-5	
5	Ada faktor penurunan kualitas	0-5	
6	Ada getaran lantai	5-10.	
7	Keadaan yang luar biasa	5-10.	
TENAGA YANG DIKELUARKAN			
1	Dapat diabaikan	Tanpa Beban	Pria Wanita
2	Sangat ringan	0- 2,25 Kg	0-6 0-6
3	Ringan	2,25 - 9 Kg	6-7,5 6-7,5
4	Sedang	9 - 18 Kg	7,5-12 7,5-16
5	Berat	18 - 27 Kg	12-19. 16-30
6	Sangat berat	27 - 50 Kg	19-30
7	Luar biasa berat	> 50 Kg	30-50
SIKAP KERJA			
1	Duduk	0-1	

FAKTOR	KELONGGARAN %	
2 Berdiri diatas 2 kaki	1-2,5	
3 Berdiri diatas 1 kaki	2,5-4	
4 Berbaring	2,5-4	
5 Membungkuk	4-10	
GERAKAN KERJA		
1 Normal	0	
2 Agak terbatas	0-5	
3 Sulit	0-5	
4 Anggota badan terbatas	5-10.	
5 Seluruh badan terbatas	10-15.	
KELELAHAN MATA		
1 Pandangan terputus	TERANG	BURUK
2 Pandangan terus menerus	0	1
3 Pandangan terus menerus dengan faktor berubah ubah	2	2
4 Pandangan terus menerus dengan fokus tetap	2	5
	4	8
TEMPERATUR TEMPAT KERJA (C)		
	NORMAL	LEMBAB
1 Beku	>10	>12
2 Rendah	10-0.	12-5.
3 Sedang	5-0.	8-0.
4 Normal	0-5.	0-8.
5 Tinggi	5-40.	8-100.
6 Sangat Tinggi	>40	>100.

2.1.8 Pengaruh Kecepatan Lintasan Terhadap Stasiun Kerja

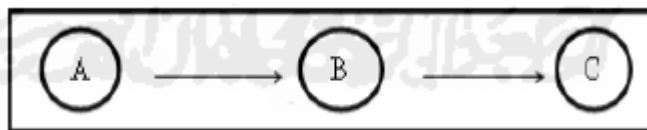
Pengaturan dan perencanaan yang tidak tepat dapat mengakibatkan stasiun kerja pada lintasan perakitan memiliki kecepatan yang berbeda beda (Purnomo , 2004) untuk itu, upaya yang dilakukan adalah meminimumkan ketidakseimbangan lini produksi untuk mendapatkan waktu sama pada setiap stasiun kerja sesuai dengan kecepatan produksi yang diinginkan.

1. *Precedence Diagram*

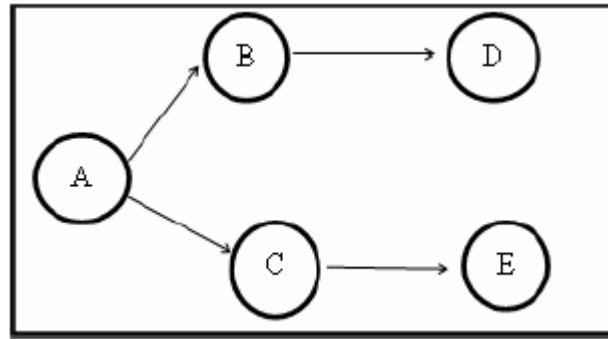
Precedence diagram merupakan gambaran secara grafis dari urutan operasi kerja, serta ketergantungan pada operasi kerja lainnya yang tujuannya untuk memudahkan pengontrolan dan perencanaan kegiatan yang terkait di dalamnya (Gonzali , Andreas, & Feriyatis, 2015). *precedence* diagram ditandai dengan (Dilworth , 1993):

- a. Symbol lingkaran (*node*) atau huruf didalamnya yang bertujuan untuk mempermudah identifikasi dari suatu proses operasi yang membedakan aktifitas satu dengan aktivitas yang lainnya.
- b. Tanda panah yang menunjukkan ketergantungan dari urutan proses operasi yang dimana dalam hal ini operasi yang berada pada pangkal panah berarti mendahului operasi yang berada pada ujung panah.
- c. Angka diatas symbol lingkaran merupakan waktu baku / waktu standart yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap operasi. Sehingga dengan cara ini dapat terlihat apakah hubungan antara operasi tersebut memiliki hubungan yang seri (berurutan) ataupun parallel (*mutually independent*)

Gambar mengenai *precedence* diagram seri (berurutan) ataupun parallel (*mutually independent*) adalah sebagai berikut (Prabowo,2016)



Gambar 2. 2 *Precedence Diagram Seri*



Gambar 2. 3 Precedence Diagram Paralel

2. Rumus dan Istilah yang digunakan dalam *line balancing* adalah sebagai berikut :
 - a. Elemen Kerja
(Gonzali , Andreas, & Feriyatis, 2015) elemen kerja merupakan bagian dari seluruh proses operasi yang dilakukan.
 - b. Stasiun Kerja
Tempat lini perakitan dimana proses perakitan dilakukan. (Gonzali , Andreas, & Feriyatis, 2015).rumus yang digunakan untuk menentukan stasiun kerja minimum adalah sebagai berikut :

$$K \text{ min} = \frac{\sum_{i=1}^k t_i}{c}$$

Dengan

t_i = waktu operasi (elemen)

C = waktu siklus stasiun kerja

c. Waktu Siklus (*Cycle Time*)

Waktu merupakan interval waktu antara komponen keluar masuk dari lintasan produksi atau waktu menyelesaikan satu unit produk mulai dari awal sampai akhir (Prabowo,2016). Perhitungan waktu siklus digunakan sebagai dasar pengelompokan stasiun kerja (Asih , 2015)

Rumus dalam menghitung CT adalah sebagai berikut

$$CT = \frac{T}{Q}$$

(bedworth & Bailey , 1987)

Dengan

- C = Waktu Siklus
 T = Waktu tersedia
 Q = Target Produksi

d. Waktu menganggur (*Idle Time*)

Menurut Baroto (2002) *Idle Time* merupakan selisih atau perbedaan antara Cycle Time (CT) dan waktu siklus stasiun.rumus dalam menghitung *Idle Time* adalah sebagai berikut :

$$Idle Time = n \times W_s - \sum_{i=1}^n W_i$$

(Asih , 2015)

Dengan :

- n = Jumlah Stasiun Kerja
 W_s = Waktu Stasiun Kerja Terbesar
 W_i = Waktu Siklus Stasiun Kerja
 i = 1,2,3,...,n

e. *Balanced Delay*

Balanced Delay merupakan rasio antara waktu *idle* atau menganggur dalam lini perakitan dengan waktu yang tersedia. (Purnomo , 2004). Kegunaan dari *Balanced Delay* adalah untuk mengukur ketidakefisienan lintasan produksi atau perakitan akibat waktu *idle* yang disebabkan alokasi stasiun kerja yang tidak tepat (Prabowo , 2016).

Rumus dalam menghitung *balanced delay* adalah sebagai berikut :

$$BD = \frac{CT \times N - \sum_{i=1}^n t_i}{CT \times N} \times 100\%$$

(Asih , 2015)

Dengan :

D = *Balance Delay* (%) n = Jumlah stasiun kerja

C = Waktu siklus terbesar dalam stasiun kerja

$\sum t_i$ = Jumlah semua waktu operasi t_i = Waktu operasi

f. *Effisiensi Stasiun Kerja*

Effisiensi stasiun kerja merupakan rasio antara waktu operasi tiap stasiun kerja (W_i) dan waktu operasi stasiun kerja terbesar (W_s) (Nasution A. H., 1999) .sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Eff\ S.K = \frac{W_i}{W_s} \times 100\%$$

(Nasution A. H., 1999)

Dimana

W_i = Stasiun kerja ke i

Ws = Waktu Siklus Maksimum

g. Effisiensi Lintasan Produksi (*Line Efficiency*)

Effisiensi lintasan merupakan rasio antara waktu yang digunakan dengan waktu yang tersedia. Keseimbangan lintasan akan tercapai apabila setiap daerah stasiun kerja memiliki waktu yang sama (Purnomo, 2004). Rumus efisiensi lintasan adalah sebagai berikut :

$$\text{Line eff} = \frac{\sum_{i=1}^k St_i}{CT \times K} \times 100\%$$

(Nasution & Yudha, 2008)

Dimana :

ST_i = Waktu stasiun kerja ke I

CT = waktu siklus

K = jumlah stasiun kerja yang terbentuk

h. *Smoothness Index*

Smoothness Index merupakan kelancaran relative dari penyeimbangan lini perakitan tertentu (Elsayed, 1994). Rumus dari *Smoothness Index* adalah sebagai berikut :

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^N (Ws_{\max} - Ws_i)^2}$$

(Purnomo, 2004)

Dengan

Ws max = maksimum waktu pada stasiun kerja

W_{s_i} = waktu stasiun kerja ke i

2.1.9 Metode Heuristik

Pada awalnya metode keseimbangan lintasan merupakan metode yang dikembangkan dengan pendekatan matematik dan analitis. Namun metode tersebut masih dirasa kurang praktis dan tidak ekonomis untuk menyelesaikan *assembling* atau kondisi produksi yang melibatkan pekerjaan dalam jumlah besar secara manual (Purnama , 2008). Metode Heuristik merupakan metode yang dalam pengerjaannya menggunakan aturan aturan yang logis dalam pemecahan masalah. Sehingga, metode tersebut tidak menjamin untuk dapat mencapai hasil yang optimal, namun metode ini dirancang untuk dapat menghasilkan strategi yang baik dengan adanya pembatas pembatas tertentu. Metode heuristik yang digunakan dalam penelitian ini dan cara pengerjaannya adalah sebagai berikut :

1. Metode RPW (*Ranked Positional Weight*)

Metode RPW (*Ranked Positional Weight*) merupakan metode yang diusulkan oleh *Helgeson* dan *Birnie* dimana konsep yang diusulkan oleh metode ini adalah menentukan jumlah stasiun kerja minimal dan melakukan pembagian elemen elemen pekerjaan ke dalam stasiun kerja dengan memberikan bobot posisi kepada setiap stasiun kerja sehingga setiap elemen kerja ditempatkan pada stasiun kerja tersebut berdasarkan urutan bobotnya (Perwitasari,2008).

Langkah langkah perhitungan pada metode *Ranked Positional Weight* adalah sebagai berikut :

- a. Lakukan Perhitungan bobot posisi untuk setiap stasiun kerja. bobot posisi pada setiap elemen kerja dihitung dari bobot elemen kerja itu sendiri ditambah dengan bobot elemen kerja setelahnya setelahnya.
- b. Lakukan pengurutan stasiun kerja tersebut berdasarkan bobot posisi,yaitu dengan mengurutkan dari bobot yang terbesar hingga bobot yang terkecil.

- c. Tempatkan stasiun kerja dengan bobot terbesar pada stasiun kerja sepanjang tidak melanggar *precedence diagram constrain* dan waktu stasiun kerja tidak melebihi waktu siklus.
- d. Lakukan langkah 3 hingga semua elemen kerja sudah ditempatkan.

2. Metode *Killbridge – Wester*

Metode *Killbridge – Wester* merupakan metode yang dikembangkan oleh *Killbridge* dan *Wester* dengan langkah langkah pengerjaan sebagai berikut (Purnomo , 2004) :

- a. Buat *precedence diagram* dari precedence data yang telah ada, dan berikan tanda pada daerah daerah yang memuat elemen kerja yang saling tidak bergantung.
- b. Tentukan waktu siklus dengan mencoba faktor faktor dari total elemen kerja yang ada. Lalu tentukan jumlah stasiun kerja.
- c. Tempatkan elemen kerja pada setiap stasiun kerja dengan catatan bahwa total waktu elemen kerja pada sebuah stasiun tidak boleh melebihi waktu siklus yang telah ditetapkan.
- d. Ulangi langkah 3 hingga seluruh elemen kerja terdistribusikan pada stasiun kerja.

2.1.10 Metode Matematis / Analitis

Metode Analitis merupakan metode yang akan memberikan solusi optimal tetapi memerlukan perhitungan yang besar dan rumit seperti menggunakan *Linear Programming* dan *dynamic programming* (Prabowo,2016). Pokok utama dalam program linear atau linear programming adalah merumuskan masalah dengan sejumlah informasi yang tersedia dan kemudian menerjemahkan permasalahan tersebut dalam bentuk fungsi matematika (Purnomo , 2004). Karakteristik yang digunakan dalam pemodelan *Linear Programing* menurut Purnomo (2004) adalah sebagai berikut :

1. Variabel keputusan
Merupakan variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan keputusan yang akan dibuat.
2. Fungsi Tujuan
Suatu fungsi dari variabel keputusan yang akan dimaksimumkan (keuntungan) danakan diminimumkan (kerugian)
3. Pembatas
Kendala yang dihadapi sehingga kita tidak bias menentukan variabel variabel keputusan secara sembarang.
4. Pembatas kendala
Merupakan pembatas yang menjalankan apakah variabel keputusan yang diasumsikan hanya berharga non negative atau berharga positif.

Sisi lain kelemahan dalam *Linear Programing* adalah tidak semua karakteristik dalam system dapat dengan mudah dimodelkan menggunakan fungsi matematika karena penyelesaiannya yang sulit diperoleh karena kompleksitas fungsi dan teknik yang dibutuhkan (Prahmana, 2013). Bentuk umum yang biao digunakan dalam penyelesaian masalah Linear Programing dapat dilihat sebagai berikut :

Fungsi Tujuan :

Maksimumkan atau Minimumkan

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$$

Sumber daya yang membatasi (Fungsi Kendala)

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 \dots + a_{1n}X_n = \text{atau} \leq \text{atau} \geq b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 \dots + a_{2n}X_n = \text{atau} \leq \text{atau} \geq b_2$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 \dots + a_{mn}X_n = \text{atau} \leq \text{atau} \geq b_m$$

$$X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0$$

Symbol X_1, X_2, \dots, X_n adalah variabel keputusan dimana banyaknya variabel keputusan ditentukan oleh banyaknya aktivitas untuk mencapai suatu fungsi tujuan. Symbol C_1, C_2, \dots, C_n merupakan koefisien dari suatu fungsi tujuan. a_1, a_2, \dots, a_n merupakan penggunaan perunit variabel keputusan akan sumber daya yang membatasi.

2.2 Kajian Empiris

Kajian Induktif merupakan sebuah pendekatan yang menekankan pada penelitian / penelitian terdahulu. Penelitian pertama yang mendukung dalam penelitian ini berjudul “ Analisis Keseimbangan Lintasan untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi dengan Pendekatan *Line Balancing* dan Simulasi “. objek pada penelitian ini pada bidang Industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dimana perusahaan belum mampu memenuhi target permintaan dan target produksi yang telah di tetapkan oleh perusahaan karena adanya indikasi *Bottleneck* pada stasiun 11 (mesin *heater*). Hal ini diperkuat dengan adanya penemuan waktu siklus yang lebih lama dibandingkan dengan waktu produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Dengan demikian diperlukan adanya identifikasi *bottleneck* dan upaya menurunkan waktu siklus pada stasiun yang mengalami *bottleneck* untuk meningkatkan kapasitas produksi sehingga target permintaan dan target produksi dapat tercapai. Kesimpulan yang didapat pada penelitian ini dalam meningkatkan kapasitas produksinya perusahaan mere-*layout* lantai produksinya dan menekan waktu siklusnya sesuai usulan yang diberikan oleh peneliti dengan menambah 1 mesin pada mesin *water* dan mesin *heater*, dan dalam mengatasi *cycle time* dapat dengan cara menggabungkan stasiunnya saja tanpa menambah jumlah mesin. Kapasitas produksi berbanding terbalik dengan waktu siklus, dimana semakin kecil waktu siklus maka akan semakin besar *output* yang dihasilkan. Dari metode simulasi didapatkan

bahwa kondisi usulan lebih baik dibandingkan dengan kondisi sebelumnya, hal itu didukung dengan hasil output simulasi mencapai 2043 unit/*shift*, sedangkan sebelumnya hanya mencapai 1732 unit/*shift*. Dengan *takt time* permintaan 2043 unit / *shift* dan *takt time* produksi 1963 unit/*shift*. (Daelima , Febianti , & Ilhami , 2013)

Pada penelitian ke 2, dengan judul “ Penerapan Model Optimasi *Line Balancing* dan *Genetic Algorithm*” dengan studi kasus pada PT. Karya Mekar Dewata Mali. Pada penelitian tersebut, peneliti meneliti keseimbangan lintasan dimana terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi diantaranya adalah volume produksi, jenis urutan operasi pada lintasan produksi, dan waktu penyelesaian masing masing elemen kerja pada stasiun kerja dalam mengoptimalkan jumlah pekerja atau operator. Metode yang diterapkan pada perusahaan tersebut adalah *Algoritma Genetik* dengan tujuan meminimasi jumlah stasiun kerja dan mengoptimalkan pengalokasian elemen kerja pada stasiun kerja sehingga biaya pengadaan stasiun kerja, biaya waktu siklus, biaya operator, dan biaya idle operator dapat diminimasi. hasil dari kesimpulan tersebut didapat, 1. bahwa *algoritma genetik* hanya menyimpang 0,0001% dari hasil model optimasi yang artinya model tersebut tepat untuk diterapkan pada kondisi nyata, 2. Dengan *algoritma genetik*, terbentuk 5 stasiun kerja dengan total biaya sebesar Rp. 75.071.690,00. (Lisanto , Dewi , & Rahayu , 2014)

Jurnal ke 3 yang digunakan untuk mendukung penelitian ini berjudul “ Optimalisasi Lintasan Produksi Furukawa Breaker Menggunakan *Line Balancing*” studi kasus pada PT Katsushiro Indonesia, dimana permasalahan yang di hadapi adalah perusahaan menemukan adanya *idle time* yang cukup tinggi karena adanya waktu proses pada stasiun kerja belum seimbang. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui keterkaitan waktu siklus dengan penempatan fasilitas pabrik, mengetahui efisiensi lini perakitan setelah menggunakan line balancing iap elemen kerja, dan mengetahui metode apa yang tepat untuk perencanaan keseimbangan lintasan atau line balancing. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode “*Ranked Positional Weights Methode*” dimana metode ini diperkenalkan oleh Halgeson dan Bimi pada tahun 1961. “*Ranked Positional Weights Methode*” menghitung

setiap elemen kerja, menghitung nilai T_e dari tiap elemen dan juga posisinya dalam *predence diagram* yang kemudian elemen elemen kerja tersebut ditugaskan kedalam stasiun stasiun kerja berdasarkan nilai dari perhitungan RPW. Kesimpulan yang didapat pada penelitian ini adalah : a. waktu siklus lintasan produksi sebesar 302,8 menit. b. penyeimbangan lintasan menggunakan pembobotan menghasilkan efisiensi sebesar 64% dengan total operator sebesar 5 orang. c. penyeimbangan lintasan dengan metode pembebanan berurut menghasilkan nilai efisiensi sebesar 81% dengan jumlah operator 4 stasiun kerja. d. metode yang dipilih dan di gunakan pada perakitan *Furukawa Breaker* adalah metode penyeimbangan lintasan dengan metode pembebanan berurut yang menghasilkan nilai efisiensi sebesar 81%. (Hasanudin & Arianto , 2011)

