

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan dunia industri dari hari ke hari yang saat ini semakin meningkat, perusahaan harus memenuhi permintaan dengan meningkatkan produktivitas produksinya. Efisiensi produksi dan produktivitas yang tinggi adalah hal yang harus diciptakan oleh perusahaan sebagai respon dari persaingan tersebut. Dalam menciptakan produksi yang optimum, perusahaan harus menyesuaikan kapasitas produksi dengan kebutuhan dari konsumen. Karena itu perusahaan sangat perlu untuk mengadakan efektivitas, efisiensi, dan produktivitas agar dapat bersaing di era seperti sekarang. Persaingan yang semakin tinggi ini, produktivitas bukan hanya menjadi kebutuhan melainkan tuntutan. Banyak hal yang mempengaruhi produktivitas salah satunya lini produksi. Salah satu cara dalam meningkatkan kapasitas produksi adalah dengan pengoptimalan sumber daya untuk menghasilkan produk yang maksimal dengan tetap memperhatikan aspek kualitas dan kuantitas produk (Styawan et al., 2021).

Keseimbangan lintasan produksi dapat berkontribusi pada perencanaan sistem produksi yang tepat. Keseimbangan lintasan berhubungan dengan cara suatu pekerjaan dalam stasiun kerja dapat berjalan dengan optimal. Masalah pada keseimbangan lintasan ini adalah mengenai cara agar suatu pekerjaan dapat selesai dalam waktu yang sama juga dengan beban kerja yang sama juga. Keseimbangan lintasan ialah suatu penyesuaian pekerjaan yang terdapat pada stasiun kerja yang dimiliki dimana saling berkaitan satu sama lain. Dengan demikian, dalam upaya menciptakan produksi yang lancar maka perlu dilakukan identifikasi untuk penyeimbangan lintasan. Lintasan atau lini produksi dapat dikatakan seimbang apabila waktu siklus yang dimiliki stasiun kerja dapat merata. Fungsinya adalah untuk minimasi stasiun kerja dan waktu menganggur pada stasiun kerja secara keseluruhan (Valentina & Widyono, 2022).

PT Delapan Jaya Perkasa Garmen merupakan perusahaan garmen yang berdiri pada tahun 1977 yang berlokasi di Dusun Jetis, Kel. Pilangsari, Kec. Ngrampal, Kab. Sragen, Jawa Tengah. Perusahaan ini menerapkan sistem *make to order* yang hanya memproduksi bila ada pesanan. Perusahaan selalu berusaha

meningkatkan kualitas secara terus menerus untuk mencapai tujuan agar perusahaan dapat memenuhi kepuasan pelanggan. Proses produksi merupakan hal pokok dalam perusahaan manufaktur. Keseimbangan lintasan produksi dan perencanaan jumlah stasiun kerja yang digunakan harus efisien, sehingga produktivitas output meningkat

PT. Delapan Jaya Perkasa Garmen memiliki 8 line produksi, masing masing line memproduksi celana berbeda-beda. Di antaranya line 1 dan 2 memproduksi celana panjang tipe MJ6 Maxi, line 3 dan 4 memproduksi celana panjang tipe Emba Attitude CP 62, line 5 dan 8 memproduksi celana panjang tipe SSA Pchino 06 dan yang terakhir line 6 dan 7 memproduksi celana panjang tipe Forex chinos. Masing-masing line dan tipe celana tersebut memiliki *quantity* dan warna yang berbeda-beda.

Berdasarkan pengamatan di PT. Delapan Jaya Perkasa Garmen pada departemen *sewing* yang merupakan bagian penjahitan atau proses transformasi dari bahan mentah menjadi barang garmen. Pada line 4 terdapat celana tipe Emba Attitude CP 62 yang terdiri dari 40 stasiun kerja yang terdiri dari bagian belakang, depan dan *Assembly*. Dikerjakan oleh 48 operator yang terdiri 40 sewer dan 8 helper. Masalah yang sering dihadapi oleh lintasan produksi celana Emba adalah waktu *Cycle Time* antara stasiun kerja yang tidak merata sehingga terjadinya penumpukan di salah satu stasiun kerja dan terjadi waktu menganggur (*idle time*).

Target tidak tercapai disebabkan karena lintasan produksi yang belum seimbang. Berdasarkan data LOB (*Line Of Balance*) produk Emba Attitude CP 62 *line 4* sering terjadi penumpukan khususnya pada stasiun kerja 38 yaitu proses pasang waisband. Karena pada stasiun kerja 38 adalah proses paling sulit serta mesin juga sering bermasalah.

Output produksi yang maksimal atau memenuhi target yang telah ditentukan maka perlu dilakukan analisis keseimbangan lintasan (*Line Balancing*) agar dapat diketahui proses mana yang perlu mendapatkan perhatian khusus atau perlu dilakukan penambahan operator pada proses yang mengalami tingkat *bottle neck* yang signifikan. Jika tidak dilakukan keseimbangan maka akan mengakibatkan ketidakefisien kerja di beberapa stasiun kerja, dimana antara stasiun kerja yang satu dengan yang lain memiliki beban kerja yang tidak seimbang.

Penelitian ini menggunakan metode RPW (*Ranked Positional Weight*) dan metode LCR (*Largest Candidate Rules*). Metode RPW (*Ranked Positional Weight*) dipilih karena memiliki performansi yang lebih baik selain penerapan lebih mudah, yaitu hanya dengan melakukan pembobotan, mengurutkan dan mendapatkan *task* ke dalam stasiun kerja. Kemudian metode LCR (*Largest Candidate Rules*) merupakan metode yang paling sederhana karena metode ini melakukan penyeimbangan line produksi berdasarkan waktu operasi terpanjang akan diprioritaskan penempatan dalam stasiun kerja (Afifudin, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab dari rendahnya *Line efficiency* yang terjadi dan melakukan *Line Balancing* dengan dua metode, yaitu *Largest Candidate Rules* (LCR) dan *Ranked Positional Weight* (RPW) untuk mengetahui metode perbaikan yang terbaik untuk dilakukan pada *Assembly line 4 Departemen Sewing*. Penerapan konsep penyeimbangan lini (*Line Balancing*) dapat memberikan manfaat yang besar bagi proses produksi maupun bagi perusahaan serta meningkatkan kapasitas output, memperlancar proses produksi, meningkatkan efisiensi, dan meminimasi waktu nganggur (*Idle time*) dalam proses produksi (Valentina & Widyo, 2022).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahannya adalah mengidentifikasi keseimbangan lini produksi yang sedang berjalan pada pembuatan celana tipe *Emba Attitude CP 62* pada line 4 dengan menggunakan metode RPW (*Rangked Posision Weight*) dan LCR (*Largest Candidate Rules*) pada PT. Delapan Jaya Perkasa Garmen.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah menganalisis keseimbangan lintasan produksi (*Line Balancing*) pada proses pembuatan celana tipe *Emba Attitude CP 62* di line 4 dengan menggunakan metode RPW (*Rangked Posision Weight*) dan LCR (*Largest Candidate Rules*) pada PT. Delapan Jaya Perkasa Garmen.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan agar masalah tidak meluas dan menyimpang dari sasaran dan lebih terarah, maka dalam penelitian ini dilakukan pembatasan yang meliputi:

1. Obyek penelitian ini adalah celana panjang tipe Emba Attitude CP 62 di PT. Delapan Jaya Perkasa Garmen yang terletak di Jetis, Pilangsari, Ngrampal, Sragen, Jawa Tengah pada bulan Maret-Juni 2024
2. Pengukuran waktu kerja hanya dilakukan untuk waktu-waktu yang berkaitan secara langsung dengan proses produksi.
3. Analisa keseimbangan lintasan hanya meliputi aspek proses produksi dan tidak membahas tentang masalah biaya.
4. Tidak membahas mengenai jumlah tenaga kerja yang tidak terpakai dengan keseimbangan lini yang baru.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan batasan masalah yang sudah ditentukan, manfaat yang di harapkan penulis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Instansi
Manfaat penelitian ini di harapkan dapat memberikan masukan dan usulan yang bermanfaat bagi PT. Delapan Jaya Perkasa Garmen agar dapat memperbaiki keseimbangan lintasan di fokuskan pada proses produksi.
2. Bagi Universitas
Penelitian ini diharapkan dapat memberika kontribusi yang positif dalam memberikan informasi dan menjadikan referensi bagi peniliti selanjutnya.
3. Bagi Penulis
Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan penulis tentang keseimbangan lintasan produksi, dan dapat digunakan sebagai media untuk pengaplikasian ilmu yang telah didapat selama dalam dunia perkuliahan

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian (Valentina & Widyo, 2022) tentang Penerapan *Line Balancing* pada PT. XYZ dengan Metode *Largest Candidate Rules* dan *Ranked Positional Weight*. Penyebab dari rendahnya *Line efficiency* yang terjadi pada *Assembly line* 14 Departemen Sewing adalah waktu proses yang tidak seimbang sehingga menyebabkan *bottleneck*. Untuk meningkatkan *Line efficiency* maka dapat dilakukan *Line Balancing* dengan metode terbaik, yaitu LCR. Dengan metode LCR dapat meningkatkan *Line efficiency* sebesar 26,87% dengan mengurangi jumlah stasiun kerja sebanyak 2 stasiun. Stasiun kerja yang berkurang mampu mengurangi jumlah operator sebanyak 2 orang sehingga terjadi penurunan biaya operator.

Penelitian lain yang dilakukan (Dasanti et al., 2020) tentang Penerapan Konsep *Line Balancing* Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja Di PT Garmen Jakarta. Setelah dianalisa menggunakan metode RPW, keseimbangan lintasan perusahaan dapat mencapai efisiensi lintasan sebesar 41,63%, mengurangi *Balance delay* sebesar 00,11% dari 41,88% menjadi 41,77% dan target produksi sebanyak 3000 pakaian/tahun dapat terpenuhi.

Penelitian pernah dilakukan (Arifiana & Suletra, 2017) tentang Analisis *Line Balancing* dengan RPW pada Departemen Sewing *Assembly line Style* F1625W404 di PT. Pan Brothers Boyolali. Bahwa dengan menggunakan metode RPW dengan membagi elemen kerja berdasarkan waktu proses terbesar dan tetap memperhatikan urutan dalam precedence diagram. Dengan metode RPW dihasilkan jumlah stasiun kerja yang lebih sedikit yaitu sebanyak 36 stasiun kerja. Dari analisa data perbandingan keseimbangan lini pada stasiun kerja usulan dan stasiun kerja sebelum *improvement* diperoleh bahwa stasiun kerja usulan memiliki tingkat efisiensi line yang lebih tinggi dibandingkan stasiun kerja sebelum *improvement* yaitu sebesar 74,38%. Nilai *balance delay* pada stasiun kerja setelah *improvement* juga lebih rendah dibandingkan dengan stasiun kerja sebelum *improvement* yaitu sebesar 25,62%. Kenaikan nilai efisiensi line dan penurunan nilai *balance delay* juga diikuti dengan turunnya nilai *smoothes index* yaitu sebesar 244,496. Hal ini

mengindikasikan bahwa stasiun kerja usulan memiliki keseimbangan lini yang lebih baik dibandingkan stasiun kerja aktual sebelum *improvement*.

(Alam et al., 2022) melakukan penelitian tentang Analisa Keseimbangan Lintasan Dalam Meningkatkan Produksi di PT. Eratex Djaja Tbk. Probolinggo. Perbaikan alur kerja berdasarkan urutan kerja dan penambahan beban kerja pada jalur lintasan produksi menghasilkan perubahan jumlah penggabungan stasiun kerja, yakni 6 stasiun kerja menjadi 4 stasiun kerja sehingga dapat mengurangi pekerjaan yang membuang-buang waktu saat produksi. Jalur lintasan produksi setelah dilakukan perbaikan dinyatakan lebih baik, karena memiliki *efficiency* yang lebih tinggi sebesar 74% dan *balance delay* yang lebih rendah sebesar 26% dari jalur lintasan sebelumnya. Dengan perubahan jalur lintasan produksi beban kerja pada setiap stasiun kerja lebih seimbang dan memungkinkan dapat mencapai target yang sudah di sesuaikan saat produksi. Output produksi yang didapatkan melalui usulan metode *Ranked Position Weight* sebesar 761,65 dari output awal sebesar 674,07.

Penelitian (Poncotoyo et al., 2020) Penerapan Metode *Line Balancing* dengan Pendekatan *Ranked Position Weight*, *Regional Approach*, dan *Largest Candidate Rules* pada lini perakitan *hydraulic excavator* memiliki 27 stasiun kerja dengan 150 elemen kerja. Pada proses perakitan *hydraulic excavator*, terjadi overtime yang melebihi *takt time* pada stasiun kerja 18 (BF 04), dengan adanya hal itu mengakibatkan tidak tercapainya target produksi 5 unit/hari. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menerapkan metode *Line Balancing* pada lini perakitan *hydraulic excavator*, pendekatan yang digunakan adalah *Regional Approach*, *Ranked Positional Weight*, dan *Largest Candidate Rules*. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pendekatan *Ranked Positional Weight* memiliki nilai yang paling baik dengan jumlah stasiun kerja 18, *Line efficiency* sebesar 95,70%, *balance delay* sebesar 4,30% dan *idle time* 66,84 menit dan juga mempunyai hasil yang lebih baik dibanding kondisi awal sebelum diterapkan metode *Line Balancing*.

Dari hasil studi literature tersebut sudah terbukti bahwa menggunakan metode RPW (*Ranked Position Weight*) dan LCR (*Largest Candidate Rules*) dapat meningkatkan efisiensi lintasan, pada PT Delapan Jaya Perkasa Garmen mengenai

studi kasus *Line Balancing* pada produksi celana tipe Emba Attitude CP 06 dengan metode tersebut.

Tabel 2. 1 Peta Penelitian Saat ini Terhadap Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Tujuan	Metode	Kesimpulan/Hasil
1	Valentina & Widyo (2022)	Penerapan <i>Line Balancing</i> pada PT. XYZ dengan Metode <i>Largest Candidate Rule</i> dan <i>Ranked Positional Weight</i>	<i>Largest Candidate Rule & Ranked Positional Weight</i>	Metode LCR dapat meningkatkan <i>Line efficiency</i> sebesar 26,87% dengan mengurangi jumlah stasiun kerja sebanyak 2 stasiun. Sehingga terjadi penurunan biaya operator
2	Dasanti (2020)	Penerapan Konsep <i>Line Balancing</i> Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja Di PT GARMENT JAKARTA	<i>Ranked Positional Weight</i> (RPW)	Metode RPW, keseimbangan lintasan perusahaan dapat mencapai efisiensi lintasan sebesar 41,63% sehingga target produksi sebanyak 3000 pakaian/tahun dapat terpenuhi.
3	Ariffiana & Suletra (2017)	Analisis <i>Line Balancing</i> dengan RPW pada Departemen Sewing <i>Assembly line Style</i> F1625W404 di PT. Pan Brothers, Boyolali	<i>Ranked Positional Weight</i> (RPW)	Metode RPW mengindikasikan bahwa stasiun kerja usulan memiliki keseimbangan lini yang lebih baik dibandingkan stasiun kerja aktual sebelum <i>improvement</i>
4	Alam (2022)	Analisa Keseimbangan Lintasan Dalam Meningkatkan Produksi di PT. Eratex Djaja Tbk. Probolinggo	<i>Ranked Positional Weight</i> (RPW)	Lintasan produksi lebih seimbang dan memungkinkan dapat mencapai target. Output produksi yang didapatkan melalui usulan metode RPW sebesar 761,65 dari output awal sebesar 674,07.
5	Poncotoyo (2020)	Penerapan Metode <i>Line Balancing</i> dengan Pendekatan <i>Ranked Position Weight</i> , <i>Regional Approach</i> , dan <i>Largest Candidate Rules</i>	RPW, RA dan LCR	Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pendekatan <i>Ranked Positional Weight</i> memiliki nilai yang paling baik dengan jumlah stasiun kerja 18, <i>Line efficiency</i> sebesar 95,70%, <i>balance delay</i> sebesar 4,30% dan <i>idle time</i> 66,84

No	Nama Peneliti	Tujuan	Metode	Kesimpulan/Hasil
				menit dan juga mempunyai hasil yang lebih baik dibanding kondisi awal sebelum diterapkan metode <i>Line Balancing</i>
6	Setiawan (2024)	Analisis <i>Line Balancing</i> Produksi Celana Emba Attitude CP 62 Menggunakan Metode RPW (<i>Ranked Position Weight</i>) dan LCR (<i>Largest Candidate Rules</i>)	<i>Largest Candidate Rule & Ranked Positional Weight</i>	

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Cycle Time

Cycle Time yaitu waktu yang dibutuhkan seorang operator untuk menyelesaikan 1 siklus pekerjaannya termasuk untuk melakukan kerja manual dan berjalan. Terkadang diartikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 unit produk, dalam hal ini ditentukan dari proses yang paling lama, apakah itu pekerjaan manusia atau mesin.

Pada setiap 1 unit produk memiliki komponen yang berbeda-beda. Pada line 4 produk celana Emba Attitude CP 62 ini memiliki 3 komponen yaitu:

1. Komponen Depan adalah bagian celana depan yang terdiri dari *zipper, button, risk, front body, coin-pocket/watch pocket* dll.
2. Komponen Belakang bagian celana belakang yang terdiri dari *back body, back pocket, back yoke* dll.
3. *Assembly* adalah proses penyusunan dan penyatuan bagian komponen depan dan belakang menjadi suatu produk yang mempunyai fungsi tertentu

2.2.2 Keseimbangan Lintasan

Keseimbangan lintasan adalah sebuah metode yang digunakan untuk merencanakan dan mengendalikan lintasan yang berkaitan dengan aspek-aspek waktu. Perbaikan proses produksi dapat dilakukan dengan menggunakan metode

Line Balancing. Menurut Stevenson (2015), *Line Balancing* merupakan proses untuk menempatkan tugas pada stasiun kerja sedemikian rupa sehingga stasiun kerja memiliki waktu proses yang kira-kira sama. Tujuan akhir pada *Line Balancing* adalah untuk memaksimalkan kecepatan di tiap stasiun kerja sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi di tiap stasiun (Yusri, 2020).

Menurut Ginting (2012:205) *Line Balancing* adalah serangkaian stasiun kerja (mesin dan peralatan) yang dipergunakan untuk pembuatan produk. *Line Balancing* (lintasan perakitan) biasanya terdiri dari sejumlah area kerja yang dinamakan stasiun kerja yang ditangani oleh seseorang atau lebih operator dan ada kemungkinan ditangani dengan menggunakan bermacam-macam alat.

Menurut Hamza dan Al-Manaa (2013) *Line Balancing* didefinisikan sebagai beberapa stasiun kerja di sepanjang lintasan perakitan yang digunakan untuk mentransfer produk diantara stasiun kerja. Waktu siklus untuk setiap stasiun kerja tergantung pada permintaan target produk.

Dengan demikian, masalah keseimbangan lintasan adalah bagaimana agar suatu pekerjaan dapat diselesaikan dengan beban kerja yang sama pada setiap stasiun kerja, sehingga menghasilkan *output* produk yang sama persatuan waktu.

1. Manfaat Penyeimbangan Lintasan

Adapun manfaat dari *Line Balancing* atau keseimbangan lini adalah (Sakiman et al., 2022):

- a. Meningkatkan efisiensi proses atau (*improve process efficiency*)
- b. Menghindari waktu proses stasiun yang menganggur (*reduce idle time*)
- c. Mengurangi waktu proses secara keseluruhan (*reduce total processing time*)
- d. Meningkatkan rasio pencapaian target produksi (*increase production rate*)
- e. Meningkatkan profit (*increase profit*)
- f. Mengurangi pemborosan dan biaya-biaya

2. Metode – Metode Keseimbangan Lintasan

Aliran produksi di dalam proses perakitan dan produksi pada umumnya di bagi menjadi beberapa kelompok elemen kerja di dalam stasiun–stasiun kerja yang berbeda. Tiap – tiap stasiun kerja mempunyai beban kerja dan waktu operator yang

berbeda pula, sehingga kelancaran dan kemungkinan mencapai target produksi yang telah di tetapkan bertambah kecil. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyeimbangkan lintasan perakitan produksi yaitu:

- a. Metode Analistis merupakan metode dengan pendekatan matematis yang akan memberikan solusi optimal tetapi memerlukan perhitungan yang besar dan rumit, misalnya dengan menggunakan *Linear Programming* dan *dynamic programming*.
- b. Metode Heuristik. Pada awalnya, metode–metode *Line Balancing* dikembangkan dengan pendekatan sistematis. Akan tetapi, metode ini tidak sistematis dan tidak ekonomis, sehingga metode-metode tersebut akan sulit untuk bisa menyelesaikan persoalan perakitan yang melibatkan operasi pengerjaan dalam jumlah besar.

Penyelesaian masalah keseimbangan lintasan dengan menggunakan metode heuristic ada dua macam, yaitu :

1. *Ranked Positional Weight* (RPW)

Metode RPW mengutamakan waktu elemen kerja yang terpanjang. Elemen kerja tersebut akan diprioritaskan terlebih dahulu untuk ditempatkan dalam stasiun kerja yang lain yang mewakili waktu element yang lebih rendah. Proses ini dilakukan dengan memberikan bobot (*rank*). Bobot ini diberikan setiap pada setiap elemen pekerjaan dengan memperhatikan *precedence diagram*. Dengan demikian, elemen pekerjaan yang memiliki ketergantungan terbesar akan memiliki bobot yang besar sehingga lebih diprioritaskan.

Berikut ini merupakan penjelasan langkah-langkah dalam metode *Ranked Positional Weight* (RPW):

- a. Buat *precedence diagram* untuk tiap proses.
- b. Hitung bobot posisi tiap operasi yang dihitung berdasarkan jumlah waktu operasi tersebut dan operasi-operasi yang mengikutinya.
- c. Urutkan operasi mulai dari bobot posisi terbesar sampai dengan posisi terkecil.
- d. Lakukan pembebanan operasi pada stasiun kerja mulai dari operasi dengan bobot posisi terbesar sampai dengan bobot posisi terkecil, dengan kriteria total waktu operasi lebih kecil dari waktu siklus.

- e. Hitung efisiensi rata-rata stasiun kerja yang terbentuk.
- f. Gunakan *trial and error* untuk mencari pembebanan yang akan menghasilkan efisiensi rata-rata lebih besar dari efisiensi rata-rata.
- g. Ulangi langkah “5” dan “6” sampai tidak ditemukan lagi stasiun kerja yang memiliki efisiensi rata-rata lebih tinggi.

Pada metode bobot posisi ini pemecahannya tidak memerlukan waktu yang sangat lama, bersifat praktis, sederhana dan tidak membutuhkan biaya yang banyak.

2. *Largest Candidate Rule (LCR)*

Metode ini adalah metode yang paling mudah di mengerti. Pemilihan elemen pekerjaan yang baik dikerjakan pada sebuah stasiun kerja yang didasarkan pada nilai waktu elemen kerjanya (T_e). Langkah – langkah penyelesaian dengan menggunakan metode *Largest Candidate Rate* adalah sebagai berikut:

- a. Membuat *precedence diagram*, yang merupakan gambaran dari urutan operasi serta ketergantungan atau peta operasi pada horizontal, tanda *inspeksi* dihilangkan dan atributnya dilepaskan kecuali atribut waktu dan tanda panah
- b. Menentukan waktu siklus, merupakan waktu yang dibutuhkan oleh lintasan produksi untuk menghasilkan satu unit produk. Waktu siklus harus sama dengan atau lebih besar dari waktu operasi terbesar
- c. Menentukan jumlah stasiun kerja, merupakan perkiraan kebutuhan stasiun kerja yang minimum. Jumlah stasiun kerja harus bilangan bulat dan tergantung pada waktu siklus stasiun kerja
- d. Urutkan stasiun kerja berdasarkan waktu baku dari terbesar ke terkecil
- e. Penggabungan stasiun kerja berdasarkan metode *Largest Candidate Rate (LCR)*
- f. Perhitungan indikator perfomansi lintasan produksi, indikator ini terdiri dari penghitungan efisiensi lintasan, *idle time*, dan *balance delay*.

3. *Precedence diagram*

Dalam suatu lintasan perakitan biasanya muncul dua kondisi, yaitu:

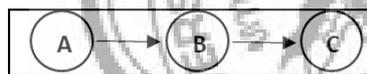
- a. Tidak adanya ketergantungan dari komponen-komponen dalam proses perakitan setiap komponen mempunyai keseimbangan untuk dilaksanakan pertama

kalinya, dalam arti komponen tersebut tidak ada hubungan ketergantungan aktivitas.

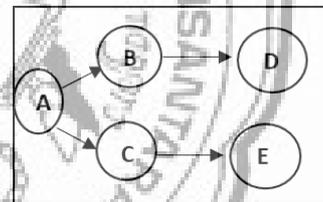
- b. Apabila komponen tersebut adalah hasil dari proses yang mendahului atau hasil perakitan dari komponen-komponen sebelumnya. Disini dinyatakan batasan *precedence* untuk pengerjaan komponen-komponen.

Precedence diagram adalah gambaran secara sistematis yang mempertimbangkan urutan-urutan suatu proses pengerjaan dari keseluruhan operasi pengerjaan tersebut dengan tujuan untuk memudahkan pengawasan, evakuasi, serta perencanaan aktivitas-aktivitas yang terkait didalamnya. Menurut biasanya, *precedence* untuk *p* ditandai dengan:

1. Simbol lingkaran/huruf di dalamnya untuk mempermudah identifikasi dari suatu proses operasi yang membedakan aktivitas yang satu dengan aktivitas yang lain.
2. Tanda panah menunjukkan ketergantungan dari urutan proses operasi. Dalam hal ini operasi yang berada pada pangkal panah berarti mendahului operasi kerja yang ada pada ujung anak panah.
3. Angka diatas symbol lingkaran adalah waktu standar (*Ws*) Yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap operasi. Sehingga dengan cara ini akan terlihat dua macam hubungan yaitu hubungan seri dan hubungan paralel.



Gambar 2. 1 hubungan seri
(berurutan)



Gambar 2. 2 hubungan parallel (saling
independen)

4. *Precedence Constraint* (Pembatas Pendahuluan)

Dalam menyelesaikan satu elemen pekerjaan seringkali terdapat urutan-urutan teknologi yang harus terpenuhi sebelumnya agar elemen tersebut dapat dijalankan. Ada beberapa tipe pembatas dalam kesimbangan lini adalah:

a. Pembatas teknologi (*technology restriction*)

Pembatas ini disebut juga *precedence constraints* dalam bahasa keseimbangan lintasan. Yang dimaksud dengan pembatas teknologi adalah proses pengerjaan yang sudah tertentu, misalnya suatu proses tidak mungkin dikerjakan bila proses sebelumnya belum dikerjakan, atau suatu proses harus dilakukan langsung segera setelah penyelesaian suatu proses tertentu. Urutan proses serta ketergantungan digambarkan dalam suatu diagram ketergantungan (*precedence diagram*) dan *operating process chart (OPIC)*.

b. Pembatas fasilitas (*facility restriction*)

Pembatas disini adalah akibat adanya fasilitas atau mesin yang tidak dapat dipindahkan (fasilitas tetap).

c. Pembatas posisi (*posisi restriction*)

Membatasi elemen-elemen kerja karena orientasi produk terhadap operator yang sudah tertentu.

d. *Zoning constraint*

Zoning constraint terdiri atas *Positive Zoning Constraint* dan *Negative Zoning Constraint*. *Positive Zoning Constraint* berarti bahwa elemen-elemen pekerjaan tertentu harus ditempatkan saling berdekatan dalam stasiun kerja yang sama. *Negative Zoning Constraint* menyatakan bahwa jika satu elemen pekerjaan dengan elemen pekerjaan lain saling berdekatan. Sebagai ilustrasi, suatu elemen pekerjaan membutuhkan koordinasi yang baik dan hati-hati sebaiknya tidak ditempatkan berdekatan dengan stasiun kerja yang menimbulkan kegaduhan dan getaran keras.

2.2.3 Pengukuran Kerja

Mengacu pada pendapat Wignjosoebroto (2003), pengukuran yang dimaksudkan disini adalah pengukuran waktu kerja (*time study*) adalah suatu aktivitas untuk menentukam waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator (yang memiliki keterampilan rata-rata dan terlatih baik) dalam melaksanakan sebuah kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja yang normal.

Pengukuran waktu kerja menggunakan jam henti di perkenalkan Frederick W. Taylor pada abad ke-19. Metode ini baik untuk diaplikasikan pada pekerjaan yang singkat dan berulang (*repetitive*). Dari hasil pengukuran akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan yang akan dipergunakan sebagai waktu standar penyelesaian suatu pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama. Untuk mendapatkan hasil yang baik dalam pengukuran waktu kerja ada langkah-langkah yang harus dilakukan dibawah ini adalah sebagian langkah yang perlu dilakukan (Sutalaksana, 2006).

1. Penetapan Tujuan Pengukuran

Dalam melakukan pengukuran waktu, hal-hal penting yang harus diketahui dan di tetapkan adalah untuk apa hasil pengukuran digunakan, berapa tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang diinginkan dari hasil pengukuran tersebut.

2. Melakukan Penelitian Pendahuluan

Tujuan utama dari aktivitas pengukuran kerja adalah waktu baku yang harus dicapai oleh seorang pekerja untuk menyelesaikan satu pekerjaan. Waktu baku yang ditetapkan untuk suatu pekerjaan tidak akan benar apabila metode untuk melaksanakan pekerjaan tersebut berubah, material yang dipergunakan sudah tidak lagi sesuai dengan spesifikasi semula, kecepatan kerja mesin atau proses produksi lainnya berubah pula, atau kondisi-kondisi kerja lainnya sudah berbeda dengan kondisi kerja pada saat waktu baku tersebut di tetapkan jadi waktu baku pada dasarnya adalah waktu penyelesaian pekerjaan untuk suatu sistem kerja yang dijalankan pada saat pengukuran berlangsung sehingga waktu penyelesaian tersebut juga hanya untuk sistem kerja tersebut.

3. Memilih operator

Operator yang melakukan pekerjaan harus memenuhi persyaratan tertentu agar pengukuran dapat berjalan baik. Syarat-syarat tersebut adalah berkemampuan normal dan dapat diajak bekerja sama. Operator yang dipilih adalah pekerja yang pada saat pengukuran dilakukan dapat bekerja secara wajar dan operator mampu bekerja sama dengan pengamat.

4. Melatih operator

Walaupun operator yang baik telah didapat, kadang-kadang masih diperlukan latihan bagi operator tersebut, terutama jika kondisi dan cara kerja yang

digunakan tidak sama dengan yang bias dijalankan operator. Hal ini terjadi jika pada saat penelitian kondisi kerja atau cara kerja sudah mengalami perubahan. Dalam keadaan ini operator harus dilatih terlebih dahulu karena sebelum diukur harus terbiasa dengan kondisi dan cara kerja yang telah ditetapkan.

5. Pengurangi Pekerjaan Atas Elemen Pekerjaan.

Disini pekerjaan dipecah menjadi elemen pekerjaan, yang merupakan gerakan bagian dari pekerjaan yang bersangkutan. Elemen-elemen inilah yang akan diukur waktu siklusnya. Waktu siklus adalah waktu penyelesaian satu satuan produksi sejak bahan baku mulai diproses di tempat kerja yang bersangkutan.

6. Menyiapkan Alat-Alat Pengukuran

Setelah lima langkah diatas dijalankan dengan baik, tibalah sekarang pada langkah terakhir sebelum melakukan pengukuran yaitu menyiapkan alat-alat yang diperlukan. Alat-alat tersebut adalah:

- a. Jam henti (*Stopwatch*)
- b. Lembaran-lembaran pengamatan
- c. Pena atau pensil
- d. Papan pengamatan

2.2.4 Uji Keseragaman Data

Selama melakukan pengukuran dipastikan kalau ada data yang tidak seragam muncul tanpa disadari, maka diperlukan alat untuk mendeteksi ketidakseragaman data yang disebut dengan peta kontrol (Sutalaksana, 2006). Data dapat dikatakan seragam apabila berasal dari system sebab yang sama dan berada diantara batas kontrol (Batas Kontrol Atas dan Batas Kontrol Bawah).

Uji keseragaman data secara visual dilakukan dengan melihat data yang ekstrim untuk kemudian dibuang dan tidak disertakan dalam perhitungan uji kecukupan data. Data ekstrim adalah data yang terlalu besar atau terlalu kecil dan menyimpang atau keluar dari peta kontrol.

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam uji keseragaman data, yaitu;

1. Menghitung rata-rata atau Waktu Siklus (Ws)

$$\bar{X} = \sum \frac{Xi}{n} \dots\dots\dots (Pers. 2.1)$$

Keterangan:

\bar{X} = Waktu rata-rata

Xi = Data ke-i = 1,2,3,...dst

n = Banyaknya data/pengamatan

2. Menghitung standar deviasi

$$\sigma \bar{X} = \sqrt{\frac{\sum(Xi - \bar{X})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (Pers. 2.2)$$

Keterangan:

σx = Standar deviasi

N = Banyaknya data/pengamatan

\bar{X} = Rata-rata data waktu standar

3. Menghitung Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + 3 \sigma \bar{X} \dots\dots\dots (Pers. 2.3)$$

$$BKB = \bar{X} - 3 \sigma \bar{X} \dots\dots\dots (Pers. 2.4)$$

Keterangan:

\bar{X} = Rata-rata

$\sigma \bar{X}$ = Standar Deviasi

2.2.5 Uji Kecukupan Data

Dalam proses pengukuran waktu kerja, diperlukan kegiatan pengujian terhadap data yang dikumpulkan. Kegiatan pengujian tersebut dimulai dari analisis atas jumlah data yang seharusnya dikumpulkan sampai dengan analisis atas konsistensi kerja operator. Pengujian data yang pertama adalah uji kecukupan data. Namun pengukuran dalam jumlah yang terhingga sulit dilakukan mengingat keterbatasan – keterbatasan yang ada, baik segi tenaga, biaya, waktu, dan sebagainya. Sebaliknya pengumpulan data dalam jumlah yang sekadarnya juga kurang baik karena tidak dapat mewakili keadaan yang sebenarnya.

Menurut (Sutalaksana, 2006), Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diambil dari lapangan penelitian telah mencukupi

untuk digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada. Berikut ini merupakan cara menentukan kecukupan data:

$$N = \left[\frac{k/s \sqrt{N(\sum xi^2) - (\sum xi)^2}}{\sum x} \right]^2 \dots\dots\dots \text{(Pers 2.5)}$$

Keterangan:

N = Jumlah pengamatan yang dilakukan

N' = Jumlah pengamatan yang diperlukan

s = derajat ketelitian

k = Harga Indeks besarnya tergantung dari tingkat kepercayaan yang diambil, yaitu:

Tingkat kepercayaan 68% harga k = 1

Tingkat kepercayaan 95% harga k = 2

Tingkat kepercayaan 99% harga k = 3

2.2.6 Penyesuaian Waktu Dengan *Performance Rating* Kerja

Untuk menormalisasi waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan, maka hal yang harus dilakukan adalah dengan mengadakan penyesuaian yaitu dengan cara mengalikan waktu pengamatan rata-rata dengan faktor penyesuaian atau rating "P". Dari faktor ini adalah sebagai berikut :

1. P < 1, Apabila operator bekerja terlalu lambat yaitu bekerja dengan kecepatan dibawah kewajaran (normal).
2. P = 1, Untuk kondisi kerja dimana operasi secara penuh dilaksanakan oleh mesin (operating atau machine time) maka waktu yang diukur dianggap waktu normal.
3. P > 1, Apabila operator dinyatakan terlalu cepat yaitu bekerja diatas batas kewajaran (normal).

Metode *Westinghouse* mempertimbangkan 4 faktor dalam mengevaluasi kinerja (*performance*) operator yaitu keterampilan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi (*condition*), konsistensi (*consistency*). Keterampilan atau *skill* didefinisikan sebagai kecakapan dalam mengerjakan metode yang diberikan dan lebih lanjut berhubungan dengan pengalaman, ditunjukkan dengan koordinasi yang baik antara pikiran dan tangan (Sutalaksana, 2006).

Berikut ini penjelasan mengenai 4 faktor penilaian kerja menurut *Westinghouse*:

1. Keterampilan sebagai kemampuan mengikuti cara kerja yang telah ditetapkan.

2. Usaha adalah kesungguhan yang ditunjukkan oleh operator ketika melakukan pekerjaannya.
3. Kondisi adalah kondisi fisik lingkungannya seperti keadaan pencahayaan, temperature, dan kebisingan ruangan.
4. Konsistensi adalah tingkat kesamaan waktu penyelesaian yang ditunjukkan pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya.

Dari keempat faktor di atas dibagi kedalam 6 kelas yaitu, *Perfect*, *Excellent*, *Good*, *Average*, *Fair* dan *Poor*. Tabel 2.1 merupakan tabel penyesuaian menurut *Westinghouse*:

Tabel 2. 2 Nilai Penyesuaian menurut *Westinghouse*

<i>SKILL</i>			<i>EFFORT</i>		
Superskill	A1	+0,15	Superskill	A1	+0,13
	A2	+0,13		A2	+0,12
Excellent	B1	+0,11	Excellent	B1	+0,10
	B2	+0,08		B2	+0,08
Good	C1	+0,06	Good	C1	+0,05
	C2	+0,03		C2	+0,02
Average	D	0,00	Average	D	0,00
Fair	E1	-0,05	Fair	E1	-0,04
	E2	-0,10		E2	-0,08
Poor	F1	-0,16	Poor	F1	-0,12
	F2	-0,22		F2	-0,17
<i>CONDITION</i>			<i>CONSISTENCY</i>		
Ideal	A	+0,06	Ideal	A	+0,04
Excellent	B	+0,04	Excellent	B	+0,03
Good	C	+0,02	Good	C	+0,01
Average	D	0,00	Average	D	0,00
Fair	E	-0,03	Fair	E	-0,02
Poor	F	-0,07	Poor	F	-0,04

2.2.7 Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

Menurut (Sutalaksana, 2006) kelonggaran diberikan untuk tiga hal yaitu untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa *fatigue*, dan hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Pemberian kelonggaran ini dimaksudkan untuk memberi kesempatan kepada operator untuk melakukan hal-hal yang harus dilakukannya,

sehingga waktu baku yang diperoleh dapat dikatakan data waktu kerja yang lengkap dan mewakili sistem kerja yang diamati. Kelonggaran yang diberikan antara lain:

1. Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi (*Personal Allowance*).

Yang termasuk kedalam kebutuhan pribadi di sini adalah hal-hal yang berkaitan dengan kebutuhan operator itu sendiri seperti minum, ke toilet, bercakap-cakap sekedar untuk menghilangkan ketegangan dalam bekerja.

2. Kelonggaran untuk menghilangkan rasa lelah (*Fatigue Allowance*).

Rasa *fatigue* tercermin dari menurunnya tingkat produktivitas dan tingkat kualitas produk yang dihasilkan dari pekerja itu sendiri.

3. Kelonggaran yang tidak dapat dihindarkan (*Delay Allowance*).

Dalam melaksanakan pekerjaannya, pekerja tidak akan lepas dari berbagai hambatan. Ada hambatan yang dapat dihindarkan seperti mengobrol dengan sengaja. Bagi hambatan pertama jelas tidak ada pilihan selain menghilangkannya, sedangkan untuk hambatan yang tidak dapat dihindarkan harus diusahakan serendah mungkin, hambatan akan tetap ada dan karena itu harus tetap diperhitungkan dalam melakukan perhitungan waktu standar.

2.2.8 Pengukuran Waktu Normal

Waktu normal adalah waktu yang diperlukan oleh operator untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dalam kondisi wajar dan kemampuan rata-rata.

Rumus perhitungan waktu normal adalah sebagai berikut:

$$\text{Waktu Normal (Wn)} = W_s \times P \dots\dots\dots \text{(Pers 2.6)}$$

Keterangan:

P = Faktor penyesuaian

2.2.9 Pengukuran Waktu Baku

Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dijalankan dalam sistem kerja terbaik. Waktu Standar diperoleh dengan perkalian antara waktu normal dengan persentase kelonggaran. Rumus perhitungan waktu standar yaitu:

$$\text{Waktu Baku (Wb)} = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \text{Allowance}} \dots\dots\dots \text{(Pers 2.7)}$$

Keterangan:

- Wb = Waktu baku
 Wn = Waktu normal
 All% = factor kelonggaran

2.2.10 Perhitungan Kapasitas Mesin/Stasiun Kerja

Dalam pembuatan satu unit produk diperlukan juga data-data lain dalam rangka perhitungan kapasitas mesin, yaitu :

1. Jumlah mesin yang dipunyai dari setiap mesin yang ada (Mi)
2. Jumlah jam kerja efektif setiap hari kerja (E)

Secara otomatis, kapasitas suatu mesin/ stasiun kerja per harinya dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$K_i = \frac{M_i}{W_b} \times E \dots\dots\dots \text{(Pers. 2.8)}$$

Keterangan:

- Ki = Kapasitas produksi
 Mi = Jumlah mesin yang dipunyai dari setiap mesin yang ada
 Wb = Waktu baku dari stasiun kerja/mesin yang ada
 E = Jumlah jam kerja efektif setiap hari kerja

Dari perhitungan kapasitas mesin dapat dilihat berapa sebenarnya kapasitas produksi yang dihasilkan tiap harinya dan dimana letak *botlle neck* yaitu mesin/stasiun kerja yang mempunyai kapasitas terkecil. Dengan demikian letak *bottleneck* akan terjadi pada mesin-mesin atau stasiun kerja tersebut.

Tujuan *Line Balancing* dapat tercapai apabila (Baroto, 2002):

1. Lintasan produksi bersifat seimbang, dimana stasiun kerja - stasiun kerja mendapat tugas yang sama nilainya yang diukur dengan waktu.
2. Stasiun kerja-stasiun kerja berjumlah minimum.
3. Jumlah waktu mengganggu disetiap stasiun kerja sepanjang lintasan produksi minimum.

Dengan demikian kriteria yang umum digunakan dalam suatu keseimbangan lintasan produksi adalah :

1. Minimasi waktu mengganggu (*idle time*)

2. Minimasi keseimbangan waktu senggang (*balance delay*)
3. Maksimasi efisiensi (*line efficiency*)

Secara matematis ketiga kriteria diatas dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$1. \text{ Stasiun Kerja Minimum} = \frac{\sum Wb}{Wb \text{ Max}} \dots\dots\dots (\text{Pers. 2.9})$$

$$2. \text{ Idle Time} = Wb \text{ Max} - Wbi \dots\dots\dots (\text{Pers. 2.10})$$

$$3. \text{ Efficiency Work Station} = \frac{Wbi}{Wb \text{ Max}} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Pers.2.11})$$

$$4. \text{ Line Efficiency} = \frac{\sum Wb}{(n) \times (Wb \text{ Max})} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Pers.2.12})$$

$$5. \text{ Balance Delay} = 100\% - \text{Line Efficiency} \dots\dots\dots (\text{Pers. 2.13})$$

Keterangan :

n = Jumlah stasiun kerja

Wb Max = Waktu stasiun kerja terbesar

Wbi = Waktu pada setiap stasiun kerja

i = 1,2,3n

