

BAB II

KAJIAN LITERATUR

Bab ini menjelaskan tentang kajian literatur yang digunakan sebagai dasar perumusan teori dalam penelitian yang akan dilakukan. Kajian yang digunakan terdiri dari penelitian terdahulu dan landasan teori. Penelitian terdahulu adalah kajian yang bersumber dari jurnal, artikel, dan majalah yang terbit secara berkala. Tujuan dilakukannya kajian penelitian terdahulu adalah untuk memberikan informasi mengenai penelitian terdahulu yang dilakukan oleh para peneliti. Sedangkan landasan teori memuat informasi tentang dasar teori yang bersifat umum untuk mendukung penelitian yang akan dilakukan.

2.1 Penelitian Terdahulu

Kajian penelitian terdahulu dilakukan guna untuk mengkaji penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, serta untuk menghindari plagiasi dalam penelitian. Pada penelitian ini, literatur yang digunakan sebagai sumber informasi kajian induktif berupa hasil penelitian yang berkaitan dengan perbaikan sistem produksi melalui minimasi *work in process* dan fleksibilitas pekerja dengan metode *Shojinka*.

Penelitian tentang minimasi penumpukan *work in process* dilakukan oleh Riyanto (2016) dengan judul penelitian Simulasi Model Sistem Kerja pada Departemen *Injection* untuk Meminimasi Waktu Work-In-Process. Penelitian tersebut

bertujuan untuk mengevaluasi sistem kerja pada divisi *injection* dan melakukan perbaikan melalui model simulasi. Hasil penelitian berupa penurunan aktivitas teknisi sebesar 5,56% dan penurunan waktu proses sebesar 8,33%.

Penelitian lain tentang minimasi *work in process* dilakukan oleh Anggraita P., et al. (2015) dengan judul penelitian Usulan Perbaikan Sistem Kanban untuk Mengurangi Penumpukan *Work in Process* dan *Lead Time* Produksi pada Lantai Produksi Bagian *Medium Prismatic Machines* di PT. Dirgantara Indonesia. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk merancang usulan perbaikan sistem kanban guna meminimasi jumlah *work in process* dan waktu *lead time* produksi. Dari penelitian tersebut, dihasilkan penurunan WIP pada mesin HAAS sebesar 50% dan penurunan WIP pada mesin Deckel Maho sebesar 67%.

Penelitian dengan judul pendekatan *Shojinka* dalam meminimasi total *work in process* pada produksi *springbed* dilakukan oleh Rendragraha, et al. (2015). Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk meminimasi penumpukan material dalam proses produksi (*work in process*) yang disebabkan oleh ketidakseimbangan aliran material pada masing-masing stasiun kerja. Metode *Shojinka* digunakan dalam pengaturan fleksibilitas tenaga kerja, didukung dengan *gang process chart* sebagai *tools* yang digunakan untuk identifikasi pembagian elemen kerja. Penelitian tersebut menghasilkan penurunan *work in process* (WIP) pada masing-masing target produksi.

Penelitian lain tentang fleksibilitas produksi dilakukan oleh Wang, et al. (2017) dengan judul *effective layout designs for the Shojinka control problem for a TFT-LCD module assembly line*. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mencapai desain tata letak mesin yang efektif sehingga diperoleh jumlah tenaga kerja yang optimal sesuai perubahan permintaan. Metode *Shojinka* digunakan untuk mengembangkan desain tata letak mesin, *integer programming* digunakan dalam perhitungan jumlah tenaga kerja optimal, serta penggunaan metode *Taguchi's signal-to-noise* (SN) *rations* untuk mengukur elastisitas rancangan desain saat terjadi

perubahan permintaan. Dari penelitian tersebut dihasilkan penurunan jumlah tenaga kerja dan waktu menganggur sebesar 15,02% dan 12,48%.

Penelitian lain dilakukan oleh Rahman, et al. (2012) tentang perencanaan kebutuhan tenaga kerja dengan teknik *Shojinka* di sistem *make to order* kendala penyisipan *job* dalam *on-going schedule*. Metode yang digunakan adalah pendekatan algoritma dan teknik *shojinka*. Hasil penelitian berupa algoritma penyisipan *job* pada sistem yang sedang bekerja sebagai dasar perancangan penjadwalan guna memenuhi permintaan yang datang.

Adapun penelitian tentang optimasi *layout* produksi menggunakan metode *systematic layout planning* (SLP) dilakukan oleh Ojaghi, et al.(2015) dengan judul *production layout optimization for small and medium scale food industry*. Penelitian dilakukan pada perusahaan produsen makanan yang berlokasi di Bayan Lepas, Penang. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk menghasilkan *layout* yang berkelanjutan untuk meminimasi jarak perpindahan, perpindahan material, dan penurunan nilai produk. Perancangan *layout* produksi menggunakan metode *systematic layout planning* (SLP) dan *graph based theory* (GBT). Pengukuran efektivitas rancangan *layout* dilakukan menggunakan indikator *efficiency rate* (ER). *Layout* dengan nilai ER tertinggi akan dipilih untuk kemudian dilakukan optimasi menggunakan *pairwise exchange method* (PEM). Hasil yang dicapai adalah peningkatan nilai *efficiency rate* (ER) dari 90,43% menjadi 94,78%.

Tabel 2.1 Kajian Induktif

No.	Penulis	Judul	Tujuan	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Riyanto, O. A. W. (2016)	Simulasi Model Sistem Kerja pada Departemen <i>Injection</i> untuk Meminimasi Waktu Work-In-Process	untuk mengevaluasi sistem kerja pada divisi <i>injection</i> dan melakukan perbaikan melalui model simulasi	Pemodelan dan Simulasi	Penurunan aktivitas teknisi sebesar 5,56% dan penurunan waktu proses sebesar 8,33%
2.	Anggraita P., W., Juliani, W. & Suryadhini, P. P. (2015)	Usulan Perbaikan Sistem Kanban untuk Mengurangi Penumpukan <i>Work in Process</i> dan <i>Lead Time</i> Produksi pada Lantai Produksi Bagian <i>Medium Prismatic Machines</i> di PT. Dirgantara Indonesia	untuk merancang usulan perbaikan sistem kanban guna meminimasi jumlah <i>work in process</i> dan waktu <i>lead time</i> produksi.	Metode Kanban	Penurunan WIP pada mesin HAAS sebesar 50% dan penurunan WIP pada mesin Deckel Maho sebesar 67%.
3.	Rendragraha, D., Tama, I. P.	Pendekatan <i>Shojinka</i> dalam meminimasi total	Untuk meminimasi penumpukan material dalam	Metode <i>Shojinka</i> digunakan	Penurunan <i>work in process</i> (WIP) pada

No.	Penulis	Judul	Tujuan	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
	& Tantrika, C. F. M. (2015)	<i>work in process</i> pada produksi <i>springbed</i> (Studi Kasus: PT. Malindo Intitama Raya)	proses produksi (<i>work in process</i>) yang disebabkan oleh ketidakseimbangan aliran material pada masing-masing stasiun kerja	pengaturan fleksibilitas tenaga kerja, didukung dengan <i>gang process chart</i> sebagai <i>tools</i> yang digunakan untuk identifikasi pembagian elemen kerja	masing-masing target produksi
4.	Wang, P. S., Yang, T. & Chang, M. C. (2017)	<i>Effective layout designs for the Shojinka control problem for a TFT-LCD module assembly line</i>	Untuk mencapai desain tata letak mesin yang efektif sehingga diperoleh jumlah tenaga kerja yang optimal sesuai perubahan permintaan	Metode <i>Shojinka</i> digunakan untuk mengembangkan desain tata letak mesin, <i>integer programming</i> digunakan dalam perhitungan jumlah tenaga kerja optimal, serta penggunaan metode <i>Taguchi's signal-to-noise (SN) rations</i> untuk	Penurunan jumlah tenaga kerja dan waktu menganggur sebesar 15,02% dan 12,48%

No.	Penulis	Judul	Tujuan	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				mengukur elastisitas rancangan desain saat terjadi perubahan permintaan.	
5.	Rahman, A., Santoso, P. B. & Prasetyo, I. H. (2012)	Perencanaan kebutuhan tenaga kerja dengan teknik <i>Shojinka</i> di sistem <i>make to order</i> kendala penyesipan <i>job</i> dalam <i>on-going schedule</i> .	Untuk mengembangkan algoritma teknik <i>shojinka</i> , menyusun jadwal produksi dengan penyesipan pesanan, serta mengestimasi kebutuhan tenaga kerja sesuai waktu proses jadwal produksi	Pendekatan algoritma dan teknik <i>shojinka</i>	algoritma penyesipan <i>job</i> pada sistem yang sedang bekerja sebagai dasar perancangan penjadwalan guna memenuhi permintaan yang datang
6.	Ojaghi, Y. et al. (2015)	<i>Production layout optimization for small and medium scale food industry</i>	Untuk menghasilkan <i>layout</i> yang berkelanjutan untuk meminimasi jarak perpindahan, perpindahan material, dan penurunan nilai produk	Perancangan layout produksi menggunakan metode <i>systematic layout planning</i> (SLP) dan <i>graph based theory</i> (GBT). Pengukuran efektivitas	Peningkatan nilai <i>efficiency rate</i> (ER) dari 90,43% menjadi 94,78%

No.	Penulis	Judul	Tujuan	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				<p>rancangan <i>layout</i> dilakukan menggunakan indikator <i>efficiency rate</i> (ER). <i>Layout</i> dengan nilai ER tertinggi akan dipilih untuk kemudian dilakukan optimasi menggunakan <i>pairwise</i> <i>exchange method</i> (PEM)</p>	

2.2 Landasan Teori

Guna memberikan landasan yang kuat untuk menganalisis permasalahan di dalam penelitian, maka diperlukan analisis landasan yang memuat telaah teori-teori terkait dengan permasalahan yang diteliti. Teori-teori yang dikemukakan para ahli menjadi pertimbangan sekaligus sebagai acuan dalam pemecahan masalah. Pada penelitian ini, literatur yang digunakan sebagai sumber informasi landasan teori berupa buku, pendapat ahli, serta literatur lainnya.

2.2.1. Sistem Produksi Toyota

Sistem produksi Toyota adalah sistem yang dikembangkan oleh Toyota Motor Corporation yang bertujuan untuk meminimasi pemborosan yang tersembunyi pada perusahaan melalui aktivitas perbaikan (Monden, 1995). Tujuan utama gagasan sistem produksi Toyota adalah :

1. Peningkatan keuntungan melalui pengurangan biaya
Pengurangan biaya dan peningkatan produktivitas dicapai dengan menghilangkan berbagai pemborosan berupa persediaan ataupun sumber daya yang terlalu banyak.
2. Minimasi produksi berlebihan
Pemborosan berupa produksi berlebih dapat berdampak pada peningkatan biaya administratif, biaya bahan langsung, biaya tenaga kerja baik langsung maupun tidak langsung, serta biaya umum seperti penyusutan, dan sebagainya.
3. Pengendalian jumlah , jaminan mutu, dan menghormati kemanusiaan
Di samping, biaya, tujuan lain yang perlu diperhatikan diantaranya :
 - a. Pengendalian jumlah, yaitu penyesuaian diri terhadap fluktuasi baik jumlah permintaan maupun jenisnya.

- b. Jaminan mutu, yaitu memastikan bahwa setiap proses hanya memasok *item* dengan kualitas yang sesuai untuk diproses pada tahap selanjutnya.
- c. Menghormati kemanusiaan, merupakan budaya yang harus diterapkan dalam manajemen sumber daya manusia.

4. *Just-in-time* dan Autonomasi

Just-in-time merupakan konsep yang bertujuan untuk menghasilkan unit sesuai jumlah yang diperlukan pada waktu tertentu. Sedangkan autonomasi adalah pengendalian cacat secara otonom untuk mendukung terlaksananya *just-in-time* (JIT).

5. Tenaga kerja fleksibel, keaslian, dan kepintaran

Tenaga kerja fleksibel atau disebut *Shojinka* merupakan penyesuaian jumlah tenaga kerja seiring dengan perubahan permintaan. Adapun pemikiran kreatif atau gagasan inovatif (*Soikufu*) berarti pemikiran terbuka yang memperhatikan saran dan masukan dari para pekerja.

6. Produksi JIT

Sistem produksi *just-in-time* (JIT) adalah usaha penyeimbangan proses produksi dari proses terdahulu sehingga dapat mencapai lini produk dengan jumlah yang sesuai pada waktu yang diperlukan. Metode yang digunakan adalah sistem tarik, dimana pada proses terdahulu dihasilkan unit dengan jumlah secukupnya untuk menggantikan unit yang telah diambil

2.2.2. Konsep Shojinka

Shojinka merupakan teknik dalam sistem produksi Toyota yang berarti memenuhi permintaan dengan fleksibel, yaitu mencapai fleksibilitas (menambah atau mengurangi jumlah pekerja) dengan menyesuaikan terhadap perubahan permintaan (Monden, 1995). Faktor prasyarat untuk mencapai konsep Shojinka meliputi rancangan tata ruang

mesin yang tepat, pekerja serbaguna dengan keterampilan ganda, dan perubahan operasi secara berkala dan penilaian secara terus menerus.

1. Rancangan tata ruang mesin yang tepat.

Tata ruang yang tepat untuk mencapai Shojinka adalah lini produksi berbentuk U. Secara umum, konsep tata ruang putaran U adalah lini produksi dengan pintu masuk dan pintu keluar produk yang terletak pada posisi yang sama. Tata ruang tersebut bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas pekerja dalam menyesuaikan diri terhadap perubahan permintaan.

2. Pekerja serbaguna yang terlatih dan memiliki fungsi ganda.

Pekerja fungsi ganda di Toyota dibina melalui sistem rotasi pekerjaan, yaitu setiap pekerja secara bergiliran melakukan pekerjaan pada stasiun-stasiun kerja yang terdapat pada sistem produksi sehingga menjadi pekerja yang memiliki keterampilan ganda.

3. Perubahan operasi secara berkala dan penilaian secara terus menerus.

Perubahan operasi secara berkala dilakukan setelah pekerja umum terlatih menjadi pekerja fungsi ganda. Perhitungan waktu baku dan waktu siklus menunjukkan waktu menganggur yang dimiliki pekerja. Waktu menganggur tersebut digunakan untuk melakukan pekerjaan lain sesuai dengan rancangan desain realokasi pekerja.

2.2.3. Tata Letak Fasilitas

Fasilitas merupakan suatu yang diinvestasikan dan ditujukan untuk melaksanakan suatu aktivitas. Secara umum, perencanaan tata letak fasilitas bertujuan untuk mempermudah jalannya aktivitas, minimasi pemindahan material, fleksibilitas, memelihara perputaran barang setengah jadi, minimasi penggunaan ruang bangunan, serta memberikan kemudahan, keselamatan, dan kenyamanan bagi pekerja dalam

melakukan aktivitas kerjanya (Purnomo, 2004). Guna mencapai tujuan perencanaan tata letak fasilitas, beberapa kriteria yang perlu dipertimbangkan antara lain :

1. Jarak antar fasilitas minimal, sehingga dapat menghemat tenaga, waktu, serta biaya pemindahan material.
2. Aliran material berjalan dengan baik dan tidak mengganggu proses lain yang sedang berjalan.
3. Penggunaan ruang bangunan yang efektif dengan menyediakan jarak antar mesin yang tidak terlalu lebar maupun terlalu sempit.
4. Tata ruang yang fleksibel sehingga mudah untuk menyesuaikan apabila terjadi perubahan mengikuti perkembangan jenis produk, jumlah, kualitas, tenaga kerja, dan sebagainya.

Menurut Heragu (1997), tipe tata letak fasilitas berdasarkan sistem aliran material terbagi menjadi lima, diantaranya :

1. *Product Layout*

Disebut juga *flowline layout*, *production line layout*, *assembly line layout*, dan *layout by product*. Pada tata letak tipe *product layout*, penyusunan mesin dan stasiun kerja ditetapkan berdasarkan urutan proses produksi. Pada umumnya tipe ini diterapkan pada perusahaan manufaktur dengan jenis produk tunggal atau beberapa jenis produk dengan kuantitas produksi tinggi. Keuntungan dari tipe tata letak ini adalah dapat meminimasi waktu pemindahan material, waktu proses, serta kemudahan dalam perencanaan dan pengawasan. Adapun kelemahan dari *product layout* adalah minimnya fleksibilitas dalam proses produksi.

2. *Process Layout*

Process layout disebut juga dengan *layout by process* atau *job-shop layout*. Tipe *layout* ini diterapkan pada perusahaan manufaktur dengan produk dan jenis pekerjaan bervariasi, serta kuantitas produksi rendah. Pada *process layout*, penyusunan mesin produksi dikelompokkan ke dalam satu departemen sesuai jenis

mesin atau peralatan yang digunakan. Keunggulan dari tipe ini adalah mendukung untuk dilakukan fleksibilitas kerja serta memberikan peluang bagi pekerja untuk menjadi *expert* dibidangnya. Adapun kelemahan dari tata letak tipe *process layout* dapat meningkatkan biaya pemindahan material serta kompleksitas dalam perencanaan dan pengawasan.

3. *Fixed Position Layout*

Pada *fixed position layout*, produk tidak berpindah dari satu tempat ke tempat lain, melainkan menempati posisi tetap. Adapun proses produksi dan penggunaan mesin menyesuaikan terhadap produk tersebut. Pada umumnya, tata letak tipe ini digunakan pada produk berukuran besar dan sulit untuk dipindah-tempatkan. Keunggulan dari tipe tata letak ini adalah minimasi biaya produksi serta minimasi kerusakan pada produk. Adapun kelemahan dari *layout* tipe ini adalah adanya biaya pemindahan pemindahan mesin serta minimnya utilisasi mesin dan peralatan.

4. *Group Technology-Based Layout*

Pada tipe *layout* ini dilakukan pembagian sistem produksi menjadi beberapa sub-sistem, dimana pada sistem tersebut terdapat proses produksi untuk menghasilkan berbagai jenis *part* produk.

5. *Hybird Layout*

Pada tipe *layout* ini, perusahaan tidak hanya mengadopsi satu tipe tata letak, melainkan mengkombinasikan beberapa tipe tata letak seperti *product layout*, *fixed position layout*, dan sebagainya, sesuai dengan kebutuhan produksi.

Klasifikasi tata letak fasilitas berdasarkan pola aliran material terbagi menjadi 5 tipe (Yuliant, et al., 2014), yaitu :

1. *Straight Line*

Merupakan tata letak fasilitas dengan pola aliran berbentuk garis lurus. Pola aliran tipe ini pada umumnya diterapkan pada proses produksi yang berlangsung singkat dan relatif sederhana dengan beberapa komponen produk.

2. *Serpentine (S-Shaped)*

Merupakan tata letak fasilitas produksi dengan pola aliran berbentuk *zig-zag*. Pada umumnya diterapkan pada proses produksi yang cukup panjang. Dengan demikian aliran bahan akan dibelokkan sehingga dapat meminimasi penggunaan ruang produksi.

3. *U-Shape*

Pada tipe *layout* ini, proses awal dan dan akhir produksi berada pada lokasi yang sama. Pola tersebut dapat mempermudah penggunaan transportasi serta mempermudah pengawasan pemasukan dan pengeluaran material produksi. Menurut (Vilda, et al., 2017), tata letak produksi tipe U dapat menjadi solusi dalam eliminasi *waste* pada sistem produksi serta meningkatkan utilisasi pekerja. Di samping itu, pada sistem manufaktur dibutuhkan adanya koordinasi yang baik antara pekerjaan, peralatan, dan tenaga kerja, melalui informasi, waktu, serta tempat yang terkoneksi dengan tepat. Keunggulan lain dari tata letak tipe U adalah mendukung fleksibilitas pekerja sehingga dapat beradaptasi dengan waktu proses yang disediakan perusahaan sesuai dengan permintaan pelanggan.

4. *Circular*

Merupakan tipe tata letak fasilitas produksi dengan pola berbentuk lingkaran. Pada tipe ini, titik awal dan akhir produksi ditempatkan pada posisi yang sama.

5. *Odd-Angle*

Merupakan pola aliran dengan lintasan yang relative pendek dan diterapkan pada area produksi yang kecil.

2.2.4. Systematic Layout Planning (SLP)

Systematic Layout Planning (SLP) merupakan metode perencanaan desain fasilitas yang telah dikembangkan sejak tahun 1960 hingga saat ini (Heragu, 1997). Pada metode SLP terdapat 4 fase yaitu :

1. Penentuan lokasi dimana fasilitas akan ditempatkan

Fase ini meliputi identifikasi lokasi fasilitas, baik di dalam bangunan di luar bangunan, pada bangunan baru, maupun pada bangunan pabrik yang telah ada sebelumnya.

2. Menetapkan desain tata letak secara umum dan menyeluruh

Fase ini meliputi pemetaan aliran material antar fasilitas, memeriksa batasan-batasan dan persyaratan yang ditetapkan, menetapkan luas area yang dibutuhkan masing-masing fasilitas, menyeimbangkan luas area yang dibutuhkan dengan luas ruang produksi yang tersedia, memasukkan batasan-batasan berupa biaya, dan lain-lain, mengembangkan alternatif-alternatif *layout* yang memungkinkan.

3. Menetapkan rencana desain tata letak secara rinci

Pada fase ini berkaitan dengan tata letak mesin dan peralatan pendukung lain yang terdapat pada masing-masing departemen.

4. Pemasangan dan pemilihan *layout*

Layout yang dipilih merupakan *layout* yang diterima oleh seluruh pihak baik pekerja, supervisor, maupun manajer. Selain itu, desain tata letak fasilitas juga memungkinkan untuk diterapkan baik dari aspek perpindahan, perbaikan mesin, waktu, dan biaya.

Data masukan yang dibutuhkan dalam pendekatan SLP terbagi menjadi 5 kategori, yaitu *product*, *quantity*, *routing*, *service*, dan *timing*. *Product* merupakan jenis

barang yang diproduksi. *Quantity* menunjukkan jumlah masing-masing *part* yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk. *Routing* merupakan aliran operasi dalam proses produksi. *Service* meliputi pelayanan pendukung seperti stasiun inspeksi, dan lain-lain. Sedangkan *timing* menjelaskan waktu produksi suatu *part* serta mesin-mesin yang digunakan pada waktu tertentu.

Pada perancangan tata letak fasilitas dengan metode SLP, hubungan antar fasilitas dapat diukur menggunakan *activity relationship chart* atau ARC (Dharmayanti, et al., 2016). Derajat kedekatan antar fasilitas ditetapkan dengan notasi berikut :

- A : *absolutely necessary* (mutlak perlu didekatkan)
- E : *especially important* (sangat penting didekatkan)
- I : *important* (penting didekatkan)
- O : *ordinary* (kedekatan biasa)
- U : *unimportant* (tidak perlu didekatkan)
- X : *undesirable* (tidak diharapkan berdekatan)

2.2.5. Rectilinear Distance

Rectilinear distance merupakan metode pengukuran jarak yang banyak digunakan karena memiliki perhitungan yang mudah, mudah dimengerti, serta sesuai untuk diterapkan pada berbagai masalah praktis (Yuliant, et al., 2014). Perhitungan jarak antar mesin menggunakan metode *rectilinear distance* dijelaskan pada persamaan 1.1.

$$d_{ij} = |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j| \quad (2.1)$$

Keterangan : d_{ij} = Jarak mesin i dan j
 (X_i, Y_i) = Koordinat mesin i
 (X_j, Y_j) = Koordinat mesin j

2.2.6. Momen Perpindahan

Momen perpindahan merupakan indikator yang digunakan dalam mengevaluasi rancangan *layout* produksi. Perhitungan momen perpindahan dijelaskan pada persamaan 2.2 (Anwar, et al., 2015).

$$M_o = F \times d \quad (2.2)$$

Keterangan : M_o = Momen perpindahan
 F = Frekuensi perpindahan
 d = Jarak antar fasilitas

2.2.7. Pengukuran Kerja Langsung

Pengukuran waktu kerja merupakan metode untuk menetapkan waktu yang dikontribusikan oleh pekerja terhadap output yang dihasilkan. Hal ini berkaitan dengan penetapan waktu baku yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan (Wignjosoebroto, 2008). Adapun waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja dengan tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Langkah-langkah pengukuran kerja langsung adalah sebagai berikut :

1. Persiapan, meliputi :
 - a. Pemilihan dan pendefinisian pekerjaan yang akan diukur dan ditetapkan waktu standarnya.
 - b. Menginformasikan maksud dan tujuan pengukuran kerja kepada supervisor atau pekerja.
 - c. Memilih operator dan mencatat semua data yang berkaitan dengan sistem operasi kerja yang akan diukur.

2. *Breakdown* elemen-elemen kerja, yaitu membagi siklus kerja yang ada menjadi elemen-elemen kegiatan.
3. Pengamatan dan pengukuran, meliputi :
 - a. Melaksanakan pengamatan dan pengukuran waktu sejumlah N pengamatan untuk setiap elemen kegiatan.
 - b. Menetapkan *performance rating* dari pekerjaan yang dilakukan oleh operator.
4. Uji Keseragaman dan Kecukupan Data
 - a. Uji Keseragaman

Uji keseragaman dilakukan untuk memastikan bahwa data yang terkumpul berasal dari sistem yang sama. Pengujian dilakukan dengan mengaplikasikan peta kendali (*control chart*), yaitu *tools* yang sesuai untuk digunakan untuk mengukur keseragaman data karena memuat nilai batas atas, batas bawah, dan nilai tengah. Perhitungan nilai tengah data dijelaskan pada persamaan 2.3.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad (2.3)$$

Keterangan : \bar{X} = Nilai rata-rata
 X_i = Nilai ke i
 N = Jumlah data

Perhitungan standar deviasi dijelaskan pada persamaan 2.4.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \quad (2.4)$$

Keterangan : σ = Standar deviasi
 X_i = Nilai ke i
 \bar{X} = Nilai rata-rata
 N = Jumlah data

Perhitungan batas kontrol atas dan batas kontrol bawah dijelaskan pada persamaan 2.5 dan 2.6.

$$BKA = \bar{X} + k \sigma \quad (2.5)$$

$$BKB = \bar{X} - k \sigma \quad (2.6)$$

Keterangan : BKA = Batas kontrol atas
 BKB = Batas kontrol bawah
 \bar{X} = Nilai rata-rata
 σ = Standar deviasi
 k = Tingkat ketelitian (*degree of accuracy*)

b. Uji Kecukupan Data

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{(\sum X_i)} \right)^2 \quad (2.7)$$

Keterangan: N' = Jumlah pengamatan yang seharusnya dilaksanakan
 k = Tingkat ketelitian (*degree of accuracy*)
 s = Harga indeks tingkat kepercayaan
 N = Jumlah pengamatan yang dilaksanakan
 X_i = Data ke-i

Faktor yang mempengaruhi hasil uji kecukupan dan keseragaman data diantaranya tingkat ketelitian (*degree of accuracy*) dan tingkat kepercayaan (*level of confidence*). Pada tingkat kepercayaan sebesar 68% harga k adalah 1, pada tingkat kepercayaan 95% harga k adalah 2, dan pada tingkat kepercayaan 99% harga k adalah 3.

Apabila data pengamatan dinyatakan cukup dan seragam, maka pengukuran waktu kerja dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya. Sedangkan apabila data pengamatan dinyatakan tidak cukup dan atau tidak seragam, maka dapat dilakukan eliminasi data sehingga dihasilkan data yang cukup dan seragam.

5. Perhitungan waktu normal

Waktu normal pada suatu elemen operasi menunjukkan bahwa operator dengan kualifikasi baik akan dapat menyelesaikan pekerjaan dengan kecepatan waktu yang normal. Perhitungan waktu normal dijelaskan pada persamaan 2.8.

$$\text{Waktu normal} = \text{waktu observasi rata-rata} \times \text{performance rating} \quad (2.8)$$

6. Perhitungan waktu baku (standar)

Perhitungan waktu standar dilakukan karena adanya kebutuhan operator terhadap waktu longgar seperti *personal needs*, istirahat, dan alasan lain di luar kendalinya. Waktu longgar yang dinilai dapat menginterupsi proses kerja diklasifikasikan menjadi *personal allowance*, *fatigue allowance*, dan *delay allowance*.

Pada pekerjaan ringan dalam waktu kerja 8 jam per hari, *Personal allowance* yang dibutuhkan berkisar antara 2%-5% dari waktu kerja keseluruhan. Adapun waktu longgar karena kelelahan berkisar antara 5-15 menit untuk pekerjaan ringan. Kelonggaran waktu karena keterlambatan diberikan untuk

keterlambatan-keterlambatan kecil/sebentar yang masih dapat ditolerir. Perhitungan waktu standar dijelaskan pada persamaan 2.9.

$$\text{Waktu standar} = \text{waktu normal} \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{allowance}} \text{ (jam/unit)} \quad (2.9)$$

2.2.8. Westinghouse System's Ratings

Merupakan sistem pengukuran faktor yang mempengaruhi kinerja manusia dengan melibatkan faktor kecakapan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*working condition*), dan keajegan (*consistency*) (Wignjosoebroto, 2008). Adapun nilai *performance rating* adalah jumlah dari nilai keempat faktor kerja ditambah dengan 2.1. Tabel pengukuran tingkat faktor untuk pengukuran *performance* pekerja adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2 Tingkat Faktor Westinghouse System's Ratings

Skill			Effort		
+0,15	A1	Superskill	+0,13	A1	Superskill
+0,13	A2		+0,12	A2	
+0,11	B1	Excellent	+0,10	B1	Excellent
+0,08	B2		+0,08	B2	
+0,06	C1	Good	+0,05	C1	Good
+0,03	C2		+0,02	C2	
0,00	D	Average	0,00	D	Average
-0,05	E1	Fair	-0,04	E1	Fair
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	Poor	-0,12	F1	Poor
-0,22	F2		-0,17	F2	
Condition			Consistency		
+0,06	A	Ideal	+0,04	A	Ideal
+0,04	B	Excellent	+0,03	B	Excellent
+0,02	C	Good	+0,01	C	Good
0,00	D	Average	0,00	D	Average
-0,03	E	Fair	-0,02	E	Fair
-0,07	F	Poor	-0,04	F	Poor

2.2.9. Kebutuhan Jumlah Stasiun Kerja

Perhitungan jumlah kebutuhan stasiun kerja dalam suatu sistem produksi (Santoso & Halim, 2012) ditentukan dengan persamaan 2.10.

$$N_t = \frac{\sum_{j \in J} D_j A_{jt}}{M_t} \quad (2.10)$$

Keterangan : N_t = Jumlah stasiun kerja yang dibutuhkan oleh mesin t

D_j = Jumlah permintaan untuk produk j

A_{jt} = Waktu proses mesin t untuk mengerjakan 1 unit produk j

M_t = Waktu yang tersedia pada mesin t selama periode *demand*

2.2.10. Index Penghalusan (*Smoothness Index*)

Index penghalusan merupakan salah satu indikator yang dapat digunakan dalam pengukuran keseimbangan lintasan. Pengukuran *smoothness index* menggunakan nilai kelancaran relative pada suatu lini perakitan tertentu (Purnomo, 2004). Persamaan 2.11 menjelaskan rumus perhitungan nilai *smoothness index* (SI).

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^N (WSK_{max} - WSK_i)^2} \quad (2.11)$$

Keterangan : SI = *Smoothness Index*

WSK_{max} = Waktu terbesar dari stasiun kerja yang terbentuk

WSK_i = Waktu stasiun kerja i yang terbentuk

N = Jumlah stasiun kerja yang terbentuk

2.2.11. Rotasi Kerja

Rotasi kerja merupakan teknik yang digunakan untuk mengurangi rutinitas yang monoton melalui pemindahan seseorang dari satu pekerjaan ke pekerjaan lain. Secara parsial rotasi pekerjaan berpengaruh secara signifikan terhadap kinerja karyawan.

Rotasi tenaga kerja dari satu pekerjaan ke pekerjaan lain dapat menjadi wahana bagi pekerja untuk mempelajari lebih banyak serta meningkatkan pengetahuan dengan melakukan pekerjaan yang bervariasi (Zareen, et al., 2013). Di samping itu, menurut Juwita dan Indrayati (2014), rotasi kerja dapat membantu manajer dalam melaksanakan perputaran karyawan yang diakibatkan oleh ketidakhadiran atau hal lainnya sehingga dapat mengisi kekosongan dengan cepat (Aini & Tulus, 2015).

Menurut Aini & Tulus (2015), masing-masing perusahaan memiliki kebijakan dalam menerapkan rotasi pekerjaan, diantaranya rotasi mingguan, bulanan, dan tahunan. Adapun dari aspek ergonomi, pelaksanaan rotasi kerja setiap satu bulan sekali merupakan salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam redesain stasiun kerja (Setiawan, 2015).

Langkah-langkah rotasi pekerjaan menurut Monden (1995) adalah sebagai berikut:

a. Rotasi pengawas

Pembinaan pekerja umum menjadi pekerja fungsi ganda perlu dilakukan terlebih dahulu oleh para manajer dan supervisor. Hal tersebut bertujuan untuk memperlihatkan dirinya sebagai pekerja fungsi ganda kepada para pekerja.

b. Rotasi pekerja dalam tiap bengkel

Rencana rotasi pekerja pada setiap stasiun kerja ditetapkan oleh mandor umum sehingga setiap pekerja dalam lokasi kerjanya dapat menguasai jenis operasi apa saja.

c. Rotasi pekerjaan beberapa kali sehari

Guna mencapai tenaga kerja yang terampil pada berbagai pekerjaan, dilakukan penjadwalan rotasi kerja harian. Rotasi kerja dapat dilakukan setiap dua atau empat jam dalam delapan jam kerja. Adapun penjadwalan rotasi kerja dilakukan dengan mempertimbangkan kinerja dan kondisi karyawan.

2.2.12. Pengukuran Performansi Tenaga Kerja

Penilaian kinerja bertujuan untuk mengetahui tingkat performansi karyawan, memperbaiki prestasi kerja, serta menjadi landasan dalam pengambilan keputusan dan kebijakan perusahaan (Bittel & Newstrom, 1994). Penilaian karyawan mencakup faktor objektif dan subjektif. Faktor objektif terfokus pada fakta yang bersifat nyata dan dapat diukur seperti kuantitas, kualitas, ataupun kehadiran. Adapun faktor subjektif terfokus pada opini tentang sikap, kepribadian, dan penyesuaian diri pekerja.

Menurut Susanty & Fauziyyah (2014), dalam penilaian performansi pekerja terdapat kriteria dan sub kriteria yang digunakan. Kriteria tersebut diantaranya pengetahuan, keterampilan, hubungan antar pribadi, kepribadian dan kedisiplinan.

Kriteria pengetahuan mencakup pengetahuan teknikal secara umum dan pengetahuan teknikal secara khusus. Keterampilan terbagi menjadi sub kriteria komunikasi, kualitas pekerjaan, produktivitas, serta inisiatif. Kriteria Hubungan antar pribadi meliputi kemampuan beradaptasi dan kerjasama tim. Kriteria kepribadian meliputi pengendalian diri, percaya diri, fleksibilitas, komitmen, tanggung jawab, dan profesionali. Sedangkan kriteria kedisiplinan mencakup kehadiran dan kerapian.