

#4

PERANCANGAN SISTEM PRODUKSI**Materi Pertemuan #4 (Online #3)****Kemampuan Akhir Yang Diharapkan**

Mampu memberikan definisi, ruang lingkup, dan pondasi keilmuan teknik industri serta keterkaitannya dengan bidang ilmu lainnya terkait dengan perancangan sistem produksi.

Indikator Penilaian

Ketepatan dalam memberikan definisi, ruang lingkup, dan pondasi keilmuan teknik industri serta keterkaitannya dengan bidang ilmu lainnya terkait dengan perancangan sistem produksi.

4.1. Pendahuluan

Perancangan sistem produksi diawali dengan merancang produk yang akan diproduksi. Yang penting di ingat adalah di dalam melakukan perancangan produk, harus diperhatikan pula aktifitas-aktifitas lain, seperti: pemilihan material, proses, peralatan dan teknologi produksi, penjadwalan, dan pemasaran produk, sehingga produk yang dirancang dapat pula memenuhi syarat ekonomis.

Konsep perancangan produk merupakan tahap awal yang berkaitan dengan pengembangan ide-ide, yang dapat dikembangkan dari pasar atau dari teknologi baru. Ide-ide tersebut bisa dikembangkan menjadi sebuah produk bila memenuhi beberapa pengujian dan analisis, antara lain potensi pasar, kelayakan dari segi keuangan dan kesesuaian operasi. Tujuan analisis adalah untuk mengidentifikasi ide terbaik dan alternatif ide yang akan digunakan. Jika konsep perancangan disetujui, maka dilakukan perancangan prototype yang kemudian dilanjutkan pembuatan dan pengembangannya.

Prototype adalah bentuk tiruan yang menyerupai produk akhir. *Prototype* dapat dibuat beberapa macam, sesuai alternatif ide yang telah ditentukan. Uji pasar atas *prototype* yang dibuat perlu dilakukan untuk mengumpulkan data kuantitatif dari tanggapan pelanggan mengenai produk tersebut. *Prototype* juga diuji untuk mengetahui penampilan teknis produk yang bersangkutan. Dari hasil uji tersebut, seringkali *prototype* harus dirubah kembali.

Jika pengujian awal telah memenuhi syarat, selanjutnya dilakukan proses pra produksi dan perancangan peralatan. Proses pra produksi meliputi persiapan segala sesuatu yang dibutuhkan untuk melakukan produksi, termasuk didalamnya instalasi peralatan, persiapan SDM, perancangan metode kerja, dll.

Setelah semua memenuhi persyaratan, maka proses produksi dapat dimulai. Tiga hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan produk, yaitu:

1) Variasi Produk

Variasi produk memberikan sejumlah keuntungan dan kerugian. Keuntungannya adalah kemampuan menawarkan pilihan yang lebih banyak kepada konsumen. Tetapi variasi produk yang tinggi menimbulkan biaya yang lebih tinggi, kompleksitas yang lebih besar, dan lebih sulit mengkhususkan peralatan dan tenaga kerja, juga membingungkan pelanggan karena sulit membedakan produk yang serupa. Yang menjadi persoalan adalah berapa banyak variasi produk yang akan dilakukan agar dapat memberikan keuntungan maksimal.

2) Rancangan Produk Tiruan

Suatu perusahaan yang pertama kali menciptakan sebuah produk baru belum tentu mendapatkan keuntungan yang maksimal, karena pada waktu yang tidak lama muncul produk-produk tiruan dari perusahaan-perusahaan lain. Lebih parah lagi, perusahaan-perusahaan peniru, mengeluarkan produknya dengan berbagai perbaikan sehingga merebut pangsa pasar yang lebih besar. Produk-produk peniru biasanya mempunyai kelebihan dalam merespon konsumen dan aspek pemenuhan pasar.

3) Standardisasi

Standardisasi merupakan proses penentuan spesifikasi dari suatu produk barang, baik mengenai ukuran, bentuk, kualitas, dan karakteristik-karakteristik lainnya. Standardisasi terutama sangat dibutuhkan dalam produksi massal dimana sebuah produk diproduksi dengan kuantitas besar. Untuk *job-shop production*, standardisasi seringkali tidak diperlukan karena sebuah produk hanya diproduksi untuk kuantitas sangat kecil, bahkan terkadang hanya diproduksi satu unit.

Rekayasa Proses (*Process Engineering*) akan berkaitan dengan aktifitas-aktifitas perancangan proses yang diperlukan untuk membuat sebuah produk. Proses tersebut meliputi pemilihan proses manufaktur yang tepat diaplikasikan serta penetapan mesin atau fasilitas produksi lainnya.

Salah satu yang termasuk dalam rekayasa proses adalah analisis proses kerja. Tujuan yang diharapkan dari analisa proses kerja adalah:

- 1) Perbaikan proses, prosedur, dan tata cara pelaksanaan penyelesaian pekerjaan.
- 2) Perbaikan dan penghematan penggunaan material, SDM, mesin, dan fasilitas kerja lainnya.
- 3) Pendayagunaan usaha manusia dan pengurangan beban kerja yang tidak perlu.
- 4) Perbaikan tata ruang kerja yang mampu memberikan lingkungan kerja yang lebih aman dan nyaman.

Langkah-langkah yang perlu ditempuh dalam melakukan analisa proses kerja, antara lain:

- 1) Identifikasikan operasi kerja yang harus diamati.
- 2) Dokumentasikan langkah, prosedur, tata cara kerja yang ada. Buat sistematika urutannya.
- 3) Buat usulan metode kerja yang lebih efektif dan efisien.

Ahli Teknik Industri berhubungan dengan desain dari industri manufaktur dan/atau jasa. Desain ini terdiri dari tiga tahapan, yaitu:

- 1) Teknik Tata Cara Kerja
- 2) Tata Letak Fasilitas
- 3) Penanganan Material

4.2. Teknik Tata Cara Kerja

Definisi dari perbaikan tata cara kerja adalah suatu pendekatan yang sistematis untuk mendapatkan cara-cara yang lebih baik dan mudah dalam menyelesaikan suatu pekerjaan.

Tujuan dasarnya adalah untuk menghindari berbagai pemborosan atau bekerja dengan cerdas, bukan dengan keras.

Teknik tata cara akan menjawab bagaimana seharusnya suatu pekerjaan dilakukan? dan berapa lama waktu yang diperlukan untuk melakukannya?

Terdapat 5 (lima) tahapan prosedur dalam perbaikan tata cara kerja, yaitu:

- 1) Pemilihan suatu pekerjaan.
- 2) Mendapatkan dan mencatat semua fakta.
- 3) Mempertanyakan setiap detail.
- 4) Mengembangkan metode yang lebih baik.
- 5) Menerapkan dan menjaga perbaikan.

4.2.1. Analisa dan Penelitian Kerja

Analisa dan penelitian kerja adalah suatu aktifitas yang ditujukan untuk mempelajari prinsip-prinsip dan teknik-teknik mendapatkan rancangan sistem dan tata cara kerja yang paling efektif dan efisien.

Prinsip maupun teknik tersebut diaplikasikan guna mengatur komponen-komponen kerja yang terlibat dalam sebuah sistem kerja seperti manusia, bahan baku, mesin, fasilitas kerja lainnya, serta lingkungan kerja fisik yang ada sedemikian rupa sehingga dicapai tingkat efektivitas dan efisiensi kerja yang tinggi yang diukur dari waktu yang dikonsumsi, tenaga/energi yang dipakai, serta dampak sosiopsikologis yang ditimbulkannya.

Faktor-faktor yang diamati dan diteliti seringkali sangat kompleks dan rumit, sehingga hanya bisa dilakukan oleh mereka yang memiliki pengetahuan dan pengalaman mengenai proses serta prosedur kerja yang menjadi obyek penelitian. Disini diperlukan kerjasama antara manajemen dengan pihak pekerja yang akan diteliti cara kerjanya. Harus ditanamkan pengertian dan kesepakatan bahwa penelitian kerja pada hakikatnya berupaya mengidentifikasi kondisi-kondisi kerja yang tidak produktif dan membuat rancangan yang lebih baik, sehingga akan memperbaiki produktifitas pekerja yang pada gilirannya akan berdampak positif pula pada pekerja yang bersangkutan maupun semua lapisan organisasi secara umum.

Penelitian kerja didasarkan pada 2 (dua) elemen pemikiran, yaitu:

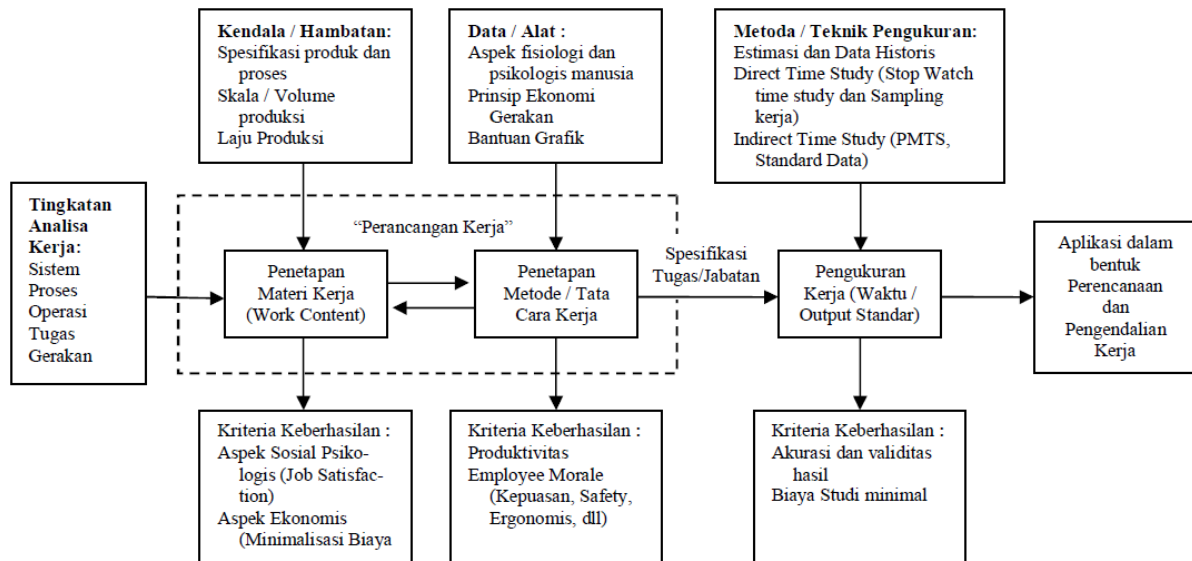
- 1) Pemikiran ke arah pencapaian efisiensi kerja (*Scientific Management*), menghasilkan langkah-langkah kerja sistematis dengan urutan-urutan logis.
- 2) Pemikiran untuk memperhatikan perilaku manusia (*Behavioral Science*), mencari faktor-faktor penyebab yang bisa mempengaruhi manusia dalam upaya memenuhi kebutuhannya.

Ruang Lingkup dan Fase-fase Penelitian Kerja

Pada tingkat unit terkecil dalam perusahaan, upaya peningkatan produktivitas akan difokuskan melalui:

- a) Rekayasa tata cara kerja (*Methods Engineering/Methods Study*), dan
- b) Pengukuran kerja (*Work Measurement*).

Pada Gambar 4.1 dapat diketahui secara sistematis prosedur/fase-fase pelaksanaan penelitian kerja.



Gambar 4.1. Fase-fase Pelaksanaan Penelitian Kerja

4.2.2. Perancangan Kerja (*Methods Study*)

Methods Study adalah kegiatan pencatatan secara sistematis dan pemeriksaan secara seksama mengenai cara-cara yang berlaku atau diusulkan untuk melaksanakan kerja. Sasaran pokok dari studi ini adalah mencari, mengembangkan, dan menerapkan suatu metode kerja yang lebih efektif dan efisien. Diharapkan dari hasil studi akan bisa diperoleh rancangan tata cara kerja yang lebih mudah, lebih sederhana, lebih singkat waktunya, lebih ringan, dan lebih hemat untuk diaplikasikan ke dalam sebuah sistem kerja.

Yang dimaksud dengan sistem kerja adalah suatu sistem dimana komponen-komponen kerja seperti manusia, mesin, material, dan lingkungan kerja akan berinteraksi secara integral untuk menghasilkan output kerja yang diinginkan.

Aktivitas *methods study* perlu diadakan bila diketahui dengan metode kerja lama dijumpai kondisi-kondisi kerja yang kurang layak, seperti:

- 1) Adanya kemacetan (bottle neck) dalam aliran produksi
- 2) Adanya target-target kerja yang tidak terpenuhi atau tidak sesuai rencana (baik kuantitas maupun kualitas)
- 3) Adanya kecelakaan kerja yang sering dijumpai dan adanya ketidaknyamanan kerja yang disebabkan pengaruh lingkungan kerja
- 4) Tingginya biaya kerja yang tidak sesuai dengan perencanaan

4.2.3. Ergonomi

Kata ergonomi berasal dari bahasa Yunani yaitu *Ergos* (kerja) dan *Nomos* (hukum). Jadi maksud ergonomi adalah ilmu yang mempelajari keterkaitan manusia dengan lingkungan kerjanya. Disiplin ilmu ergonomi adalah suatu cabang keilmuan yang secara sistematis memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem tersebut dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkannya dengan efektif, efisien, aman, dan nyaman.

Ilmu ergonomi muncul pada saat perang dunia kedua, dipergunakan oleh Inggris untuk memperbaiki operasi militernya. Pada saat itu sering dijumpai bom-bom atau peluru yang tidak mengenai sasaran, mesin-mesin perang yang rusak atau hancur karena peralatan-peralatan tersebut dirancang tanpa memperhatikan kemampuan dan keterbatasan manusia sebagai operatornya. Manusia, sebagai

bagian utama dari sistem kerja, adalah sebuah sistem yang amat kompleks. Karenanya dalam pengembangan ergonomi, diperlukan dukungan berbagai disiplin ilmu lain selain disiplin ilmu teknik (*engineering*), antara lain:

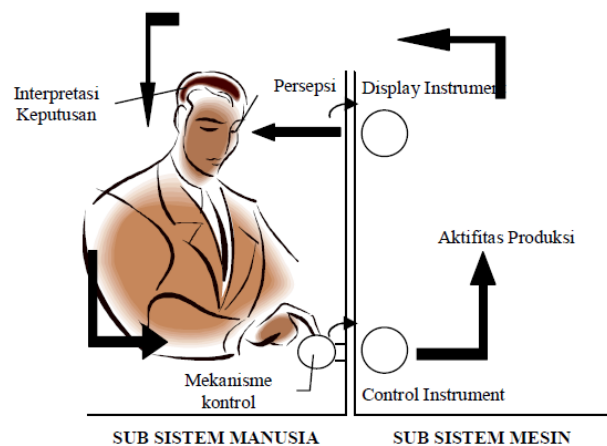
- 1) Anatomi (struktur)
- 2) Fisiologi (bekerjanya)
- 3) Anthropometri (ukuran tubuh)
- 4) Psikologi
- 5) Biologi
- 6) dll

Sistem Manusia-Mesin

Ergonomi, atau yang lebih dikenal di Amerika dengan istilah *Human Engineering*, mengutamakan kegiatannya pada perancangan Sistem Manusia-Mesin.

Sistem secara umum bisa didefinisikan sebagai sekelompok elemen-elemen (sub-sistem) yang terorganisir dan memiliki fungsi yang berkaitan erat satu dengan lainnya guna mencapai tujuan bersama yang telah ditetapkan sebelumnya. Yang harus diperhatikan dalam pendekatan sistem (*system approach*) adalah bahwa setiap sistem merupakan sub-sistem dari sebuah sistem yang lebih besar, dan sebaliknya bahwa setiap sub-sistem adalah merupakan sebuah sistem tersendiri.

Dengan demikian, sistem manusia-mesin (*man-machine system*) adalah sebuah sistem yang elemen-elemennya terdiri dari satu atau lebih manusia dan satu atau lebih mesin. Pengertian mesin disini adalah luas, yaitu mencakup semua obyek fisik yang digunakan manusia untuk memproduksi. Untuk sistem kerja manusia-mesin dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Sistem Kerja Manusia–Mesin

Dari gambar 4.2, tampak bahwa sistem manusia-mesin adalah sebuah sistem tertutup (*closed system*) dengan manusia sebagai pemegang posisi kunci, karena segala keputusan akan sangat bergantung padanya.

Ada 2 (dua) *interface* penting dalam sistem manusia-mesin:

1) **Display (alat peraga)**

Diperlukan untuk menyampaikan informasi kepada operator yang akan menjadi dasar pengambilan keputusan oleh operator tersebut. Desain *display* yang baik harus mengutamakan faktor fungsional yaitu dapat menyampaikan informasi-informasi yang dibutuhkan secara lengkap, akurat, jelas, dan pada waktu yang tepat. Kesalahan baca, dan kelambatan dalam interpretasi informasi dari *display* bisa menyebabkan kecelakaan kerja, atau kesalahan fatal lainnya.

Secara umum, *display* bisa dibagi menjadi dua, yaitu: *display* dinamis dan *display* statis. *Display* dinamis adalah *display* yang menggambarkan perubahan menurut waktu sesuai dengan variabelnya. Sedangkan *display* statis memberikan informasi yang tidak bergantung terhadap waktu.

2) Control (pengendali)

Diperlukan untuk menyampaikan perintah dari operator untuk mengubah aktifitas atau keadaan mesin. Desain sistem kontrol yang baik adalah yang dapat membuat operator memberikan perintah secara cepat, tepat, tanpa kesalahan. Sistem kontrol yang terlalu rumit akan membingungkan operator sehingga dapat menyebabkan kesalahan fatal, seperti salah tekan tombol dan lainnya. Pengendali dapat menggunakan tangan atau kaki.

4.2.4. Pengukuran Kerja

Yang dimaksud dengan pengukuran kerja adalah mengukur waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator terlatih dalam melaksanakan satu unit kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja normal. Hasil pengukuran disebut waktu standar (waktu baku) yaitu waktu yang diperlukan secara rata-rata oleh seorang pekerja terlatih untuk melakukan suatu pekerjaan (umumnya selama 8 jam kerja) dengan kondisi kerja yang biasa dan dengan kebiasaan yang normal. Waktu baku akan menjadi acuan mengenai performansi (kinerja) dari pekerja.

Waktu standar (waktu baku) dapat digunakan untuk hal-hal berikut:

- 1) Penentuan jadwal dan perencanaan kerja.
- 2) Penentuan biaya standar dan sebagai alat bantu dalam mempersiapkan anggaran.
- 3) Estimasi biaya produk sebelum memproses produk.
- 4) Penentuan efektivitas mesin.
- 5) Penentuan insentif tenaga kerja langsung.
- 6) Penentuan upah tenaga kerja tidak langsung.
- 7) Dasar *control* biaya tenaga kerja.

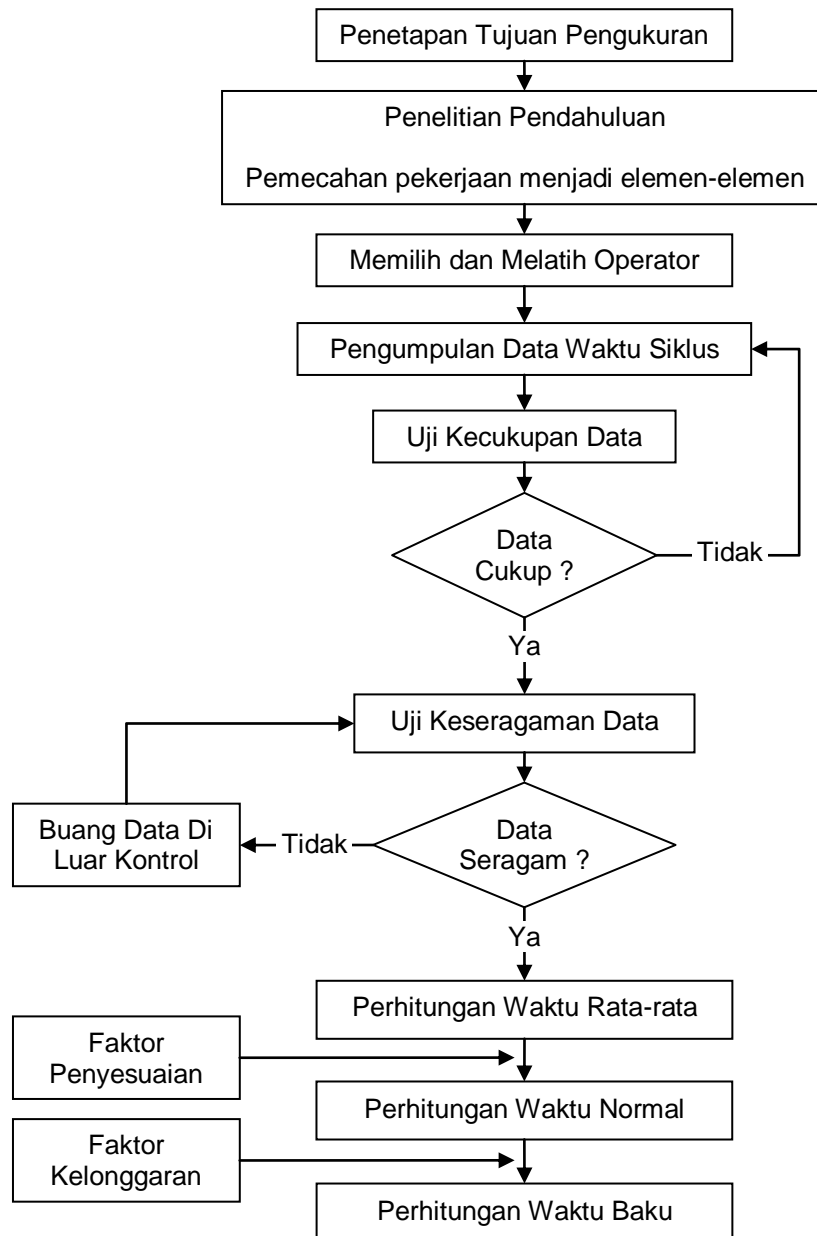
Pengukuran waktu dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) kelompok besar, yaitu:

1) Pengukuran Langsung (*Stop-watch Time Study*)

Pengukuran waktu dalam kelompok ini merupakan pekerjaan mengamati dan mencatat waktu-waktu kerjanya baik setiap elemen ataupun siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan.

Umumnya posisi pengukur agak menyimpang dibelakang operator sejauh 1,5 meter merupakan tempat yang baik. Posisi pengukur ini hendaknya jangan sampai operator merasa terganggu gerakannya atau merasa canggung karena diamati, dan juga hendaknya posisi ini memudahkan pengukur untuk mengamati jalannya pekerjaan sehingga dapat mengikuti dengan baik saat-saat suatu siklus/elemen bermula dan berakhir. (Sutalaksana, 2006)

Langkah untuk pengukuran waktu kerja dengan pengukuran langsung (*stop-watch time study*) dapat digambarkan seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Langkah-langkah Pengukuran Waktu Kerja

Pengujian Data

a) Uji Kecukupan Data

Karena seringkali tidak dimungkinkan untuk mengukur seluruh populasi yang diteliti, maka pengukuran hanya dilakukan secara sampling. Untuk itulah diperlukan uji kecukupan data. Uji ini diperlukan untuk memastikan bahwa data yang telah dikumpulkan adalah cukup secara obyektif. Idealnya pengukuran dilakukan dalam jumlah banyak hingga tak terhingga, semakin banyak data pengukuran, hasilnya akan semakin mendekati kebenaran.

Pada pengujian ini digunakan konsep statistik: **tingkat keyakinan** dan **tingkat ketelitian**. Tingkat Ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum yang diperbolehkan dari hasil pengukuran terhadap waktu kerja sebenarnya. Tingkat Keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengukur akan ketelitian data waktu yang telah diamati dan dikumpulkan. Pengaruh keduanya adalah semakin tinggi tingkat ketelitian dan semakin besar tingkat keyakinan, maka semakin banyak pengukuran yang diperlukan agar cukup.

Rumus kecukupan data adalah sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

dengan:

- k = Tingkat keyakinan
= 99% \approx 3
= 95% \approx 2
- s = Tingkat ketelitian
- N = Jumlah data pengamatan (riil)
- N' = Jumlah data yang dibutuhkan (teoritis)
- X = Data pengamatan

Jika $N' \leq N$, maka data dianggap cukup. Jika $N' > N$, maka data tidak cukup dan harus ditambah. Setelah data ditambah, maka harus dilakukan lagi uji kecukupan data.

b) Uji Keseragaman Data

Untuk memastikan bahwa data yang terkumpul berasal dari sistem yang sama, maka dilakukan pengujian terhadap keseragaman data. Sebagai contoh, bila seorang operator pada saat dilakukan pengukuran sedang sakit sehingga hasilnya jauh lebih lambat dibandingkan dengan hari-hari sebelumnya, maka data tersebut harus dipisahkan agar tidak merusak hasil akhir perhitungan. Rumus perhitungannya sbb:

$BKA = \bar{X} + k\sigma$;	$BKB = \bar{X} - k\sigma$;	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}}$
---------------------------	---	---------------------------	---	--

dengan :

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

Faktor Penyesuaian

Faktor penyesuaian adalah nilai yang melambangkan ketidak-wajaran operator. Jika operator yang diukur dianggap normal, maka faktor penyesuaiannya $p=1$. Jika operator dianggap terlalu cepat, maka $p>1$, sedangkan jika operator dianggap terlalu lambat, maka $p<1$.

Maksud melakukan penyesuaian adalah: untuk mengamati kewajaran kerja operator selama pengukuran berlangsung. Ketidakwajaran dapat saja terjadi misalnya bekerja tanpa kesungguhan, sangat cepat seolah-olah diburu waktu, atau kondisi ruangan yang buruk.

Konsep tentang bekerja wajar yaitu seseorang operator yang dianggap berpengalaman bekerja tanpa usaha-usaha yang berlebihan sepanjang hari kerja,

dan menguasai cara kerja yang ditetapkan, dan menunjukkan kesungguhan dalam menjalankan pekerjaannya.

Konsep penyesuaian dikemukakan oleh Lowry, Maynard dan Stegemarten melalui cara penyesuaian Westinghouse yang terdiri dari 4 faktor yang menyebabkan ketidakwajaran dalam bekerja yaitu ketrampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi.

Selain itu penyesuaian juga dapat menghindari penilaian secara subjektif yang dipandang sebagai kelemahan pengukuran waktu dilihat secara ilmiah.

Terdapat beberapa cara untuk menentukan faktor penyesuaian antara lain:

a) Cara Persentase

Cara ini adalah cara yang paling awal digunakan dalam melakukan penyesuaian dan merupakan cara yang paling mudah dan sederhana. Kelemahan cara ini adalah mudah terlihat kekurangtelitian sebagai akibat dari kasarnya cara penilaian. Pada cara ini, faktor penyesuaian ditentukan sepenuhnya oleh sipengukur melalui pengamatannya selama melakukan pengukuran. Waktu normal diperoleh dengan mengalikan waktu siklus dengan faktor penyesuaian (dalam persentase). Contoh: Jika diketahui waktu siklus (WS) sebesar 14,6 dan faktor penyesuaian 110%, maka waktu normal (WN) = $14,6 \times 1,1 = 16,6$

b) Cara Schumard

Schumard memberikan batas penilaian melalui kelas-kelas *performance* kerja dimana setiap kelas mempunyai nilai sendiri-sendiri. Nilai tersebut dapat diketahui melalui Tabel Schumard yang menunjukkan besarnya penyesuaian masing-masing kelas. Tabel 4.1 merupakan tabel penyesuaian cara Schumard.

Tabel 4.1. Penyesuaian Cara Scumard

Kelas	Penyesuaian	Kelas	Penyesuaian
Superfast	100	Good -	65
Fast +	95	Normal	60
Fast	90	Fair +	55
Fast -	85	Fair	50
Excellent	80	Fair -	45
Good +	75	Poor	40
Good	70		

(Sumber: Satalaksana, dkk, 2006)

c) Cara Obyektif

Ada 2 faktor yang harus diperhatikan: Kecepatan, dan Tingkat kesulitan pekerjaan. Kedua faktor inilah yang dipandang secara bersama-sama untuk mendapatkan waktu normal.

Kecepatan kerja adalah kecepatan dalam melakukan pekerjaan dalam pengertian biasa (disebut p_1). Jika operator bekerja normal, maka $p_1=1$. Kecepatannya terlalu tinggi $p_1>1$, dan kecepatan terlalu lambat $p_1<1$. Cara menentukan p ini sama dengan cara menentukan faktor penyesuaian dengan persentase.

Untuk tingkat kesulitan kerja, faktor penyesuaian disebut p_2 . Terdapat tabel objektif yang menunjukkan berbagai keadaan kesulitan kerja.

Tabel 4.2. Penyesuaian Tingkat Kesulitan Cara Objektif

Keadaan	Lambang	Penyesuaian	
Anggota Badan Terpakai			
Jari	A	0	
Pergelangan tangan & jari	B	1	
Lengan bawah, pergelangan tangan dan jari	C	2	
Lengan atas, lengan bawah dan seterusnya	D	5	
Badan	E	8	
Mengangkat beban dari lantai dengan kaki	E2	10	
Pedal Kaki			
Tanpa pedal atau satu pedal dengan sumbu dibawah kaki	F	0	
Satu atau dua pedal dengan sumbu tidak dibawah kaki	G	5	
Penggunaan Tangan			
Keadaan tangan saling bantu atau bergantian	H	0	
Kedua tangan mengerjakan gerakan yang sama	H2	18	
Koordinasi Mata Dengan Tangan			
Sangat sedikit	I	0	
Cukup dekat	J	2	
Konstan dan dekat	K	4	
Sangat dekat	L	7	
Lebih kecil dari 0,04 cm	M	10	
Peralatan			
Dapat ditangani dengan mudah	N	0	
Dengan sedikit kontrol	O	1	
Perlu kontrol dan penekan	P	2	
Perlu penanganan dan hati-hati	Q	3	
Mudah pecah dan patah	R	5	
Berat Beban (Kg)		Tangan	Kaki
0.45	B-1	2	1
0.90	B-2	5	1
1.35	B-3	6	1
1.80	B-4	10	1
2.25	B-5	13	1
2.70	B-6	15	3
3.15	B-7	17	4
3.60	B-8	19	5
4.05	B-9	20	6
4.50	B-10	22	7
4.95	B-11	24	8
5.40	B-12	25	9
5.85	B-13	27	10
6.30	B-14	28	10

(Sumber: Sutalaksana, dkk, 2006)

Contoh penyesuaian cara objektif:

- Bagian badan yang dipakai	:	C	=	2	
- Pedal kaki	:	F	=	0	
- Cara menggunakan kekuatan tangan	:	H	=	0	
- Koordinasi mata dengan tangan	:	L	=	7	
- Peralatan	:	O	=	1	
- Berat	:	B-5	=	13	+
				Jumlah	= 23

Sehingga:

$$p2 = (1 + 0, 23) \text{ atau } p2 = 1, 23$$

Faktor penyesuaiannya dihitung dengan:

$$p = p1 \times p2$$

Jadi kalau **p1** telah dinilai besarnya sama dengan 0,9 maka faktor penyesuaian untuk operator yang bersangkutan adalah:

$$p = 0,9 \times 1,23 = 1,11$$

d) Cara Bedaux dan Sintesa

Nilai-nilai pada cara Bedaux dinyatakan dalam “B” (huruf pertama dari Bedaux, penemunya), seperti 60 B atau 70 B. Sedangkan cara Sintesa agak berbeda dengan cara-cara lainnya, dimana dalam cara ini waktu penyelesaian setiap elemen gerakan dibandingkan dengan harga-harga yang diperoleh dari tabel-tabel data waktu gerakan, untuk kemudian dihitung harga rata-ratanya. Harga rata-rata inilah yang dinilai sebagai faktor penyesuaian bagi satu siklus yang bersangkutan. Misalkan waktu-waktu penyelesaian untuk elemen-elemen pekerjaan pertama, kedua dan ketiga bagi suatu siklus pekerjaan adalah 17, 10 dan 32 detik. Dari tabel-tabel data waktu gerakan didapat untuk elemen-elemen yang sama masing-masing 17, 12 dan 29 detik. Yang berbeda adalah pada elemen-elemen kedua dan ketiga. Maka untuk elemen-elemen ini perbandingannya 12/10 dan 29/32 ; rata-ratanya yaitu 1,05 adalah faktor penyesuaian untuk ketiga elemen pekerjaan tersebut atau untuk seluruh siklus yang bersangkutan.

e) Cara Westinghouse

Terdiri dari 4 faktor yang menentukan kewajaran dan ketidakwajaran dalam bekerja

1) Ketrampilan

Ketrampilan atau Skill didefinisikan sebagai kemampuan mengikuti cara kerja yang ditetapkan. Latihan dapat meningkatkan ketrampilan, tetapi hanya sampai ke tingkat tertentu saja, tingkat mana merupakan kemampuan maksimal yang dapat diberikan pekerja yang bersangkutan. Secara psikologis ketrampilan merupakan aptitude pekerja untuk pekerjaan yang bersangkutan.

2) Usaha

Usaha adalah kesungguhan yang ditunjukkan atau diberikan operator ketika melakukan pekerjaannya.

3) Kondisi Kerja

Kondisi Kerja adalah kondisi fisik lingkungannya seperti keadaan pencahayaan, temperatur dan kebisingan ruangan. Oleh sebab itu factor kondisi sering disebut sebagai faktor manajemen, karena pihak inilah yang dapat dan berwenang merubah atau memperbaikinya.

4) Konsistensi

Konsistensi, kenyataan bahwa pada setiap pengukuran waktu angka-angka yang dicatat tidak pernah semuanya sama.

Dalam keadaan wajar faktor **p = 1**, sedangkan terhadap penyimpangan dari keadaan ini harga **p** ditambah dengan angka-angka yang sesuai dengan ke empat faktor tersebut dengan menggunakan tabel penyesuaian westinghouse yang tertera pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Penyesuaian Westinghouse

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Keterampilan	Superskill	A1	+0.15
		A2	+0.13
	Excellent	B1	+0.11
		B2	+0.08
	Good	C1	+0.06
		C2	+0.03
	Average	D	0.00
	Fair	E1	-0.05
		E2	-0.10
	Poor	F1	-0.16
F2		-0.22	
Usaha	Excessive	A1	+0.13
		A2	+0.12
	Excellent	B1	+0.10
		B2	+0.08
	Good	C1	+0.05
		C2	+0.02
	Average	D	0.00
	Fair	E1	-0.04
		E2	-0.08
	Poor	F1	-0.12
F2		-0.17	
Kondisi	Ideal	A	+0.06
	Excellent	B	+0.04
	Good	C	+0.02
	Average	D	0.00
	Fair	E	-0.03
	Poor	F	-0.07
Konsistensi	Ideal	A	+0.04
	Excellent	B	+0.03
	Good	C	+0.01
	Average	D	0.00
	Fair	E	-0.02
	Poor	F	-0.04

(Sumber: Sutalaksana, dkk, 2006)

Faktor Kelonggaran

Faktor kelonggaran adalah faktor koreksi yang harus ditambahkan pada waktu kerja operator, karena dalam pekerjaan ada gangguan-gangguan alamiah yang mengurangi kecepatan kerja. Kelonggaran dinyatakan dalam persen.

Kelonggaran dibagi 3 (tiga) jenis, yaitu:

- a) Kebutuhan Pribadi. Kegiatan yang termasuk dalam kebutuhan pribadi biasanya alamiah dan manusiawi. Misalnya minum, ke kamar kecil, bercakap-cakap dengan rekan sekerja, dll. Tuntutan kebutuhan ini sifatnya alami selama dilakukan dalam batas-batas kewajaran.

- b) Menghilangkan Kelelahan. Istirahat sejenak untuk menghilangkan kelelahan adalah wajar. Jika pekerjaan dilakukan terus menerus tanpa istirahat, maka hasil produksi akan terus menurun baik kualitas maupun kuantitasnya. Umumnya, pekerja tidak beristirahat dengan diam tetapi dengan mengatur ritme kerjanya.
- c) Hambatan Tak Terhindarkan. Misalnya menerima perintah dari atasan, listrik padam, peralatan rusak, dll.

Untuk penentuan faktor kelonggaran ini menggunakan tabel faktor yang tertera pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Besarnya Kelonggaran Berdasarkan Faktor-Faktor Yang Berpengaruh

Faktor	Contoh Pekerjaan	Kelonggaran	
A. Tenaga yang dikeluarkan		Ekivalen beban	Pria Wanita
1. Dapat diabaikan	Bekerja dimeja, duduk	Tanpa beban	0,0 – 6,0 0,0 – 6,0
2. Sangat ringan	Bekerja dimeja, berdiri	0,00 – 2,25	6,0 – 7,5 6,0 – 7,5
3. Ringan	Menyekop, ringan	2,25 – 9,00	7,5 – 12,0 7,5 – 16,0
4. Sedang	Mencangkul	9,00 – 18,00	12,0 – 19,0 16,0 – 30,0
5. Berat	Mengayun palu yang berat	19,00 – 27,00	19,00 – 30,00
6. Sangat berat	Memanggul beban	27,00 – 50,00	30,00 – 50,00
7. Luar biasa berat	Memanggul karung berat	Diatas 50 kg	
B. Sikap kerja			
1. Duduk	Bekerja duduk, ringan		0,00 – 1,0
2. Berdiri di atas dua kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki		1,0 – 2,5
3. Berdiri di atas satu kaki	Satu kaki mengerjakan alat kontrol		2,5 – 4,0
4. Berbaring	Pada bagian sisi, belakang atau depan badan		2,5 – 4,0
5. Membungkuk	Badan dibungkukkan bertumpu pada kedua kaki		4,0 – 10
C. Gerakan kerja			
1. Normal	Ayunan bebas dari palu		0
2. Agak terbatas	Ayunan terbatas dari palu		0 – 5
3. Sulit	Membawa beban berat dengan satu tangan		0 – 5
4. Pada anggota-anggota badan terbatas	Bekerja dengan tangan di atas kepala		5 – 10
5. Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja dilorong pertambangan yang sempit		10 – 15
D. Kelelahan mata *)			Pencahayaannya baik Pencahayaannya buruk
1. Pandangan yang terputus-putus	Membawa alat ukur		0,0 – 6,0 0,0 – 6,0
2. Pandangan yang hampir terus menerus	Pekerjaan-pekerjaan yang teliti		6,0 – 7,5 6,0 – 7,5
3. Pandangan terus menerus dengan fokus tetap	Pemeriksaan yang sangat teliti		7,5 – 12,0 7,5 – 16,0
4. Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah	Memeriksa cacat pada kain		12,0 – 19,0 16,0 – 30,0
5. Pandangan terus menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus tetap			19,0 – 30,0
6. Pandangan terus menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus berubah			30,0 – 50,0
E. Keadaan temperature tempat kerja **)	Temperatur (°C)	Kelemahan normal	Kelemahan berlebihan

Tabel 4.4. Besarnya Kelonggaran Berdasarkan Faktor-Faktor Yang Berpengaruh

Faktor	Contoh Pekerjaan	Kelonggaran
1. Beku	Dibawah 0	di atas 10
2. Rendah	0 – 13	10 – 0
3. Sedang	13 – 22	5 – 0
4. Normal	22 – 28	0 – 5
5. Tinggi	28 – 38	5 – 40
6. Sangat tinggi	di atas 38	di atas 40
F. Keadaan Atmosfer ***)		
1. Baik	Ruangan yang berventilasi baik, udara segar	0
2. Cukup	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)	0 – 5
3. Kurang baik	Adanya debu-debu beracun, atau tidak beracun tetapi banyak	5 – 10
4. Buruk	Adanya bau-bauan berbahaya yang mengharuskan menggunakan alat-alat pernapasan	10 – 20
G. Keadaan lingkungan yang baik		
1. Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah		0
2. Siklus kerja berulang-ulang antara 5-10 detik		0 – 1
3. Siklus kerja berulang-ulang antara 0-5 detik		1 – 3
4. Sangat bising		0 – 5
5. Jika faktor-faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas		0 – 5
6. Terasa adanya getaran lantai		5 – 10
7. Keadaan-keadaan yang luar biasa (bunyi, kebersihan, dll)		5 – 15
*) Kontras antara warna hendaknya diperhatikan		
**) Tergantung juga pada keadaan ventilasi		
***) Dipengaruhi juga oleh ketinggian tempat kerja dari permukaan laut dan keadaan iklim		
Catatan pelengkap: kelonggaran untuk kebutuhan pribadi bagi:		
	Pria	= 0 – 2,5%
	Wanita	= 2 – 5,0%

(Sumber: Sutamakana, dkk, 2006)

Menyertakan Kelonggaran Dalam Perhitungan Waktu Baku

Misalkan suatu pekerjaan yang sangat ringan yang dilakukan sambil duduk dengan gerakan-gerakan yang terbatas, membutuhkan pengawasan mata terus-menerus dengan pencahayaan yang kurang memadai, temperatur dan kelembaban ruangan normal, sirkulasi udara baik, tidak bising.

Dari tabel faktor kelonggaran didapat persentase kelonggaran untuk kebutuhan pribadi dan untuk fatigue sebagai berikut:

$$(7 + 0 + 3 + 5 + 2,5 + 0 + 2)\% = 19,5\%$$

Jika dari *sampling* pekerjaan didapat bahwa kelonggaran untuk hambatan yang tidak terhindarkan adalah 5%, maka kelonggaran total yang harus diberikan untuk pekerjaan itu adalah:

$$(19,5 + 5)\% = 24,5\%$$

Jika waktu normalnya telah dihitung sama dengan 5,5 menit, maka waktu bakunya adalah:

$$5,5 + (0,245 \times 5,5) = 6,85 \text{ menit}$$

Perhitungan Waktu

Untuk perhitungan waktu dapat menggunakan urutan dan persamaan berikut ini.

a) Waktu Siklus (Waktu Rata-rata)

$$WS = \frac{\sum X}{N}$$

b) Waktu Normal

$$WN = WS \times p$$

Dimana: p = faktor penyesuaian

c) Waktu Baku

$$WB = WN \times (1 + a)$$

Dimana: a = faktor kelonggaran

5) Pengukuran Tidak Langsung (*Predetermined Time System*)

Metode ini dikembangkan karena pengukuran dengan jam henti (*stop-watch time study*) umumnya memakan waktu cukup lama. Dengan mengembangkan *micromotion study*, maka didapatkan sejumlah data waktu dan prosedur sistematis yang menganalisis dan membagi operasi manual dari pekerjaan operator menjadi elemen-elemen gerakan terkecil. Ada beberapa metode penentuan waktu baku dengan pengukuran tidak langsung, antara lain: *Work Factor System (WFS)*, *Method Time Measurement (MTM)*, *Basic Motion Time Study (BMT)*, *Maynard Operation Sequence Technique (MOST)*, dll.





















4.2.5. Metode Peta Kerja

Peta kerja adalah alat yang menggambarkan kegiatan kerja (proses produksi) secara sistematis dan jelas. Kegunaan peta kerja adalah untuk menghilangkan (*eliminate*), menggabungkan (*combine*), menyederhanakan (*simplify*), mengatur kembali (*re-arrange*) kegiatan yang tidak perlu.

Lambang/symbol peta kerja dikembangkan oleh Gilbreth (dari 40 menjadi 4 simbol). Pada tahun 1947, *American Society of Mechanical Engineering (ASME)* merubah menjadi 5 simbol yaitu:

- 1) *Operation*
- 2) *Inspection*
- 3) *Transportation*
- 4) *Delay*
- 5) *Storage*

Selain ke-5 simbol tersebut, dimungkinkan adanya simbol aktivitas gabungan. Gambar 4.1. merupakan simbol peta kerja dari ASME.

Operation  A large circle indicates an operation such as	 Drive nail	 Mix	 Drill hole
Transportation  An arrow indicates a transportation, such as	 Move material by truck	 Move material by conveyor	 Move material by carrying (messenger)
Storage  A triangle indicates a storage, such as	 Raw material in bulk storage	 Finished stock stacked on pallets	 Protective filing of documents
Delay  A large capital D indicates a delay, such as	 Wait for elevator	 Material in truck or on floor at bench waiting to be processed	 Papers waiting to be filed
Inspection  A square indicates an inspection such as	 Examine material for quality or quantity	 Read steam gauge on boiler	 Examine printed form for information

Gambar 4.4. Simbol Peta Kerja ASME

Sebagai bahan untuk pertimbangan peta kerja, terdapat beberapa pertanyaan untuk setiap aktivitas yang ada pada peta kerja, antara lain:

- 1) Apakah diperlukan?
- 2) Dapatkah dikombinasikan?
- 3) Apakah sekuensi/urutan sudah tepat?
- 4) Dapatkah diperbaiki?
- 5) Apakah pekerja sudah tepat?

4.2.5.1. Jenis Peta Kerja

Berdasarkan lingkup pekerjaan, peta kerja dibedakan atas:

1) Peta kerja makro (Peta kerja keseluruhan)

Menganalisis kegiatan kerja keseluruhan (melibatkan sebagian besar fasilitas produksi, contoh: lini produksi), terdiri dari:

- a) Peta proses operasi (*operation process chart*)
- b) Peta aliran proses (*flow process chart*)
- c) Peta proses kelompok kerja
- d) Diagram aliran (*flow diagram*)

2) Peta kerja mikro (Peta kerja setempat)

Menganalisis kegiatan kerja setempat (melibatkan fasilitas kerja dalam jumlah terbatas, contoh: stasiun kerja, meja perakitan), terdiri dari:

- a) Peta pekerja dan mesin (*man machine chart*)
- b) Peta tangan kanan dan kiri (*two hand chart*)

4.2.5.2. Peta Proses Operasi (*Operation Process Chart/OPC*)

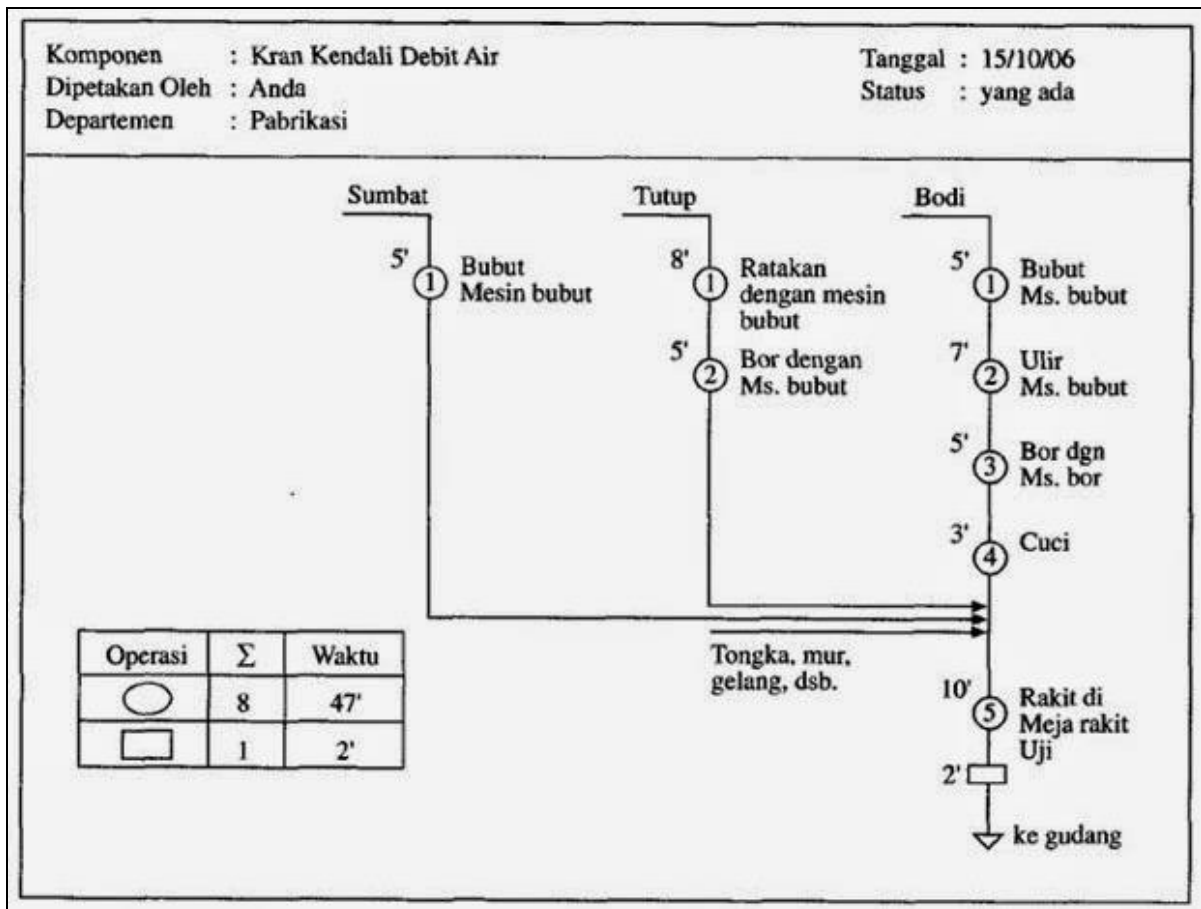
Merupakan diagram yang menggambarkan tahapan proses yang bersifat operasi dan inspeksi yang dialami bahan baku sampai menjadi produk jadi maupun komponen (gambaran umum).

Kegunaan OPC antara lain: mengetahui jenis mesin, bahan baku, waktu yang dibutuhkan, menentukan tata letak fasilitas, prosedur kerja.

Prinsip pembuatan dari OPC adalah sebagai berikut:

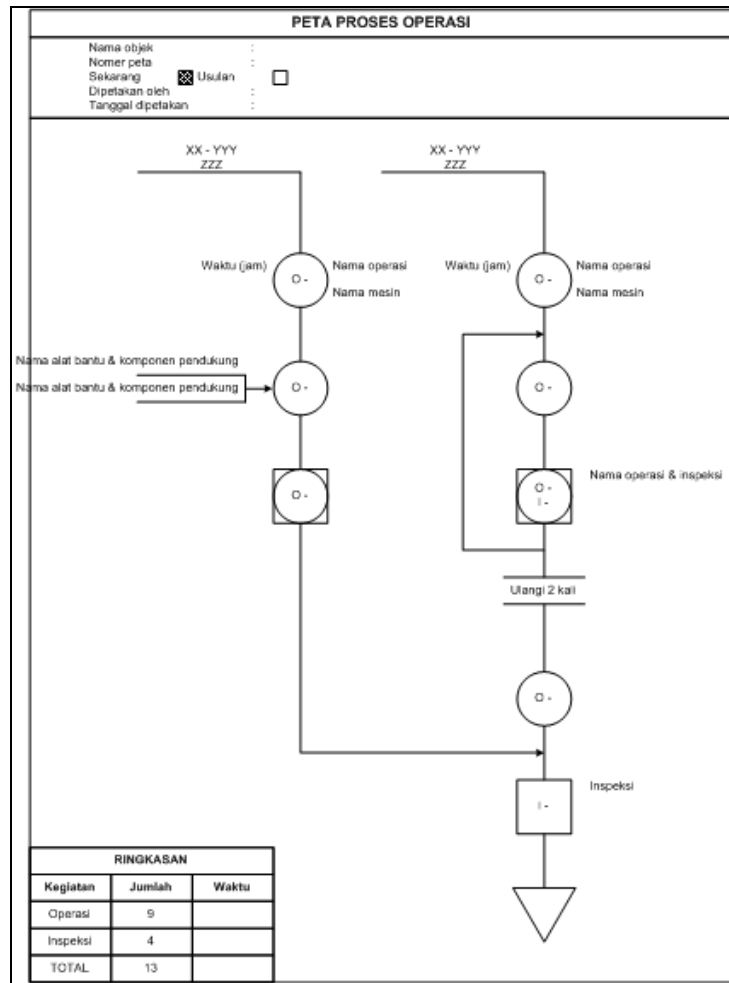
- 1) Buat identitas peta (nama obyek, pembuat, tanggal, dll)
- 2) Material diletakkan digaris horizontal
- 3) Simbol operasi dan inspeksi dalam arah vertikal
- 4) Bagian utama dari produk di sisi paling kanan
- 5) Cantumkan nama mesin dan waktu penyelesaian
- 6) Penomoran berurut sesuai dengan masing-masing kegiatan
- 7) Ringkasan

Analisis OPC berkaitan dengan kebutuhan bahan, waktu penyelesaian, tahapan operasi, jumlah inspeksi. Gambar 4.5 memperlihatkan contoh dari OPC.



Gambar 4.5. Contoh Operation Process Chart (OPC)

Untuk bagian-bagian yang ada pada OPC dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Bagian-bagian Operation Process Chart (OPC)

4.2.5.3. Peta Aliran Proses (*Flow Process Chart*)

Diagram yang menunjukkan urutan dari operasi, pemeriksaan, transportasi, menunggu dan penyimpanan yang terjadi selama proses. Dapat ditambahkan informasi waktu, jarak, dll, untuk keperluan analisis. Merupakan gambaran yang lebih rinci dibanding OPC. Biasanya digunakan untuk analisis salah satu komponen produk.

Untuk jenis FPC, terdiri dari:

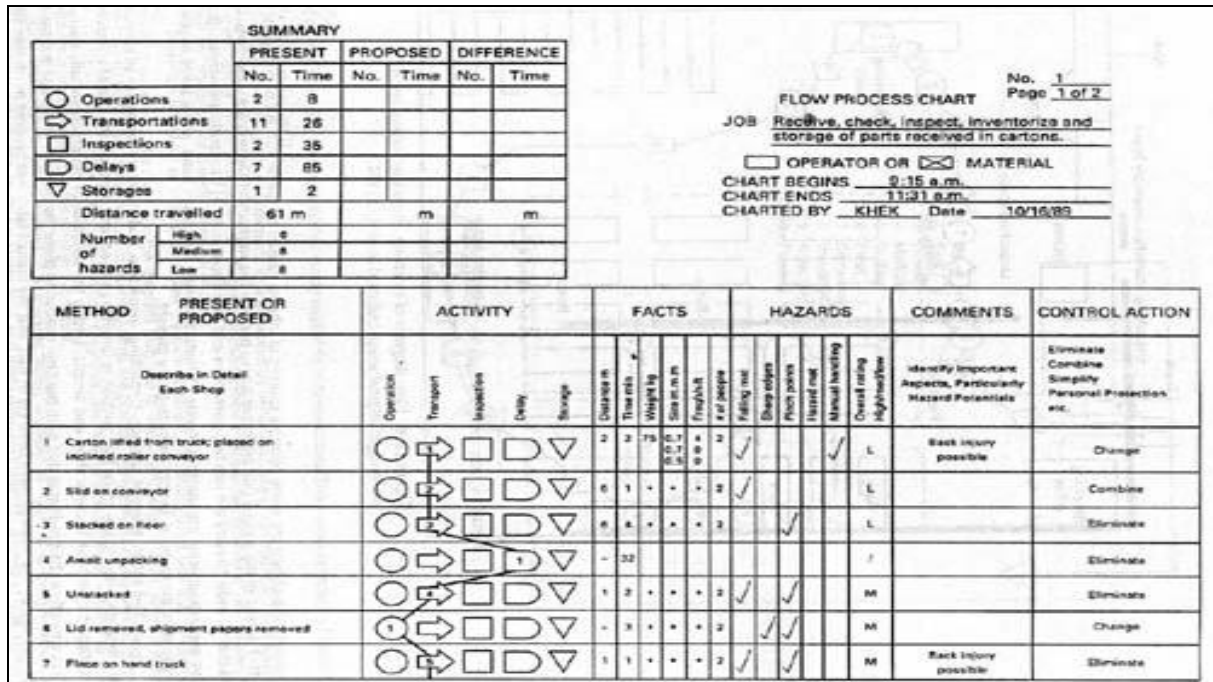
- 1) Tipe bahan.
- 2) Tipe orang, terdiri atas peta individu dan peta kelompok kerja.

Kegunaan dari FPC adalah untuk mengetahui aliran bahan atau aktivitas orang, dan mengetahui *hidden cost*.

Untuk prinsip pembuatan dari FPC terdiri dari:

- 1) Buat identitas peta (nama obyek, pembuat, tanggal, dll)
- 2) Menyusun uraian kegiatan dan simbol
- 3) Mencatat waktu, jarak perpindahan
- 4) Ringkasan

Gambar 4.7 memperlihatkan contoh dari FPC.



Gambar 4.7. Contoh Flow Process Chart (FPC)

4.2.5.4. Peta Proses Kelompok Kerja

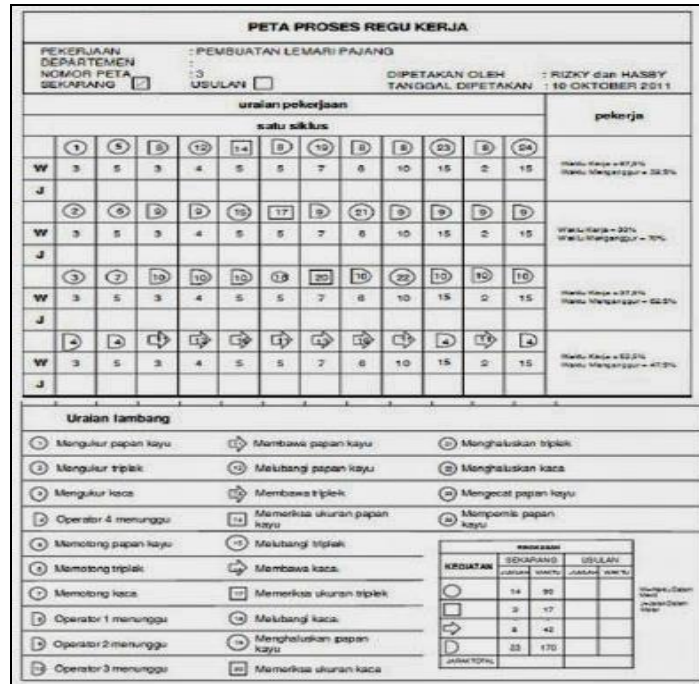
Merupakan pengembangan dari peta aliran proses, dimana pekerjaan dilakukan oleh sekelompok orang. Dikembangkan oleh John A. Adridge. Aktivitas yang dikerjakan seorang operator saling bergantung dengan aktivitas operator lain.

Kegunaan dari peta proses kelompok kerja yaitu: mengurangi aktivitas menunggu sehingga mempercepat waktu penyelesaian, dan menyeimbangkan aktivitas setiap operator.

Prinsip-prinsip pembuatan dari peta proses kelompok kerja, yaitu:

- 1) Identitas peta
- 2) Dipetakan secara horizontal, arah kegiatan dari kiri ke kanan. Perubahan kegiatan ditandai dengan perubahan simbol.
- 3) Ringkasan

Gambar 4.8 memperlihatkan contoh dari peta proses kelompok kerja.



Gambar 4.8. Contoh Peta Proses Kelompok Kerja

4.2.5.5. Diagram Aliran (Flow Diagram)

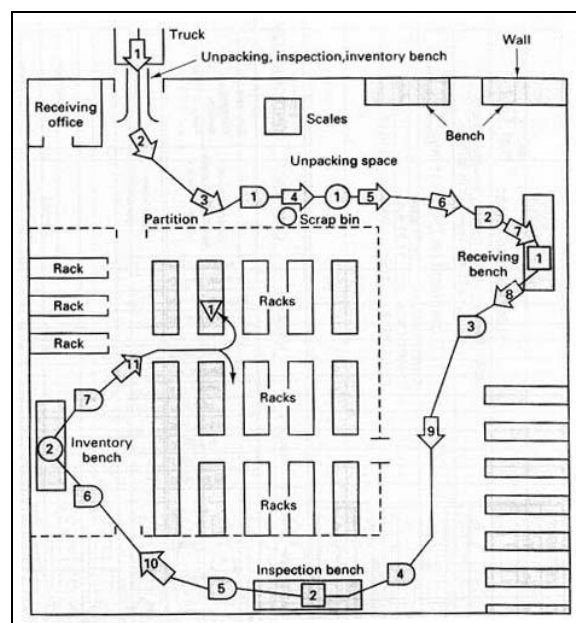
Merupakan gambaran menurut skala dari susunan lantai produksi, yang menunjukkan lokasi semua aktivitas yang terjadi pada peta aliran proses.

Kegunaan dari flow diagram adalah: memperjelas FPC, terutama berkaitan dengan aliran proses, dan mempermudah perbaikan tata letak stasiun kerja.

Prinsip pembuatan dari flow diagram adalah:

- 1) Identitas peta
- 2) Identifikasi aktivitas dengan simbol dan nomor yang sesuai dengan FPC
- 3) Arah gerakan dinyatakan dengan anak panah kecil
- 4) Jika lebih dari satu aliran, lintasan dibedakan dengan warna berlainan

Gambar 4.9 memperlihatkan contoh dari flow diagram.



Gambar 4.9. Contoh Flow Diagram

4.2.5.6. Peta Pekerja dan Mesin (*Man Machine Chart*)

Menggambarkan kordinasi antara waktu bekerja dan waktu menganggur antara operator dan mesin. Kegunaan peta pekerja dan mesin adalah mengurangi waktu menganggur, keseimbangan beban kerja operator dan mesin, serta *re-design* mesin dan peralatan.

Untuk prinsip pembuatan peta pekerja dan mesin, yaitu:

- 1) Identitas peta
- 2) Uraian semua elemen pekerjaan yang terjadi
- 3) Gunakan lambang yang menunjukkan *Idle time* dan *working time* serta bekerja bersamaan
- 4) Ringkasan

Untuk perbaikan keseimbangan kerja, peta pekerja dan mesin digunakan untuk:

- 1) Merubah tata letak tempat kerja
- 2) Mengatur kembali (*re-arrange*) gerakan kerja
- 3) Merancang kembali mesin dan peralatan
- 4) Menambah operator untuk mesin atau menambah mesin yang dioperasikan oleh operator

Lambang-lambang yang digunakan pada peta pekerja dan mesin seperti yang dijabarkan pada Gambar 4.10.

Menunjukkan waktu menganggur



Digunakan untuk menyatakan pekerjaan atau mesin yang sedang menganggur atau salah satu sedang menunggu yang lain.

Menunjukkan kerja *independent* (tak bergantung)



Jika ditinjau dari pekerja, keadaan ini menunjukkan seorang pekerja yang sedang bekerja dan independen dengan mesin dan pekerja lainnya.

Menunjukkan kerja kombinasi



Jika ditinjau dari pihak pekerja, lambing ini digunakan apabila diantara operator dan mesin atau dengan operator lainnya sedang bekerja secara bersama-sama.

Gambar 4.10. Lambang-lambang Peta Pekerja dan Mesin

Untuk contoh peta pekerja dan mesin dapat dilihat pada gambar 4.11.

PETA TANGAN KANAN DAN TANGAN KIRI							
PEKERJAAN		: PENGUKURAN BAGIAN SAMPING TUTUP					
DEPARTEMEN		: PENGUKURAN					
NOMOR PETA		:					
SEKARANG	<input checked="" type="checkbox"/>	USULAN	<input type="checkbox"/>				
DIPETAKAN OLEH	: MICHAEL RONAL						
TANGGAL	: 17 MARET 2011						
 2 cm							
Tangan Kiri	Jarak (m)	Waktu (Dik)	Lambang		Waktu (Dik)	Jarak (m)	Tangan Kanan
Menganggur	2	4	D	Re	4	2	Menjangkau fiber
Menganggur		2	D	G	2		Memegang fiber
Menganggur		6	D	M	6		Membawa fiber
Menjangkau penggaris	0,41	3	Re	Re	3	0,4	Menjangkau spidol
Memegang penggaris		2	G	G	2		Memegang spidol
Membawa penggaris		4	M	M	4		Membawa spidol
Mengarahkan penggaris ke papan		3	P	P	3		Mengarahkan spidol ke fiber
Menahan penggaris		28	U	U	28		Menggunakan spidol
Melepas penggaris		3	RI	RI	3		Melepas spidol
Total	2,41	55			55	2,4	Total
RINGKASAN							
WAKTU TIAP SIKLUS (DETIK)					: 55		
JUMLAH PRODUK TIAP SIKLUS					: 6		
WAKTU UNTUK MEMBUAT SATU PRODUK (DETIK)					: 9,17		

Gambar 4.12. Contoh Peta Tangan Kanan dan Kiri

4.3. Tata Letak Fasilitas

Tata letak fasilitas adalah tata cara pengaturan letak fasilitas-fasilitas yang sudah ada ataupun yang baru, guna menunjang kelancaran proses produksi (Wignjosoebroto, 2009)

Fasilitas adalah bagian dari pelayanan produksi yang meliputi: *receiving, storage, shipping, tools room & tools crib, supervisors room, physical plant service department, office and personal services*. Terdapat beberapa jenis fasilitas, yaitu:

- 1) Fasilitas produksi
- 2) Fasilitas pelayanan
- 3) Fasilitas pendukung

Perancangan tata letak di definisi sebagai pengaturan tata letak fasilitas-fasilitas operasi dengan memanfaatkan area yang tersedia untuk penempatan mesin-mesin, bahan-bahan, perlengkapan untuk operasi, personalia dan semua peralatan/fasilitas dalam produksi. Hendaknya fleksibel, untuk mengantisipasi adanya perubahan permintaan, penemuan produk baru, proses baru, dsb yang akan mengubah tata letak, dan perubahan tata letak yang memerlukan biaya minimum.

Untuk perancangan tata letak fasilitas (PTLF) menurut Muther (1955) mencakup pengaturan unsur fisik dari fasilitas industri baik yang sudah diterapkan ataupun yang baru direncanakan, meliputi ruangan yang diperlukan untuk pergerakan material, gudang, tenaga kerja tidak langsung, dan segala aktivitas pembantu lainnya seperti halnya peralatan operasi dan karyawan yang diperlukan.

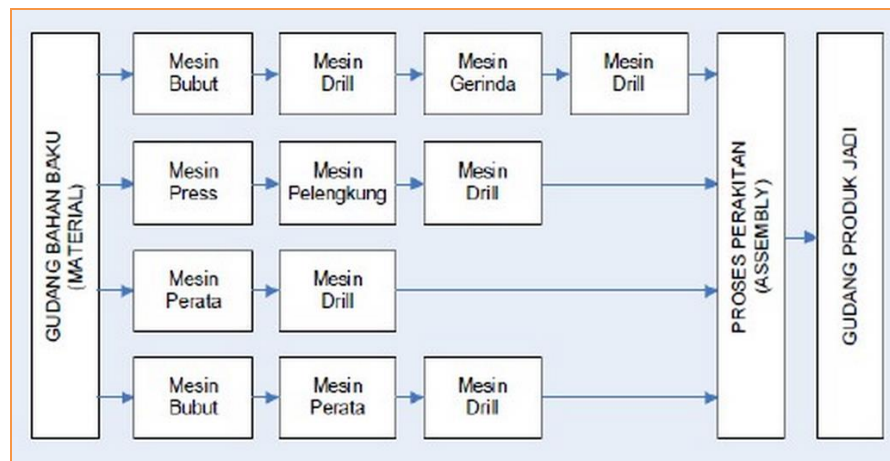
Sementara Tompkin (1984), mendefinisikan PTLF adalah menentukan bagaimana kegiatan aset tetap yang dapat memberikan dukungan yang terbaik dalam rangka mencapai tujuan dari kegiatan tersebut.

Apple (1990), mendefinisikan PTLF sebagai penggambaran yang berhubungan dengan perancangan susunan unsur fisik suatu kegiatan dan selalu berhubungan erat dengan industri manufaktur.

Meyers (1993), mendefinisikan PTLF sebagai pengaturan fasilitas fisik perusahaan dengan tujuan meningkatkan efisiensi penggunaan peralatan, material, tenaga kerja dan energi.

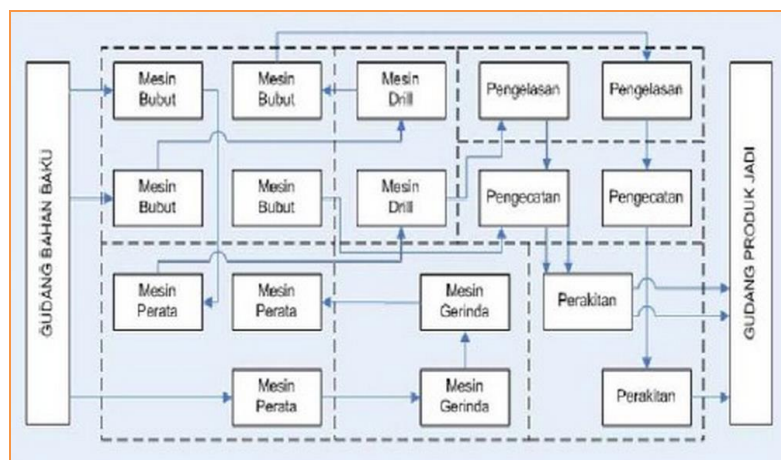
Untuk tata letak, terdapat beberapa jenis/tipe tata letak yang umumnya digunakan, antara lain:

- 1) **Product Layout**, yaitu tipe layout untuk variasi produk rendah dan volume tinggi. Disesuaikan dengan urutan proses. Contoh *product layout* dapat di lihat pada Gambar 4.13.



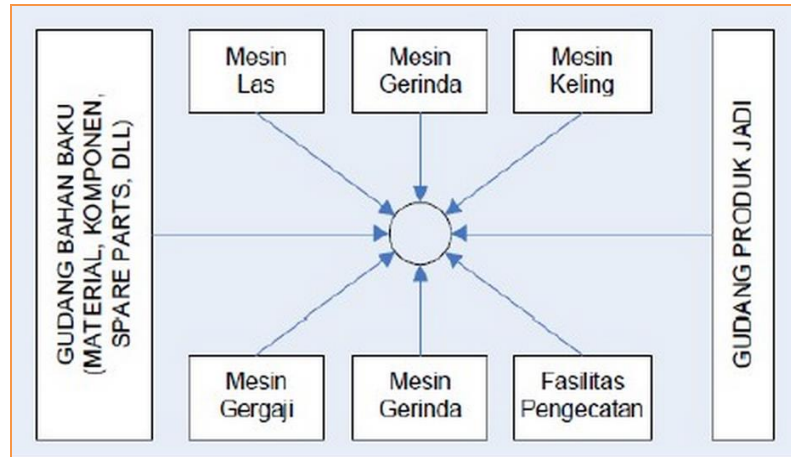
Gambar 4.13. Contoh Product Layout
(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

- 2) **Process Layout**, yaitu tipe layout untuk variasi produk tinggi dan volume rendah. Fasilitas produksi yang mempunyai karakter atau fungsi yang sama ditempatkan dalam satu bagian. Contoh *process layout* dapat di lihat pada Gambar 4.14.



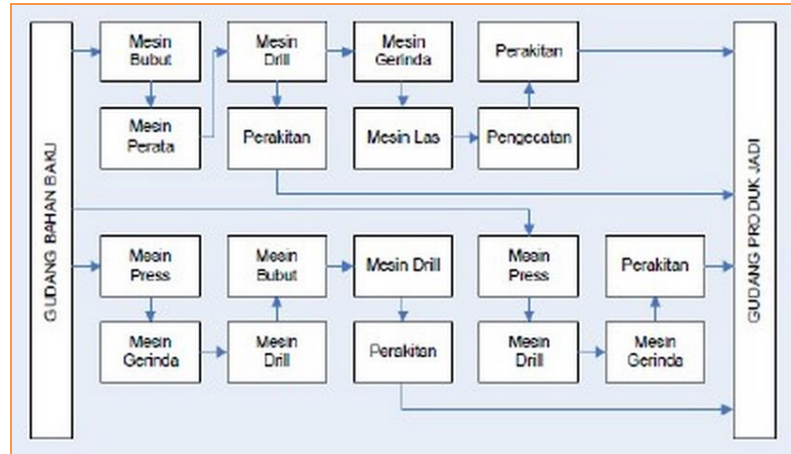
Gambar 4.14. Contoh Process Layout
(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

- 3) **Fixed Layout**, yaitu tipe layout dengan variasi produk rendah dan volume rendah. Pengaturan material/komponen produk akan tetap pada posisinya, sedangkan fasilitas produksi yang bergerak berpindah menuju lokasi material tersebut. Contoh *fixed layout* dapat di lihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15. Contoh Fixed Layout
(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

- 4) **Group Layout**, yaitu tipe layout untuk variasi produk sedang dan volume sedang. Fasilitas produksi dikelompokkan untuk pembuatan produk yang memerlukan proses operasi yang sama. Contoh *group layout* dapat di lihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.15. Contoh Group Layout
(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

4.4. Penanganan Material

Pada sebagian proses *manufacturing*, lebih baik bahan yang bergerak/berpindah dari pada orang atau mesin. Pada kasus tertentu terkadang akan lebih baik manusia atau mesin (atau kedua-duanya) yang bergerak/berpindah. Contoh: Industri Pesawat Terbang, Industri Kapal.

Aktivitas penanganan material (material handling/MH) dapat diklasifikasikan sebagai kegiatan “non produktif” sebab tidak memberikan nilai perubahan apa-apa terhadap bahan/material yang dipindahkan. Tidak akan terjadi perubahan bentuk, dimensi, maupun sifat-sifat fisik/kimiawi dari material yang dipindahkan, malahan

akan menambah biaya (*cost*). Jadi harus ditekan biayanya dengan mengatur jarak perpindahan sependek-pendeknya.

Menurut Tompkins (1996, hal. 137), dalam suatu pabrik *material handling* merupakan 25% dari seluruh tenaga kerja, 55% dari seluruh ruang pabrik, MH 87% dari waktu produksi, 15%-70% dari total biaya produk manufaktur, 3%-5% kerusakan (“*damage*”), sehingga untuk mengurangi *cost*, salah satu perhatian adalah ke *material handling*.

Berdasarkan hasil penelitian, pengangkutan/pemindahan material dari yang berbentuk bahan baku hingga produk jadi berlangsung \pm 40%-70% kali pemindahan, atau hampir 50%-70% dari total aktivitas produksi. MH adalah bagian penting dari masalah perancangan fasilitas (*facilities design problem*). Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas perancangan MH berhubungan erat sekali dengan aktivitas PTLF.

Menurut Tompkin (1996, hal.130), “*Material Handling means Art and Science of moving, storing, protecting (packaging) and controlling material. Material Handling means providing the right amount of the right materials, in the right conditions, at the right place, at the right time, in the right position, in the right sequence, and for the right cost, by using the right methods.*”

Sedangkan menurut *American Material Handling Society (AMHS)*, “*Material Handling (penanganan material) adalah seni dan ilmu yang meliputi penanganan (handling), pemindahan (moving), pengemasan/pengepakan (packaging), penyimpanan (storing) sekaligus pengendalian/pengawasan (controlling) dari bahan atau material dengan segala bentuknya.*”

Ruang lingkup dari *material handling*, terdiri dari:

- 1) *Handling*
- 2) *Moving*
- 3) *Packaging*
- 4) *Storing*
- 5) *Controlling*

Tujuan kegiatan *material handling*, antara lain: (Wignjosoebroto, 2009, hal. 227 dan Apple, 1990, hal. 378)

- 1) Menambah kapasitas produksi.
- 2) Memperbaiki kondisi area kerja.
- 3) Memperbaiki distribusi material.
- 4) Mengurangi biaya/ongkos produksi.
- 5) Mengurangi limbah buangan (*waste*).

Material handling memiliki beberapa jenis, antara lain: (Grover, 2001, Hal. 282)

- 1) *Conveyor*.
- 2) *Crane & Hoist (Jib Crane with Hoist)*.
- 3) *Monorail*.
- 4) *Forklift Truck, Industrial Truck*.
- 5) *Unit Load AGV*.

Sedangkan jenis *material handling* menurut Wignjosoebroto (2009, hal. 232) dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Jenis *Material Handling*

Jenis <i>Material Handling</i>	Uraian	Contoh
<i>Conveyor</i> (Penghantar)	Peralatan MH dengan lintasan tetap	<i>Conveyor, Monorail</i>
<i>Cranes and Hoist</i> (Derek dan Kerekan)	Peralatan MH untuk area terbatas	<i>Bridge & Jib Cranes, Gantry Cranes, Cable & Boom System</i>
<i>Trucks</i> (Truk)	Peralatan MH yang mobile (bergerak)	<i>Forklift, Tractor, Trailer, Skid truck</i>
<i>Auxiliary Equipment</i> (Perlengkapan Tambahan)	Perlengkapan bantu pemindahan/penyimpanan bahan	<i>Containers and Support</i>

Langkah-langkah untuk perancangan *material handling*, antara lain: (Tompkin, Hal. 159)

- 1) Tetapkan tujuan dan lingkup sistem MH.
- 2) Analisa persyaratan *moving, storing, protecting, controlling* material.
- 3) Hasilkan rancangan alternatif yang sesuai dengan sistem MH.
- 4) Evaluasi rancangan alternatif sistem MH.
- 5) Pilihlah rancangan yang paling sesuai untuk *moving, storing, protecting* dan *controlling* material.
- 6) Terapkan rancangan terpilih, termasuk seleksi perusahaan pemasok, pelatihan operator, instalasi, *toubleshooting* alat MH, sistem audit periodik.

Dalam perancangan sistem *material handling* terdapat pertimbangan yang harus diperhatikan, antara lain:

- 1) Sistem MH yang baik memberikan peningkatan dalam efisiensi perpindahan material dari satu departemen ke departemen lain, sehingga biaya MH dapat ditekan seminimal mungkin.
- 2) Pertimbangan untuk dapat merancang sistem dan menetapkan peralatan MH yang baik adalah:
 - a) Karakteristik material (sifat fisik, ukuran, berat, bentuk, kondisi, resiko keamanan).
 - b) Tingkat aliran (kuantitas dan jarak perpindahan material)
 - c) Tipe Tata letak Pabrik
 - *Product: conveyor*
 - *Process: HT, FL, AGV*
 - *Fixed: cranes, hoist, Industrial Truck*

Link Jurnal

<http://ejurnal.esaunggul.ac.id/index.php/inovisi/article/view/971/899>

Kuis

1. Yang **bukan** termasuk dalam tahapan yang dilakukan oleh ahli teknik industri yang berhubungan dengan desain dari industri manufaktur dan/atau jasa. adalah:
 - a. Pengukuran Waktu
 - b. Teknik Tata Cara Kerja
 - c. Tata Letak Fasilitas
 - d. Penanganan Material

2. Yang **bukan** termasuk jenis kelonggaran, yaitu:
 - a. Kebutuhan pribadi
 - b. Keterampilan
 - c. Menghilangkan kelelahan
 - d. Hambatan tak terhindarkan
3. Yang termasuk peta kerja mikro (peta kerja setempat) adalah:
 - a. Peta proses operasi (*operation process chart*)
 - b. Peta aliran proses (*flow process chart*)
 - c. Peta pekerja dan mesin (*man machine chart*)
 - d. Diagram aliran (*flow diagram*)
4. Tipe layout untuk variasi produk tinggi dan volume rendah, adalah:
 - a. Product layout
 - b. Process layout
 - c. Fixed layout
 - d. Group layout
5. Yang **bukan** termasuk pertimbangan untuk dapat merancang sistem dan menetapkan peralatan MH yang baik adalah:
 - a. Karakteristik material
 - b. Tingkat aliran
 - c. Tipe tata letak
 - d. Seleksi perusahaan pemasok

Tugas

Jawablah pertanyaan dibawah ini yang bersumber dari modul dan jurnal yang saudara baca sebelumnya:

1. Dari link jurnal dalam pembelajaran ini, jelaskan:
 - a. Latar belakang dan tujuan dari penelitian tersebut.
 - b. Metode yang digunakan pada penelitian tersebut.
 - c. Hasil dari penelitian tersebut.
 - d. Manfaat dari hasil penelitian tersebut.

Referensi

- Apple. James M., 1990, Tataletak Pabrik dan Pemindahan Bahan, Penerbit ITB, Bandung
- Groover, Mikell P., 2001, Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing, Second Edition, New Jersey, Prentice Hall Inc
- Meyers. Fred E., 1993, Plant Layout and Material Handling, Prentice Hall, USA
- Sutalaksana. Iftikar Z, dkk, 2006, Teknik Perancangan Sistem Kerja, ITB
- Tompkins, James A., et.al., Facilities Planning, John Wiley & Sons, Canada
- Wignjosoebroto. S, 2008, Ergonomi Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja, PT. Guna Widya, Surabaya
- Wignjosoebroto. S, 2009, Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan, PT. Guna Widya, Jakarta, Indonesia