

2. LANDASAN TEORI

2.1. Definisi dan Pengertian Analisis Perancangan Kerja

Analisis Perancangan Kerja atau disebut juga Teknik Tata Cara (TTC) adalah suatu ilmu yang terdiri dari teknik-teknik dan prinsip-prinsip untuk mendapatkan rancangan (desain) terbaik dari sistem kerja. Teknik-teknik dan prinsip-prinsip ini digunakan untuk mengatur komponen-komponen sistem kerja yang terdiri dari manusia dengan sifat dan kemampuannya, bahan, perlengkapan dan peralatan kerja, serta lingkungan kerja sedemikian rupa sehingga dicapai tingkat efisiensi dan produktivitas yang tinggi yang diukur dari waktu yang dipergunakan, tenaga yang dipakai serta akibat-akibat psikologis dan sosiologis yang ditimbulkannya.

Teknik Tata Cara merupakan perpaduan antara teknik-teknik pengukuran dan prinsip-prinsip studi gerakan. Yang dicari dengan teknik-teknik dan prinsip-prinsip ini adalah sistem kerja terbaik yaitu yang memiliki efisiensi dan produktivitas setinggi-tingginya. Sistem kerja itu sendiri terdiri dari empat komponen yaitu manusia, bahan, perlengkapan dan peralatan seperti mesin dan perkakas pembantu, lingkungan kerja seperti ruangan dengan udaranya dan keadaan pekerja-pekerja lainnya di sekelilingnya. Artinya komponen-komponen itulah yang mempengaruhi efisiensi dan produktivitas kerja. Dengan menggunakan prinsip-prinsip dan teknik-teknik yang disebutkan di atas, komponen-komponen diatur sehingga berada dalam suatu komposisi yang memungkinkan tercapainya tujuan tadi.

Efisiensi, dapat didefinisikan sebagai keluaran (output) dibagi masukan (input). Semakin besar harga ratio ini semakin tinggi efisiensinya. Di dalam proses sebuah produk, efisiensi penggunaan bahan dihitung dengan membagi banyak bahan yang menjadi produk jadi dengan banyak bahan yang dimasukkan ke dalam proses. Dalam teknik tata cara kerja, pengertian efisiensi diterapkan dalam bentuk perbandingan antara hasil (performance) yang dicapai dengan ongkos yang dikeluarkan untuk mendapatkan hasil tersebut. Yang dimaksudkan

dengan ongkos di sini bukanlah besarnya uang yang dikeluarkan untuk memberikan hasil tertentu, tetapi dalam pengertian yang lebih luas yaitu dapat berupa waktu yang dipergunakan, tenaga yang dipakai atau akibat-akibat psikologis dan sosiologis dari pekerjaan yang bersangkutan.

2.2. Ruang Lingkup Teknik Tata Cara Kerja

Bila ditinjau lebih lanjut maka ruang lingkup ilmu teknik tata cara dapat dibagi ke dalam dua bagian besar masing-masing pengaturan kerja dan pengukuran kerja.

Pengaturan kerja berisikan prinsip-prinsip mengatur komponen-komponen sistem kerja untuk mendapatkan alternatif-alternatif sistem kerja terbaik. Di sini komponen-komponen sistem kerja diatur sehingga secara bersama-sama berada dalam suatu komposisi yang baik yaitu yang dapat memberikan efisiensi dan produktivitas tertinggi. Jadi pada bagian pengaturan ini kita dipersenjatai dengan prinsip-prinsip yang harus diperhatikan dan diusahakan pelaksanaannya. Dengan prinsip-prinsip ini kita akan mendapatkan alternatif-alternatif sistem kerja terbaik.

Pengetahuan yang diperlukan untuk melakukan pengaturan terhadap pekerjaan, bahan, peralatan dan perlengkapan serta lingkungan kerja, dipelajari melalui apa yang dinamakan ergonomi, studi gerakan dan ekonomi gerakan.

Prinsip-prinsip kerjalah yang membimbing untuk memusatkan perhatian hanya kepada beberapa alternatif saja, tentunya yang merupakan beberapa alternatif yang terbaik sehingga usaha mencari satu sistem terbaik dapat lebih mudah dan lebih cepat diselesaikan.

Setelah mendapatkan beberapa alternatif terbaik, langkah berikutnya adalah memilih satu diantaranya. Karena antara satu alternatif dengan alternatif lainnya memiliki kelebihan dan kelemahan di segi yang berbeda maka perlu dilakukan pengukuran terhadap masing-masing alternatif.

Ada empat kriteria yang dipandang sebagai pengukuran yang baik tentang kebaikan dari sistem kerja yaitu waktu, tenaga, psikologis dan sosiologis. Artinya suatu sistem kerja dinilai baik jika sistem ini memungkinkan waktu penyelesaian sangat singkat, tenaga yang diperlukan untuk menyelesaikan sangat

sedikit dan akibat-akibat psikologis dan sosiologis yang ditimbulkan sangat minim. Berdasarkan kriteria-kriteria inilah alternatif-alternatif sistem kerja dibandingkan satu terhadap lainnya. Semakin murah biaya yang dikeluarkan maka akan semakin baik sistem kerja.

Bagian dari teknik tata cara yang mempelajari cara-cara pengukuran kerja sistem kerja disebut pengukuran kerja. Bagian ini berisi teknik-teknik pengukuran waktu, tenaga dan akibat-akibat psikologis dan sosiologis. Teknik-teknik ini dikembangkan secara multi disiplin, artinya dengan menggunakan dan memadukan berbagai ilmu seperti statistik, fisiologi, psikologi dan sosiologi.

Jadi sesungguhnya, keadaan optimal yang dikehendaki didapat dengan mengoptimalkan sistem atau sistem kerja yang terbaik. Pengaturan kerja memungkinkan didapatkannya sistem-sistem kerja yang baik, pengukuran kerja menunjukkan sistem yang terbaik dan berapa waktu penyelesaian yang sebenarnya. Dengan demikian terlihat bagaimana prinsip-prinsip dan teknik-teknik dalam teknik tata cara kerja berperan dalam perencanaan dan perancangan kegiatan produksi serta mendapatkan suatu keadaan yang paling optimal.

2.3. Perancangan Sistem Kerja

Salah satu kajian bidang teknik industri adalah perancangan sistem kerja untuk mendapatkan sistem kerja yang terbaik (atau lebih baik). Suatu sistem kerja dikatakan baik jika sistem kerja tersebut memiliki efisiensi dan produktivitas yang tinggi. Efisiensi artinya sebagai penghematan input sistem kerja, sedangkan produktivitas dimaksudkan sebagai perbandingan antara output yang dihasilkan dengan input yang dimasukkan ke dalam sistem kerja.

Untuk mendapatkan rancangan sistem kerja yang baik maka perlu ditinjau komponen-komponen pembentukan sistem kerja. Setiap komponen yang terlibat dalam sistem kerja akan diteliti kondisinya, sehingga kekurangan dan kelemahan yang ada pada setiap komponen bisa dianalisis dan dicari penyebabnya untuk kemudian diperbaiki.

2.3.1. Komponen Sistem Kerja

Dalam setiap sistem kerja terdapat empat komponen, yaitu manusia, bahan, mesin atau peralatan serta lingkungan kerja. Perbaikan dan perancangan terhadap suatu sistem kerja harus memperhatikan keempat komponen tersebut.

a. Manusia

Peranan manusia dalam sistem kerja adalah sebagai perancang, pelaksana dan pengevaluasi. Manusia sebagai pekerja merupakan variabel hidup dengan berbagai sifat dan kemampuannya memberi pengaruh yang sangat besar atas keberhasilan sistem kerja. Dalam merancang sistem kerja perlu diketahui segala kelebihan dan keterbatasan manusia dalam melakukan pekerjaannya. Diharapkan dari hasil rancangan sistem kerja akan diperoleh suatu kesatuan antara manusia dengan pekerjaannya. Untuk itu harus dicapai suatu kondisi yang memungkinkan manusia merasakan kenyamanan dan keamanan dalam bekerja agar manusia dapat bekerja secara efisien, dalam arti beban (fisik, mental dan sosial) yang dikeluarkan sekecil mungkin, dengan tingkat produktivitas yang tinggi. Kesesuaian antara manusia dengan komponen sistem kerja lain sangat penting untuk diperhatikan. Karena dalam melakukan pekerjaannya manusia tidak terlepas dari komponen-komponen tersebut.

b. Bahan

Pengertian bahan di sini adalah segala sesuatu yang akan diproses dalam suatu sistem kerja. Bahan ini bisa dikatakan input yang masuk ke dalam sistem kerja dan setelah dikerjakan oleh manusia, baik secara manual maupun dengan bantuan mesin dan peralatan, maka akan menjadi output sistem kerja. Untuk itulah agar diperoleh output yang baik maka harus ada kesesuaian antara bahan dengan manusia dan peralatan yang berlaku sebagai pemroses. Penyesuaian yang dilakukan terhadap bahan meliputi ukuran atau dimensi, bentuk, warna dan faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap proses dalam sistem kerja.

c. Mesin dan peralatan

Komposisi ini berupa segala sesuatu yang membantu manusia dalam memproses input sistem kerja. Walaupun komponen ini bisa berjalan dengan sendirinya (misalkan mesin otomatis) tetapi masih selalu berhubungan dengan manusia. Untuk itulah dalam perancangan sistem kerja mesin dan perlengkapan

harus disesuaikan dengan manusia dan bahan yang akan diproses. Manusia sebagai komponen yang akan menangani mesin dan peralatan harus dapat mengontrol jalannya mesin dan penanganan alat. Mesin dan peralatan yang baik harus mudah dipergunakan oleh manusia dengan aman dan nyaman. Agar dapat dicapai suatu keadaan tersebut maka harus dirancang mesin dan peralatan dengan ukuran, bentuk serta faktor-faktor lain yang sesuai dengan kondisi pemakainya (manusia) dan bahan yang akan diproses.

d. Lingkungan kerja

Dalam melakukan pekerjaannya, manusia tidak dapat terlepas dari kondisi lingkungan kerjanya. Manusia dapat bekerja dengan baik jika kondisi lingkungan tempat bekerja dirasakan nyaman untuk bekerja. Kondisi lingkungan kerja yang biasanya berpengaruh terhadap hasil kerja manusia adalah :

- Temperatur

Dalam keadaan normal, tiap anggota tubuh manusia memiliki temperatur yang berbeda-beda. Tubuh manusia selalu berusaha untuk mempertahankan keadaan normal ini dengan suatu sistem tubuh yang sangat sempurna sehingga dapat menyesuaikan diri dengan perubahan-perubahan yang terjadi di luar tubuhnya. Tetapi kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan temperatur luar ini ada batasannya, yaitu bahwa tubuh manusia masih mampu menyesuaikan diri dengan temperatur luar jika perubahan temperatur luar tersebut tidak melebihi dari 29% untuk kondisi panas dan 35% untuk kondisi dingin, semuanya dari keadaan normal tubuh.

Sebagaimana kita rasakan dan ketahui bahwa temperatur udara yang terlampau dingin akan mengakibatkan gairah kerja menjadi menurun. Sedangkan temperatur udara yang terlampau panas akan mengakibatkan cepat timbulnya kelelahan tubuh dan dalam bekerja cenderung membuat banyak kesalahan. Menurut penyelidikan, untuk berbagai tingkat temperatur akan memberikan pengaruh yang berbeda-beda seperti diuraikan sebagai berikut :

Tabel 2.1. Tingkat Temperatur dan Pengaruhnya

Temperatur	Keterangan
49°C	Temperatur yang dapat ditahan sekitar satu jam tetapi jauh diatas tingkat kemampuan fisik dan mental
29.5°C	Aktivitas mental dan daya tangkap menurun dan mulai membuat kesalahan dalam pekerjaan serta akan menimbulkan kelelahan fisik
24°C	Kondisi optimum
10°C	Kekakuan fisik yang ekstrim mulai muncul

Sumber : Sutalaksana

Angka-angka tersebut tidak mutlak berlaku untuk setiap orang karena sebenarnya kemampuan beradaptasi tiap orang berbeda-beda, tergantung di daerah bagaimana dia dapat hidup. Orang yang biasa hidup di daerah panas berbeda kemampuannya beradaptasi dibandingkan dengan mereka yang hidup di daerah dingin atau sedang. Tichauer telah menyelidiki pengaruh temperatur terhadap produktivitas para pekerja penenunan kapas, yang menyimpulkan bahwa tingkat produksi paling tinggi dicapai pada kondisi temperatur antara 75°-80°F atau 24°-27°C.

- **Pencahayaan**

Pencahayaan sangat mempengaruhi kemampuan manusia untuk melihat obyek-obyek secara jelas, cepat, tanpa menimbulkan kesalahan. Kebutuhan akan pencahayaan yang baik akan semakin diperlukan apabila mengerjakan suatu pekerjaan yang memerlukan ketelitian pengelihatannya. Pencahayaan yang terlalu suram, mengakibatkan mata pekerja menjadi cepat lelah karena mata akan berusaha untuk bisa melihat, dimana kelelahan mata menyebabkan kelelahan mental, lebih jauh lagi dapat menimbulkan kerusakan mata.

Efektivitas mata untuk dapat melihat obyeknya, salah satunya ditentukan oleh letak sumber cahaya tersebut. Sebaliknya mata tidak langsung menerima cahaya dari sumbernya, tetapi cahaya tersebut harus mengenai obyek yang akan dilihat, yang kemudian dipantulkan oleh obyek tersebut ke mata kita sehingga obyek tersebut dapat dilihat.

Intensitas cahaya adalah banyaknya sinar mengenai suatu permukaan. Pada umumnya intensitas penerangan dalam kerja dapat diatur sesuai dengan tabel berikut :

Tabel 2.2. Pedoman Intensitas Penerangan

Pekerjaan	Contoh-contoh	Tingkat Penerangan (LUX)
Tidak teliti	Penimbunan barang	80 - 170
Agak teliti	Pemasangan (tidak teliti)	170 - 350
Teliti	Membaca, menggambar	350 - 700
Sangat teliti	Pemasangan (teliti)	700 - 10000

Sumber : Suma'mur

Angka-angka pedoman ini dipengaruhi oleh tingkat refleksi permukaan dari unit kerja, dimana yang dimaksud dengan tingkat refleksi permukaan adalah berapa bagian cahaya yang dipantulkan oleh suatu permukaan.

Tabel 2.3. Refleksi Permukaan

Jenis Permukaan	Refleksi Permukaan (%)
Langit-langit	80 - 90
Dinding	40 - 60
Perkakas (mebel)	25 - 45
Mesin dan perlengkapannya	30 - 50
Langit	20 - 40

Sumber : Suma'mur

- Kebisingan

Kemajuan teknologi ternyata banyak menimbulkan masalah-masalah seperti diantaranya polusi, dimana keadaan ini tidak terjadi di masa lampau. Salah satu polusi yang sekarang cukup menyibukkan para ahli untuk mengatasinya ialah kebisingan, yaitu bunyi. Kebisingan dalam suatu lingkungan dapat menimbulkan berbagai masalah. Alat pendengaran akan rusak oleh suara yang keras pada periode yang lama, atau oleh suara yang sangat keras pada periode yang singkat. Kebisingan sangat berpengaruh terhadap kenyamanan dan keamanan pekerja serta performansi kerja atau outputnya. Adalah suatu kenyataan, walaupun kontradiktif, bahwa

kebisingan dapat juga menimbulkan respon psikologis yang mempengaruhi kesehatan dan menimbulkan stress pada tempat kerja.

Ada tiga aspek yang menentukan kualitas suatu bunyi, yang dapat menentukan tingkat gangguan terhadap manusia, yaitu lama, intensitas, dan frekuensinya. Makin lama telinga mendengarkan kebisingan, makin buruk akibatnya, diantaranya pendengaran yang makin berkurang. Frekuensi diukur dalam putaran per detik atau hertz dan dirasakan sebagai tinggi rendah suara, intensitas biasanya diukur dengan satuan desibel (dB), yang menunjukkan besarnya arus energi per satuan luas. Berikut ini ditunjukkan tabel skala intensitas yang biasa terjadi di suatu tempat atau akibat suatu alat atau keadaan :

Tabel 2.4. Skala Intensitas Kebisingan

Keterangan	Desibel (dB)	Batas Dengar Tertinggi
Menulikan	120 - 100	Halilintar Meriam Mesin Uap
Sangat pikuk	100 - 80	Jalan hiruk pikuk Perusahaan sangat gaduh Peluit polisi
Kuat	80 - 60	Kantor gaduh Jalan pada umumnya Radio Perusahaan
Sedang	60 - 40	Rumah gaduh Kantor pada umumnya Percakapan kuat Radio perlahan
Tenang	40 - 20	Rumah tenang Kantor perorangan Auditorium Percakapan
Sangat tenang	20 - 0	Suara daun-daun Berbisik Batas dengar terendah

Sumber : Sutamakana

Kebisingan dalam jangka waktu tertentu dapat mempengaruhi manusia dalam pekerjaannya, terutama dalam bentuk :

- Gangguan komunikasi

Kebisingan dapat menimbulkan kesalahan komunikasi.

- Efek psikologis

Kebisingan dapat mengganggu ketenangan dalam bekerja, mengganggu konsentrasi, mempengaruhi emosi pendengaran dan sebagainya.

- Efek fisiologis

Kebisingan dalam jangka waktu yang lama dapat merusak fungsi pendengaran. Kebisingan menyebabkan hilangnya daya pendengaran seseorang, baik sebagian maupun keseluruhan.

2.3.2. Ergonomi

Untuk mendapatkan atau menghasilkan suatu sistem kerja yang baik, perlu diketahui sifat-sifat, keterbatasan-keterbatasan serta kemampuan yang dimiliki oleh manusia, sebab manusia berperan sentral sebagai perencana, pelaksana, pengendali dan mengevaluasi sistem kerja keseluruhan agar mendapatkan hasil yang baik.

Ergonomi merupakan salah satu ilmu yang mempelajari manusia beserta perilakunya dalam sistem kerja yang secara sistematis memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia dalam merancang suatu sistem kerja, sehingga diharapkan penggunaan obyek fisik dan fasilitas oleh manusia lebih efektif dan memberikan keselamatan, kenyamanan, kesehatan serta kepuasan bagi pemakai fasilitas tersebut.

Ergonomi dikelompokkan menjadi empat bidang penyelidikan, yaitu sebagai berikut :

a. Penyelidikan tentang display

Yang dimaksud dengan display di sini adalah bagian dari lingkungan yang mengkoordinasikan keadaannya kepada manusia. Contohnya, kalau ingin mengetahui berapa kecepatan motor yang sedang dikemudikan, maka dengan melihat jarum speedometer, maka akan diketahui keadaan lingkungan, dalam hal ini adalah keadaan motor.

b. Penyelidikan mengenai hasil kerja manusia dan proses pengendalian

Dalam hal ini diselidiki mengenai aktivitas-aktivitas manusia ketika bekerja dan kemudian mempelajari cara mengukur dari setiap aktivitas tersebut, dimana penyelidikan ini banyak berhubungan dengan biomekanik.

c. Penyelidikan mengenai tempat kerja

Agar diperoleh tempat kerja yang baik, dalam arti sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan manusia, maka ukuran-ukuran dari tempat kerja tersebut harus sesuai dengan tubuh manusia.

d. Penyelidikan mengenai lingkungan fisik

Yang dimaksud dengan lingkungan fisik di sini meliputi ruang fasilitas-fasilitas yang biasa digunakan oleh manusia, serta kondisi lingkungan kerja, yang kedua-duanya banyak mempengaruhi tingkah laku manusia.

2.3.3. Pengukuran Sistem Kerja

Tujuan perancangan sistem kerja adalah untuk mendapatkan sistem kerja yang memiliki efisiensi dan produktivitas yang tinggi. Ada beberapa macam kriteria yang digunakan untuk mengukur keberhasilan suatu sistem kerja sehingga suatu sistem kerja bisa dikatakan efisien dan produktif. Kriteria tersebut adalah kriteria hasil kerja, kriteria fisiologis, kriteria psikologis dan kriteria sosiologis.

a. Kriteria hasil kerja

Kriteria yang dilakukan manusia terhadap bahan dan input suatu sistem kerja diharapkan mempunyai hasil yang optimum. Hasil kerja bisa diukur dari segi kuantitas dan kualitasnya. Kuantitas diartikan sebagai jumlah satuan output yang telah diproses dan dihasilkan dalam suatu sistem kerja. Untuk mengukur besarnya kuantitas ini dapat dilakukan secara langsung dengan menghitung jumlah output per satuan waktu tertentu atau bisa juga dengan mengukur waktu yang diperlukan untuk menghasilkan atau memproses satu output, dalam hal ini disebut sebagai waktu baku. Semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu output maka kuantitas yang dihasilkan sistem kerja tersebut berarti semakin besar. Kriteria lain untuk mengukur hasil suatu sistem kerja adalah berdasarkan kualitas output yang dihasilkan sistem kerja. Semakin sedikit jumlah cacat yang dihasilkan maka kualitas outputnya

semakin tinggi. Terdapat kecenderungan bahwa untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang tinggi biasanya memerlukan waktu baku yang lama, atau sebaliknya pekerjaan yang dilakukan dengan waktu yang singkat akan menghasilkan produk yang berkualitas rendah. Melalui perancangan sistem kerja akan dicoba meningkatkan hasil kerja, baik dari segi kuantitas maupun kualitas sehingga bisa dihasilkan produk yang berkualitas tinggi dengan waktu baku yang singkat.

b. Kriteria fisiologis

Kerja fisik akan mengakibatkan perubahan pada fungsi alat-alat tubuh, yang dapat dideteksi melalui : konsumsi oksigen, denyut jantung, peredaran darah dalam paru-paru, temperatur tubuh, konsentrasi asam laktat dalam darah, komposisi kimia dalam darah dan air seni, tingkat penguapan dan faktor lainnya.

Kerja fisik mengakibatkan pengeluaran energi yang berhubungan erat dengan konsumsi energi. Konsumsi energi pada waktu kerja biasanya ditentukan dengan cara tidak langsung, yaitu melalui pengukuran kecepatan denyut jantung dan konsumsi oksigen. Semakin tinggi kecepatan denyut jantung, maka konsumsi oksigen semakin besar dan semakin besar pula konsumsi energi.

Sistem kerja dikatakan baik berdasarkan kriteria fisiologis jika manusia atau pekerja yang terlibat didalamnya menerima beban fisik yang masih dalam batas kemampuannya. Sistem kerja yang mengharuskan pekerjanya menerima beban fisik secara berlebihan pada akhirnya justru akan menurunkan produktivitas sistem kerja tersebut. Karena beban fisik yang melebihi kemampuan tubuh manusia akan merusak organ tubuh sehingga kemampuan fisiknya akan mengalami degradasi.

c. Kriteria psikologis

Kriteria psikologis ini berkaitan dengan beban mental yang dialami pekerja dalam suatu sistem kerja. Semakin tinggi tingkat teknologi maka usaha fisik diganti oleh usaha mental. Pengukuran beban mental biasanya lebih sulit dilakukan daripada pengukuran beban fisik.

d. Kriteria sosiologis

Hubungan antara seorang pekerja dengan para pekerja lainnya atau antara pekerja dengan pengawasnya ataupun hubungan antara pekerja (atau para pekerja) dengan pihak manajemen dapat dijadikan sebagai tolok ukur keberhasilan suatu sistem kerja. Sistem kerja yang baik akan mengkondisikan suatu hubungan yang harmonis antara para pekerja, pengawas dan pihak manajemen sehingga diperoleh tingkat produktivitas yang tinggi dari sistem kerja tersebut.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Elton Mayo yang dikenal sebagai "Hawthorne Studies" didapatkan bahwa kondisi lingkungan fisik kecil pengaruhnya terhadap produktivitas dan dapat disimpulkan bahwa suatu rangkaian sikap yang jalin-menjalin telah mempengaruhi produktivitas. Pekerja akan bekerja lebih keras jika mereka percaya bahwa manajemen memperhatikan kesejahteraan mereka dan pengawas memberikan perhatian khusus. Juga disimpulkan bahwa kelompok kerja informal lingkungan sosial karyawan sangat berpengaruh terhadap produktivitas.

2.3.4. Pengukuran Waktu

Untuk dapat menentukan waktu baku suatu pekerjaan dapat digunakan beberapa metode berikut ini, antara lain :

- Menarik kesimpulan berdasarkan pengalaman masa lalu

Waktu standard pengerjaan suatu operasi didapat dengan cara melakukan penaksiran beberapa catatan-catatan atau ingatan dari pengalaman masa lalu. Kelebihan metode ini dibandingkan dengan metode lainnya hanyalah soal waktu dan biaya pembuatannya yang rendah. Sedangkan salah satu kekurangannya adalah sampai seberapa jauh si penaksir dapat mengontrol kebenaran dari standard yang dibuatnya berdasarkan pengalaman masa lalu tersebut.

- Pengamatan dan pengukuran langsung

Teknik pengukuran waktu ini disebut demikian, karena pengukurannya dilakukan secara langsung di tempat dimana pekerjaan yang bersangkutan

dijalankan. Dalam melakukan pengamatan dan pengukuran langsung ini dikenal dua metode dasar yang berbeda, yaitu :

a. Pengukuran waktu jam henti

Sesuai dengan namanya, maka pengukuran waktu ini menggunakan jam henti stopwatch sebagai alat utamanya. Metode ini paling banyak digunakan karena kesederhanaan aturan pengerjaannya dibandingkan dengan metode lainnya.

b. Sampling pekerjaan

Beda sampling pekerjaan dengan cara jam henti adalah bahwa pada cara sampling pekerjaan ini pengamat tidak terus menerus berada di tempat pekerjaan berlangsung, melainkan mengamatinya hanya pada waktu-waktu yang telah ditentukan secara acak. Jadi cara kerja metode ini didasarkan pada teori kemungkinan.

c. Pengukuran waktu dengan cara sintesa

Pengukuran waktu penyelesaian pekerjaan dengan cara sintesa dapat juga disebut dengan pengukuran waktu secara tidak langsung, karena perhitungan waktu dilakukan tanpa harus berada di tempat pekerjaan tersebut dilakukan. Waktu penyelesaian pekerjaan tersebut diperoleh dengan cara mensintesa waktu dari elemen-elemen pekerjaan atau gerakan-gerakan yang membentuknya, dimana waktu dari elemen-elemen pekerjaan atau gerakan-gerakan tersebut sebelumnya sudah dibakukan dan biasanya ditabelkan. Yang termasuk kelompok ini adalah data waktu baku dan data waktu gerakan. Metode ini dapat digunakan untuk mendapatkan solusi terbaik dari alternatif-alternatif yang ada dari suatu sistem kerja.

2.3.4.1. Langkah-langkah Sebelum Melakukan Pengukuran

Untuk mendapatkan hasil yang baik tidaklah cukup sekedar melakukan beberapa kali pengukuran dengan menggunakan jam henti. Banyak faktor yang harus diperhatikan agar pada akhirnya dapat diperoleh waktu yang pantas untuk pekerjaan yang bersangkutan. Berikut ini adalah langkah-langkah yang perlu diikuti agar maksud di atas dapat tercapai.

a. Penetapan tujuan pengukuran

Sebagaimana dengan kegiatan lain, tujuan melakukan kegiatan harus ditetapkan terlebih dahulu. Dalam pengukuran waktu, hal penting yang harus diketahui dan ditetapkan adalah untuk apa hasil pengukuran ditetapkan, berapa tingkat ketelitian dan keyakinan yang diinginkan dari hasil pengukuran tersebut.

b. Melakukan penelitian pendahuluan

Yang dicari dari pengukuran waktu adalah waktu yang pantas diberikan kepada pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Tentu dari suatu kondisi kerja yang ada dapat dicari waktu yang pantas tersebut. Artinya akan didapat juga waktu yang pantas untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kondisi yang bersangkutan.

Waktu kerja yang pantas hendaknya merupakan waktu kerja yang didapat dari kondisi kerja yang baik. Dengan kata lain, pengukuran waktu sebaiknya dilakukan bila kondisi kerja dari pekerjaan yang diukur sudah baik. Jika belum maka kondisi kerja yang ada hendaknya diperbaiki terlebih dahulu. Untuk memperbaiki kondisi dan cara kerja yang ada diperlukan pengetahuan dan penerapan perancangan sistem kerja yang baik.

c. Memilih operator

Operator yang akan melakukan pekerjaan yang diukur bukanlah orang yang begitu saja diambil dari pabrik. Orang ini harus memenuhi beberapa persyaratan tertentu agar pengukuran dapat berjalan dengan baik dan dapat diandalkan hasilnya. Syarat-syarat tersebut adalah operator yang berkemampuan normal dan dapat diajak bekerja sama pada saat pengukuran dilakukan.

Kembali pada tujuan pengukuran waktu yaitu untuk mendapatkan waktu penyelesaian yang normal, maka dengan melihat kenyataan yang ada, jelaslah bahwa yang dicari bukanlah orang yang berkemampuan tinggi atau yang berkemampuan rendah yang pada umumnya mempunyai prosentase yang sangat kecil dari sejumlah operator yang ada. Jadi yang dicari adalah waktu penyelesaian pekerjaan yang secara wajar diperlukan oleh pekerja-pekerja normal, dan ini adalah orang-orang yang berkemampuan rata-rata.

Disamping itu, sangat perlu apabila operator yang terpilih memenuhi syarat tersebut diberikan pengarahan terlebih dahulu mengenai tujuan pengukuran yang akan dilakukan. Karena dapat terjadi operator yang bekerja wajar akan menjadi tidak wajar pada saat dilakukan pengukuran.

d. Melatih operator

Walaupun operator yang baik telah didapat, kadang-kadang masih diperlukan adanya latihan bagi operator tersebut terutama bila kondisi dan cara kerja yang digunakan tidak sama dengan yang biasa dijalankan selama ini. Hal ini terjadi pada saat penelitian pendahuluan kondisi kerja atau cara kerja sudah mengalami perubahan. Dalam kondisi ini operator harus dilatih terlebih dahulu karena sebelum diukur operator harus sudah terbiasa dengan kondisi dan cara kerja yang telah ditetapkan itu. Sehingga operator baru dapat diukur bila sudah berada pada tingkat penguasaan maksimal dan stabil.

e. Menguraikan pekerjaan atas elemen-elemen pekerjaan

Di sini pekerjaan dipecah menjadi elemen-elemen pekerjaan yang merupakan gerakan dari pekerjaan yang bersangkutan atau merupakan pekerjaan kecil bagian dari pekerjaan yang skalanya sangat besar. Elemen-elemen inilah yang diukur waktunya. Waktu siklusnya adalah jumlah waktu dari waktu setiap elemen ini. Waktu siklus pekerjaan adalah waktu penyelesaian pekerjaan sejak awal pengerjaan sampai saat terakhir pekerjaan yang bersangkutan diselesaikan.

f. Menyiapkan alat-alat pengukuran

Setelah kelima langkah tersebut di atas dijalankan dengan baik, tibalah sekarang pada langkah terakhir sebelum melakukan pengukuran, yaitu mempersiapkan alat-alat yang diperlukan. Alat-alat tersebut adalah :

- Jam henti
- Lembaran pengamatan
- Alat tulis menulis
- Papan pengamatan

Ada dua jenis jam henti, yaitu mempunyai sebuah jarum penunjuk dan digital. Tingkat ketelitian pembacaan masing-masing berbeda. Pada umumnya jenis digital memiliki tingkat ketelitian yang lebih tinggi dibandingkan dengan

tipe jarum penunjuk. Untuk keperluan studi waktu pekerjaan yang sangat rumit dan skala waktu siklusnya pendek, maka tipe digital cocok digunakan, karena perbandingan waktu elemen akan terlihat jelas.

Lembar pengamatan yang digunakan untuk mencatat hasil pengukuran. Agar catatan ini baik biasanya lembaran-lembaran pengamatan dipersiapkan sebelum pengukuran dilakukan dengan kolom-kolom yang memudahkan pencatatan dan pembacaan kembali hasil pencatatan.

2.3.4.2. Melakukan Pengukuran Waktu

Pengukuran waktu adalah pekerjaan mengamati pekerja dan mencatat waktu kerjanya baik setiap elemen ataupun seluruh siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan. Posisi pengukur hendaknya tidak mengganggu gerakan operator dalam bekerja ataupun mempengaruhi operator sehingga menjadi canggung dalam melakukan kerjanya.

Hal pertama yang harus dilakukan adalah pengukuran pendahuluan. Tujuannya adalah untuk mengetahui berapa kali pengukuran harus dilakukan untuk tingkat ketelitian dan keyakinan yang diinginkan. Untuk mengetahui berapa kali pengukuran harus dilakukan, diperlukan beberapa tahap pengukuran pendahuluan seperti dijelaskan berikut ini, yaitu pengukuran pendahuluan tahap pertama dijalankan dengan melakukan beberapa buah pengukuran yang banyaknya ditentukan oleh pengukur. Untuk memenuhi standard jumlah data statistik minimum yang baik, maka diambil data sebanyak tiga puluh kali atau lebih.

2.3.4.3. Pengolahan Data

Setelah pengukuran pendahuluan dilakukan, ada tiga buah urutan pengujian data yang harus dilakukan, yaitu pengujian kenormalan data, keseragaman data dan kecukupan data.

Ketiga pengujian ini merupakan tahapan yang saling berpengaruh, karena apabila pada tahap pengujian pertama atau sebelumnya belum memenuhi syarat, maka hasil pengolahan data belum dapat diakui secara statistik.

a. Pengujian kenormalan data

Pengujian kenormalan data digunakan untuk membuktikan bahwa sampel yang diambil dapat mewakili populasinya. Sebelum data awal ini terbukti normal, maka pengolahan tidak dapat dilanjutkan sebelum data yang ada diperbaiki dengan menambahkan data yang ada.

b. Pengujian keseragaman data

Pengujian keseragaman data dilakukan agar data yang didapat berada dalam batas kontrol yang ditentukan oleh besarnya tingkat keyakinan. Latar belakang dilakukannya pengujian keseragaman ini karena sistem kerja yang diamati selalu berubah. Keadaan sistem yang selalu berubah ini dapat diterima, asalkan perubahannya sepiantasnya terjadi. Akibatnya waktu penyelesaian yang dihasilkan sistem selalu berubah-ubah namun juga harus dalam batas kewajaran, dengan kata lain harus seragam. Dalam tahap ini, data yang keluar dari batas kontrol, baik itu batas kontrol atas maupun batas kontrol bawah, harus dibuang karena dianggap berasal dari sistem yang berbeda. Untuk selanjutnya data tersebut tidak dipergunakan lagi dalam tahap pengolahan data.

Proses perhitungannya adalah sebagai berikut :

- Data yang ada dikelompokkan ke dalam beberapa sub grup. Hitung harga rata-rata dari harga rata-rata tiap sub grup, dengan menggunakan rumus :

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{q} \quad (2.1)$$

dimana :

\bar{x}_i = harga rata-rata dari sub grup ke-i

q = banyaknya sub grup yang terbentuk

- Hitung standard deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian dengan rumus :

$$s = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1} \quad (2.2)$$

dimana :

x_i = data waktu ke-i

N = jumlah pengamatan yang telah dilakukan

- Hitung standard deviasi dari distribusi harga rata-rata sub grup dengan rumus :

$$s_x = \frac{s}{n} \tag{2.3}$$

dimana :

n = besarnya sub grup

- Tentukan Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB), dengan rumus :

$$BKA = \bar{x} + 3 s_x \tag{2.4}$$

$$BKB = \bar{x} - 3 s_x \tag{2.5}$$

Batas-batas kontrol inilah yang merupakan batas apakah data-data yang ada seragam atau tidak. Data-data yang seragam berada di antara batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

c. Menentukan jumlah pengamatan yang diperlukan

Tahap selanjutnya adalah menentukan jumlah pengukuran yang diperlukan untuk memperoleh hasil yang diinginkan sesuai dengan tingkat ketelitian dan keyakinannya. Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya, sedangkan tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian tadi. Keduanya dinyatakan dalam prosentase, dan secara intuitif dapat diduga bahwa semakin tinggi tingkat ketelitiannya dan semakin besar tingkat keyakinannya maka akan semakin banyak pengukuran yang dilakukan. Penurunan rumus pengujian kecukupan data ini telah dijabarkan dalam buku Teknik Tata Cara Kerja, sebagai berikut :

Misalkan tingkat ketelitian yang diinginkan adalah 5% dan tingkat keyakinan 95%, maka :

$$0,05 X = 2 s_x \tag{1}$$

dengan :

X adalah harga rata-rata sebenarnya dari waktu penyelesaian yang didekati oleh :

$$X = \frac{\sum S_i}{n}$$

dengan :

\bar{x} adalah harga waktu penyelesaian yang tercatat dalam pengukuran

N adalah banyaknya pengukuran yang telah dilakukan

s_x adalah standard deviasi distribusi harga rata-rata waktu penyelesaian yang diukur, dan besarnya :

$$s_x = \frac{s}{N} = \frac{1}{N} \frac{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{N'}$$

dimana :

N' adalah banyaknya pengukuran yang diperlukan.

Sehingga persamaan (1) diperoleh hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned} 0,05 \frac{\sum x_i}{N} &= \frac{2}{N} \frac{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{N'} \\ N' &= \frac{2}{0,05} \frac{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{\sum x_i} \\ N' &= \frac{40}{\sum x_i} [N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2] \quad (2.6) \end{aligned}$$

Rumus di atas adalah untuk tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95%. Jumlah pengamatan dianggap sudah cukup jika hasil perhitungan diperoleh $N > N'$.

2.3.4.4. Perhitungan Waktu Baku

Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dilakukan dalam sistem kerja yang baik. Jika pengukuran telah selesai, yaitu semua data yang didapat memenuhi syarat kenormalan, keseragaman dan kecukupan data serta memenuhi tingkat-tingkat ketelitian dan keyakinan yang diinginkan maka langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut menjadi waktu baku. Cara untuk mendapatkan waktu baku dari data yang telah terkumpul itu secara garis besarnya dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Menghitung waktu siklus rata-rata (Ws)

Waktu siklus rata-rata didapat dengan menghitung rata-rata dari data yang terkumpul dan telah teruji dengan menggunakan rumus :

$$W_s = \frac{\sum S_j}{N} \quad (2.7)$$

dimana :

S_j = data waktu pengamatan ke-j

N = jumlah pengamatan keseluruhan

b. Menghitung waktu normal (W_n)

Waktu normal merupakan hasil perkalian waktu siklus dengan faktor penyesuaian. Faktor ini diperhitungkan jika pengukur berpendapat bahwa operator bekerja dengan kecepatan tidak wajar, sehingga hasil perhitungan waktu perlu disesuaikan untuk mendapatkan waktu yang benar-benar wajar. Faktor penyesuaian ini berasal dari faktor-faktor diri pekerja yang mempengaruhi performansi kerjanya. Dari waktu siklus yang diperoleh dari perhitungan sebelumnya, dilanjutkan dengan menghitung waktu normal menggunakan rumus :

$$W_n = W_s \times p \quad (2.8)$$

dimana :

p = faktor penyesuaian, yang didasarkan pada cara obyektif

$p > 1$ operator bekerja di atas normal

$p = 1$ operator bekerja dengan wajar

$p < 1$ operator bekerja di bawah normal

c. Menghitung waktu baku (W_b)

Waktu baku diperoleh dengan cara menambahkan waktu normal dengan kelonggaran atau allowance yang diberikan kepada pekerja. Besarnya kelonggaran ini biasanya diberikan untuk hal-hal seperti kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa lelah, dan gangguan-gangguan yang tidak dapat dihindarkan oleh pekerja. Setelah waktu normal diperoleh, selanjutnya tahap akhir dari proses perhitungan adalah menghitung waktu baku dengan menggunakan rumus :

$$W_b = W_n + L \quad (2.9)$$

dimana :

L = besarnya kelonggaran yang diberikan kepada operator dalam menyelesaikan pekerjaannya

2.3.4.5. Penyesuaian dan Kelonggaran

a. Faktor Penyesuaian (Rating Factor)

Biasanya penyesuaian dilakukan dengan menganalisa waktu siklus rata-rata atau waktu elemen rata-rata dengan suatu harga p yang disebut dengan faktor penyesuaian. Besarnya harga p tentunya sedemikian rupa, sehingga hasil perkaliannya yang diperoleh mencerminkan waktu yang sewajarnya atau waktu yang normal. Bila pengamat berpendapat bahwa operator bekerja di atas normal (terlalu cepat) maka harga p akan lebih besar dari 1 ($p > 1$), sebaliknya jika operator bekerja di bawah normal maka harga p akan lebih kecil dari 1 ($p < 1$), dan seandainya pengamat berpendapat bahwa operator bekerja dengan wajar maka harga p sama dengan 1 ($p = 1$).

Banyak sistem rating yang dikenal selama ini, diantaranya dengan cara presentase yaitu melalui pengelihatan semata-mata, cara Obyektif, Westinghouse system of rating dan lain-lain. Tetapi dalam penelitian ini cara penyesuaian yang digunakan adalah cara penyesuaian obyektif.

- Metode Obyektif

Sistem rating dengan cara obyektif memperhatikan faktor kecepatan kerja dan tingkat kesulitan kerja.

- Kecepatan kerja adalah kecepatan dalam melakukan pekerjaan dalam pengertian biasa (P_1).

Operator bekerja dengan kecepatan wajar $P_1 = 1$

Operator bekerja dengan kecepatan tinggi $P_1 > 1$

Operator bekerja dengan kecepatan lambat $P_1 < 1$

- Kesulitan kerja (P_2) ditentukan berdasarkan nilai-nilai yang sesuai pada tabel (dapat dilihat pada lampiran 12).

Rumus untuk penyesuaian dengan metode obyektif yaitu :

$$p = P_1 \times P_2, P_2 = 1 + P$$

dimana :

P = performance rating

b. Faktor Kelonggaran (Allowance Factor)

Waktu normal yang didapat, didalamnya belum termasuk dengan adanya kelonggaran. Waktu normal tersebut hanya semata waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator untuk menjalankan suatu pekerjaan secara normal. Tentunya merupakan suatu hal yang tidak mungkin bila seorang operator dapat bekerja seharian tanpa adanya gangguan-gangguan yang tidak dapat dihindari misalnya keperluan-keperluan pribadi, kerusakan mesin dan sebagainya.

Karena itu dalam penentuan waktu standard perlu diberikan kelonggaran waktu. Kelonggaran waktu diberikan untuk tiga hal ini :

- Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi

Yang termasuk dalam kebutuhan pribadi di sini adalah hal-hal seperti ke kamar kecil, berbicara dengan rekan sekerja untuk menghilangkan rasa jenuh dalam bekerja, minum untuk menghilangkan rasa haus. Untuk pekerjaan-pekerjaan yang ringan pada kondisi-kondisi kerja normal, pria memerlukan kelonggaran sebesar 0 – 2,5%, sedangkan untuk wanita 2 – 5%.

- Kelonggaran untuk menghilangkan rasa lelah

Rasa lelah tercermin antara lain dari menurunnya hasil produksi baik dalam jumlah maupun kualitas.

- Kelonggaran untuk hambatan-hambatan yang tak terhindarkan

Dalam melaksanakan pekerjaannya, pekerja tidak akan terlepas dari berbagai hambatan. Ada hambatan yang dapat dihindarkan, dan ada hambatan yang tidak dapat dihindarkan karena berada di luar kemampuan pekerja untuk mengendalikannya. Hambatan yang dapat dihindarkan misalnya mengobrol yang berlebihan dan menganggur dengan sengaja. Hambatan yang tak dapat dihindari misalnya melakukan penyesuaian-penyesuaian mesin, memperbaiki kemacetan-kemacetan singkat seperti mengganti alat potong yang patah, putusnya aliran listrik dan sebagainya. Sehingga dalam perhitungan waktu hambatan-hambatan ini harus diperhatikan.

Salah satu cara yang baik yang biasanya digunakan untuk menentukan besarnya kelonggaran bagi hambatan tak terhindarkan adalah dengan melakukan sampling pekerjaan.

Kelonggaran dihitung berdasarkan beberapa faktor yaitu tenaga yang dikeluarkan, keadaan atmosfer dan keadaan lingkungan yang baik. Misalnya:

Tenaga yang dibutuhkan	=	8 %
Sikap kerja	=	1,5 %
Gerakan kerja	=	4 %
Kelelahan mata	=	2 %
Keadaan temperatur tempat kerja	=	5 %
Keadaan atmosfer	=	1 %
Keadaan lingkungan yang baik	=	2 %
Kebutuhan pribadi (pria)	=	2,5 %
Jumlah keseluruhan	=	26 %

Ketiga angka kelonggaran yang dinyatakan dalam prosentase dijumlahkan kemudian dikalikan dengan waktu normal yang telah dihitung sebelumnya untuk mendapatkan besar kelonggaran (L).

Misalnya kelonggaran untuk hambatan yang tak terhindarkan 5%, maka jumlah total kelonggaran adalah $(26 + 5) \% = 31\%$. Maka waktu baku yang diperoleh adalah waktu normal ditambahkan dengan kelonggaran :

$$\text{Waktu baku} = W_n + 0,31 W_n$$

2.3.4.6. MOST (Maynard Operation Sequence Technique)

MOST adalah salah satu teknik pengukuran kerja yang disusun berdasarkan urutan sub-sub aktivitas. Sub-sub aktivitas ini diperoleh karena pada dasarnya gerakan-gerakan itu memiliki pola-pola yang berulang, seperti menjangkau, memegang, bergerak dan memposisikan obyek, dan pola-pola tersebut diidentifikasi dan diatur sebagai suatu urutan kejadian (sub aktivitas) yang diikuti dengan perpindahan obyek.

Secara umum, karena aktivitas memindahkan obyek dalam urutan kejadian tertentu dapat secara manual atau dengan menggunakan alat, maka MOST mempunyai dua model yaitu :

a. Model-model Urutan Dasar (The Basic Sequence Models)

Model-model urutan dasar ini dibagi menjadi tiga model, yaitu sebagai berikut :

- The General Move Sequence (Urutan Gerakan Umum)
 - The Controlled Move Sequence (Urutan Gerakan Terkendali)
 - The Tool Use Sequence (Urutan Pemakaian Peralatan)
- b. Model-model Urutan Penanganan Peralatan (The Equipment Handling Sequence Models)

1. Urutan Gerakan Umum

Model ini dipakai jika terjadi perpindahan obyek dengan bebas. Maksudnya, di bawah kendali manual, obyek berpindah tanpa hambatan. Contoh : sebuah kotak diangkat (dipindahkan) dari bawah meja ke atas meja.

Karakteristik dari model ini dapat dilihat pada urutan sub aktivitas sebagai berikut :

- a. Menjangkau obyek dengan satu atau dua tangan pada jarak tertentu, dengan atau tanpa gerakan badan.
- b. Mengendalikan obyek dengan tangan (tanpa alat).
- c. Memindahkan obyek dalam jarak tertentu ke tempat yang dituju, dengan atau tanpa gerakan badan.
- d. Menempatkan obyek.
- e. Kembali ke tempat semula.

Urutan model tersebut dinyatakan dalam huruf-huruf yang menyatakan sub-sub aktivitas (juga dinamakan parameter) dengan tambahan parameter untuk gerakan badan.

Sehingga untuk model urutan gerakan umum adalah :

A B G A B P A

dimana :

A Jarak yang ditempuh untuk melakukan tindakan.

Parameter ini meliputi semua gerakan jari, tangan dan / atau kaki, baik dalam keadaan membawa beban atau tidak.

B Gerakan badan.

Parameter ini berhubungan dengan gerakan vertikal badan atau gerakan yang diperlukan untuk mengatasi gangguan terhadap gerakan badan.

G Pengendalian.

Parameter ini mencakup semua gerakan manual (terutama jari, tangan dan kaki) yang dipakai untuk mengendalikan obyek.

P Menempatkan.

Parameter ini merupakan tahap akhir dari kegiatan memindahkan, yaitu dengan "mengatur" sebelum melepaskan kendali terhadap obyek tersebut.

Perpindahan obyek pada model ini dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu :

memperoleh / meletakkan / kembali

A B G / A B P / A

- Bagian pertama, yaitu memperoleh, menggambarkan tindakan menjangkau obyek dengan gerakan badan (jika diperlukan), dan pengendalian terhadap obyek. Parameter A menunjukkan jarak dari tangan atau badan untuk menjangkau obyek, sedangkan B menyatakan kebutuhan-kebutuhan dari gerakan badan pada saat bertindak. Derajat kesulitan ditentukan oleh parameter G, yaitu tingkat pengendalian yang diperlukan terhadap obyek.
- Bagian meletakkan menggambarkan tindakan untuk memindahkan obyek ke suatu lokasi. Seperti sebelumnya, parameter A dan B menunjukkan jarak dari tangan atau badan untuk membawa obyek dan gerakan badan yang diperlukan pada saat menempatkan obyek, sedangkan penempatan obyek dinyatakan oleh parameter P.
- Bagian ketiga menunjukkan jarak yang ditempuh operator untuk kembali ke tempat kerja semula.

2. Urutan Gerakan Terkendali

Model tersebut menggambarkan perpindahan obyek secara manual "dikendalikan" oleh suatu jalur. Gerakan obyek dibatasi sedikitnya satu arah karena kotak atau menempel dengan obyek yang lainnya. Misalnya sebuah kotak yang cukup berat didorong di atas meja kerja.

Urutan sub aktivitas dari model ini adalah :

- a. Menjangkau obyek dengan satu atau dua tangan pada jarak tertentu dengan atau tanpa gerakan badan.
- b. Mengendalikan obyek tanpa alat.

- c. Memindahkan obyek dalam keadaan terkendali.
- d. Waktu untuk memproses obyek jika ada.
- e. Mengatur obyek yang diikuti dengan gerakan terkendali atau akhir dari proses.
- f. Kembali ke tempat kerja.

Jika dinyatakan dalam rangkaian huruf dari sub aktivitas di atas, maka urutan tersebut adalah :

A B G M X I A

dimana parameter A, B dan G sama dengan model urutan gerakan umum. Sedangkan parameter yang lainnya adalah :

M Gerakan terkendali.

Parameter ini mencakup semua gerak manual yang diarahkan atau gerakan dari obyek dalam jalur yang terkendali.

X Waktu proses.

Parameter ini termasuk bagian dari kerja yang terkendali karena diproses atau dimesin dan bukan aktivitas manual.

I Penyesuaian.

Parameter ini berhubungan dengan aktivitas manual yang termasuk juga gerakan terkendali atau akhir dari waktu proses untuk mengatur obyek yang sesuai dengan keinginan.

Model ini dipakai jika terdapat salah satu dari dua kondisi berikut ini, yaitu :

- Obyek atau peralatan dibatasi, oleh karena obyek atau peralatan tersebut menempel dengan obyek lain, seperti tombol, tuas atau engkol, atau karena obyek atau peralatan tersebut dikendalikan selama bergerak dengan bersentuhan terhadap permukaan dari obyek yang lain, misalnya mendorong peti di atas lantai.
- Kasus lain misalnya obyek tidak berpindah secara bebas dari satu lokasi ke lokasi lainnya.

Seperti halnya pada model urutan gerakan umum, maka pada model inipun kita bagi menjadi tiga bagian, yaitu :

memperoleh / memindahkan atau menjalankan / kembali
A B G / M X I / A

Bagian memperoleh dan kembali sama dengan urutan gerakan umum. Perbedaan yang mendasar adalah aktivitas yang sesudah parameter G. Bagian ini menggambarkan tindakan untuk memindahkan obyek melalui jalur terkendali atau menjalankan panel-panel kendali. Pada umumnya pemindahan obyek terdiri dari model dengan urutan parameter M dan I, dengan menjalankan mesin terdiri dari parameter M dan X.

3. Urutan Pemakaian Peralatan

Model ini dikembangkan dari model urutan gerakan umum, dengan tambahan parameter-parameter tertentu yang menunjukkan kegiatan yang memadai peralatan atau untuk kasus-kasus tertentu, dengan proses mental. Ada lima aktivitas dalam model ini, yaitu :

- a. Menjangkau obyek.
- b. Menempatkan obyek atau alat.
- c. Memakai alat.
- d. Melepaskan alat atau obyek.
- e. Kembali ke tempat kerja.

Kelima aktivitas tersebut menjadi dasar aktivitas penanganan dan pemakaian alat. Model ini terdiri dari rangkaian huruf yang mewakili sub-sub aktivitas di atas, yaitu :

mendapat obyek / tempatkan obyek / memakai alat / melepas obyek / kembali

A B G / A B P / / A B G / A

Ruang kosong pada model di atas merupakan tempat untuk mengisi parameter-parameter berikut ini :

F Mengencangkan.

Parameter ini berhubungan dengan perakitan suatu obyek dengan obyek lainnya secara mekanik, dengan memakai jari, tangan dan peralatan tangan.

L Melonggarkan.

Parameter ini berhubungan dengan melepas rakit suatu obyek dengan obyek lainnya secara mekanik dengan memakai jari, tangan dan peralatan tangan.

C Memotong.

Parameter ini menggambarkan aktivitas manual untuk memisahkan, membagi atau membuang bagian dari obyek dengan menggunakan bagian yang tajam dari perkakas tangan.

M Mengukur.

Parameter ini berhubungan dengan kegiatan untuk menentukan karakteristik fisik tertentu dari suatu obyek dengan membandingkannya dengan alat ukur standard.

R Mencatat.

Parameter ini mencakup kegiatan manual dengan pensil, pena, kapur atau alat tulis lainnya dengan maksud mencatat informasi.

T Berpikir.

Parameter ini berhubungan dengan kegiatan mata dan aktivitas mental untuk mendapatkan informasi (membaca) atau memeriksa suatu obyek.

4. Model-model Urutan Penanganan Peralatan

Merupakan model-model untuk memindahkan obyek yang berat dengan peralatan penanganan material, yang terdiri dari :

- Pemindahan dengan crane manual

Model ini dipakai jika ada aktivitas pemindahan barang dengan menggunakan crane secara manual. Seperti pada model-model sebelumnya, semua kegiatan manual dapat diidentifikasi dengan urutan kejadian yang tertentu dengan pengulangan dari satu siklus ke siklus lainnya, tanpa memperhatikan deskripsi, ukuran atau nama obyek yang akan dipindahkan.

- Pemindahan dengan truck

Model ini menitikberatkan pada pemindahan material secara horisontal dari satu lokasi ke lokasi lain dengan menggunakan peralatan beroda. Peralatan beroda ini dapat dibagi dalam dua kategori yaitu truck yang dikendarai dan yang didorong.

Pemindahan material dengan truck terdiri dari aktivitas-aktivitas berikut ini :

- a. Operator berjalan menuju truck (A)

- b. Operator duduk (jika dikendarai) dan menjalankan truck (B)
- c. Truck dijalankan menuju material yang akan ditangani (T)
- d. Material diangkut ke atas truck dengan menggunakan alat angkut, seperti fork (L)
- e. Truck dijalankan menuju penempatan material (T)
- f. Material diturunkan dari truck dan ditempatkan ke lokasi akhir dengan menggunakan fork (L)
- g. Truck dipindahkan ke lokasi lain dan diparkir (T)
- h. Operator kembali ke lokasi semula atau ke lokasi yang lain (A)

Aktivitas-aktivitas di atas digambarkan dengan model berikut ini :

A B T L T L T A

dimana :

- A = Jarak yang ditempuh oleh operator ke atau dari truck.
- B = Aktivitas penyiapan truck untuk siap berangkat ditambah aktivitas parkir setelah mengakhiri pemindahan bahan.
- T = Pergerakan truck dengan atau tanpa beban.
- L = Pengambilan material pada lokasi awal atau penempatan material pada lokasi akhir dengan menggunakan fork atau alat pengangkut lainnya.

2.3.4.7. Ekonomi Gerakan

Untuk memperoleh suatu sistem kerja yang baik maka perlu diketahui gerakan-gerakan yang ekonomis.

Salah satu prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan tubuh manusia dan gerakannya, yaitu sebagai berikut :

- Kedua tangan sebaiknya memulai dan mengakhiri gerakan pada saat yang sama.
- Kedua tangan sebaiknya tidak menganggur pada saat yang sama kecuali pada waktu istirahat.
- Gerakan kedua tangan akan lebih mudah jika satu terhadap lainnya simetris dan berlawanan arah.

- Gerakan tangan atau badan sebaiknya dihemat, yaitu hanya menggerakkan tangan atau bagian badan yang diperlukan saja untuk melakukan pekerjaan dengan sebaik-baiknya.
- Sebaiknya para pekerja dapat memanfaatkan momentum untuk membantu pekerjaannya, pemanfaatan ini timbul karena berkurangnya kerja otot dalam bekerja.
- Gerakan yang patah-patah, banyak perubahan arah akan memperlambat gerakan tersebut.
- Gerakan balistik akan lebih cepat, menyenangkan dan lebih teliti daripada gerakan yang dikendalikan.
- Pekerjaan sebaiknya dirancang semudah-mudahnya dan jika memungkinkan irama kerja harus mengikuti irama yang alamiah bagi si pekerjanya.
- Usahakan sesedikit mungkin gerakan mata.