

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Dalam tinjauan pustaka ini akan membahas mengenai penelitian-penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti terkait dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Liker dan Meier (2006) mengatakan bahwa waktu *set-up* merupakan kehilangan yang terjadi di luar siklus sehingga tidak memberikan nilai tambah, aktivitas yang tidak bernilai tambah tersebut perlu dikurangi. Oleh sebab itu terdapat banyak penelitian yang dilakukan untuk memperbaiki waktu *set-up*. Dalam melakukan perbaikan waktu *set-up* dilakukan beberapa upaya dengan mencari alternatif-alternatif yang telah dilakukan dengan penelitian oleh beberapa peneliti. Seperti yang dilakukan oleh Suhardi dan Satwikaningrum (2015) yang melakukan perbaikan waktu *set-up* di PT. Naga Bhuana Aneka Piranti untuk mendapatkan waktu *set-up* yang lebih cepat dan mengurangi waktu tunggu sehingga meningkatkan produktivitas perusahaan. Adapula Perdana dan Derajat (2007) yang melakukan penelitian di PT. Beton Perkasa Wijaksana untuk mengurangi waktu *set-up* pergantian komponen yang terlalu lama. Selain itu adapula Arvianto dan Arista (2011) yang melakukan penelitian di PT.XXX untuk memperbaiki proses *set-up* pada mesin *feeder*. Perbaikan waktu *set-up* dilakukan pula oleh prasetyowati et al (2013) untuk mengurangi *unnecessary motion waste*.

Dalam penelitian Arvianto dan Arista (2011) dilakukan perbaikan semua aspek dalam operasi *set-up*. Waktu *set-up* mempengaruhi waktu penyelesaian produk, sehingga beberapa peneliti melakukan perbaikan waktu penyelesaian produk yaitu dengan perbaikan sistem kerja seperti yang dilakukan oleh Wijaya dan Andrijanto (2014) yang meneliti dan melakukan perancangan sistem di PT. Berdikari Metal Engineering pada departemen *press* untuk meningkatkan efisiensi waktu produksi. Ada pula Alfansuri (2013) yang melakukan penelitian dan perancangan ulang sistem kerja di industri pembuatan kotak surat. Menurut Satalaksana et al (2006) suatu sistem kerja terdiri dari elemen manusia, material, mesin, metode kerja dan lingkungan.

Menurut Liker dan Meier (2006) gerakan yang berlebihan dan jarak perjalanan peralatan yang jauh merupakan penyebab suatu kehilangan yang terjadi di dalam siklus produksi. Perbaikan dapat dilakukan dengan identifikasi dan eliminasi pemborosan setiap aktivitas dalam proses pembuatan produk seperti yang dilakukan oleh Suhardi dan Satwikaningrum (2015). Dalam melakukan perbaikan terhadap gerakan yang berlebihan dapat dilakukan perbaikan metode kerja seperti penelitian yang dilakukan oleh beberapa peneliti yaitu diantaranya Setiawan dan Christian (2013) di PT. Kembang Bulan pada departemen pengemasan labeling dan pengemasan kardus, penelitian dan perbaikan metode kerja dilakukan oleh Simanjuntak dan Hernita (2008) di industri pembuatan tas "Pinus Bag's Specialist", penelitian dan perbaikan metode kerja di PT. Pan Panel yang dilakukan oleh Martanto dan Surnani (2014). Tidak hanya untuk industri berskala besar, namun perbaikan metode kerja juga diperlukan untuk industri kecil seperti yang dilakukan oleh Sariani et al (2012) yang melakukan penelitian dan perbaikan metode kerja di industri kecil menengah sektor pangan. Dalam merancang metode kerja maka menurut Sariani et al (2012) stasiun kerja merupakan bagian penting bagi sebuah industri. Sehingga dalam penelitian perlu mengkaji satu per satu stasiun kerja yang ada pada industri yang akan diteliti. Dalam studi teknik industri, perancangan metode kerja merupakan suatu bagian yang penting sehingga banyak beberapa penelitian menganalisis suatu permasalahan dalam industri menggunakan perbaikan metode kerja untuk mendapatkan metode kerja yang lebih baik dari sebelumnya. Perbaikan metode kerja banyak digunakan peneliti untuk menganalisa produktivitas, biaya produksi, sistem pengupahan, tata letak fasilitas, dan lain-lain.

Dalam melakukan perbaikan *set-up*, sebagian besar memilih metode SMED yang dikombinasikan dengan konsep *lean manufacturing* dan konsep *value stream mapping* (VSM) seperti yang dilakukan oleh Suhardi dan Satwikaningrum (2015), dan dengan konsep perbaikan gerakan kerja dengan konsep *motion and time study* seperti yang dilakukan oleh Prasetyowati et al (2013). Dalam perbaikan metode kerja terdapat berbagai macam metode yang untuk perbaikan sistem atau metode kerja. Metode yang paling banyak digunakan untuk perbaikan metode kerja adalah *motion and time study* dengan menggunakan peta tangan kanan-kiri, *maynard operation sequence technique* (MOST), dan *measurement time method*. Selain itu, ada pula peneliti yang mengkombinasi *motion and time study* dengan memperhatikan *layout* kerja dan penerapan 5S yaitu Simanjuntak

dan Hernita (2008), ada pula yang menggabungkan *motion and time study* dengan perbaikan tata letak dan elemen gerakan kerja dari aspek ergonomis yaitu Sariani et al (2012).

Berikut ini adalah ulasan mengenai tujuan penelitian dan hasil penelitian yang telah didapatkan berdasarkan penelitian yang didapatkan, yaitu :

Satwikaningrum dan Suhardi (2015) melakukan penelitian mengenai perbaikan waktu *set-up* di PT. Naga Bhuana Aneka Piranti. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mendapatkan waktu *set-up* yang lebih cepat sehingga meningkatkan produktivitas perusahaan. Penelitian ini menggunakan VSM untuk mengetahui permasalahan yang terjadi di lantai produksi. Perbaikan waktu *set-up* menggunakan konsep SMED pada proses pembuatan kursi lipat menghasilkan 1761 menit/hari menjadi 1469 menit/hari dengan usulan yaitu menambah satu asisten untuk menangani kegiatan *eksternal set-up*.

Derajat dan Perdana (2007) melakukan penelitian mengenai pengurangan waktu *set-up* pada pergantian *dies* produksi di mesin *PunchT160* di PT. Beton Perkasa Wijaksana. Pengurangan *set-up* tersebut dilakukan karena pemasangan dan pelepasan *dies* terlalu lama yaitu mencapai 2 jam. Dengan penerapan SMED maka dari 127 menit berkurang menjadi 78 menit. Selain itu kapasitas produksi bertambah dari 1106 pcs perhari menjadi 1256 pcs perhari.

Arvianto dan Arista (2011) melakukan penelitian mengenai perbaikan *set-up* pada mesin *feeder aida 1100* di PT.XXX. Mesin *feeder* membutuhkan waktu *set-up* mesin paling lama dan dalam pengerjaan operator terkadang tidak mematuhi standar operasional kerja, sehingga menyebabkan waktu terbuang untuk melakukan *set-up*. Dengan menerapkan metode SMED, maka didapatkan persentase penghematan waktu *set-up* sebesar 52,9% serta dapat mengurangi biaya pekerja sebesar 63.030.528 pertahun untuk satu orang pekerja.

Prasetyowati et al (2013) melakukan penelitian mengenai perbaikan waktu *set-up* pada mesin *injection stretch blow molding* di PT. Berlina Tbk. Panduan untuk mengurangi *unnecessary motion waste*. Mesin tersebut membutuhkan waktu dalam proses *set-up* paling lama karena melakukan pergantian komponen. Sehingga dibutuhkan perbaikan waktu *set-up* tersebut dengan mereduksi gerakan yang tidak perlu. Dengan metode SMED didapatkan penurunan waktu *set-up* sebesar 43,71%.

Setiawan dan Christian (2013) melakukan penelitian mengenai perbaikan metode kerja pada bagian pengemasan di PT. Kembang Bulan. Tujuan penelitian yaitu untuk menentukan metode kerja yang standar. Penelitian ini dilakukan analisa metode kerja menggunakan peta tangan kanan dan tangan kiri (PTKTK) serta ekonomi gerakan dan perancangan alat bantu. Hasil dari penelitian ini yaitu didapat selisih interval waktu baku dengan waktu aktual produksi dengan persentase sebesar 1,08% pada departemen pengemasan labeling dan persentase 25,82% pada pengemasan kardus kecil dan pengemasan dozen.

Wijaya dan Andrijanto (2014) melakukan penelitian untuk perbaikan sistem kerja di PT. Berdikari Metal Engineering pada departemen *press* untuk meningkatkan efisiensi waktu produksi. Pada penelitian ini, penulis menggunakan tiga analisis yaitu analisis PEG, analisis lingkungan fisik dan analisis K3 untuk 7 stasiun yang ada di departemen *press*. Setelah dilakukan analisis di beberapa stasiun maka diketahui bahwa perusahaan dapat meningkatkan efisiensi waktu produksi yang signifikan yaitu pada stasiun 1 didapatkan peningkatan efisiensi sebesar 11,032%; stasiun 2 didapatkan peningkatan efisiensi sebesar 24,488%; stasiun 3 didapatkan peningkatan efisiensi sebesar 21,025%; stasiun 4 didapatkan peningkatan efisiensi sebesar 9,377%; stasiun 5 didapatkan peningkatan efisiensi sebesar 16,105%; stasiun 6 didapatkan peningkatan efisiensi sebesar 18,113%; stasiun 7 didapatkan peningkatan efisiensi sebesar 71,648%.

Simanjuntak dan Hernita (2008) melakukan penelitian mengenai usulan perbaikan metode kerja berdasarkan *micromotion study* dan penerapan 5S untuk meningkatkan produktivitas. Tujuan penelitian ini yaitu untuk melakukan peningkatan produktivitas, peneliti melakukan usulan *layout* kerja dengan penerapan 5S serta melakukan pengukuran waktu kerja dengan *micromotion study* untuk mengetahui jumlah hasil produksi operator per hari. Setelah dilakukan usulan dan perbaikan didapatkan peningkatan produktivitas dengan waktu standar penyelesaian kerja yang lebih singkat dan jumlah hasil produksi yang lebih tinggi yaitu dari 97,5% menjadi 115%.

Alfansuri (2013) melakukan penelitian mengenai perancangan ulang sistem kerja pada pembuatan kotak surat dengan *measurement time method*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pembuatan kotak surat, untuk mengetahui waktu pembuatan kotak surat sebelum dilakukan perbaikan, dan menentukan waktu standar dalam proses pembuatan kotak surat untuk

mendapatkan sistem kerja yang baik. Penelitian ini menggunakan metode peta kerja tangan kanan dan tangan kiri serta menggunakan *measurement time method*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu pembuatan satu unit kotak surat sebelum perbaikan yaitu 2,57525 jam dan setelah dilakukan perbaikan yaitu 1,876917 jam.

Martanto dan Sunarni (2014) melakukan penelitian mengenai perbaikan metode kerja untuk meminimasi waktu proses menggunakan *maynard operation sequence technique* (MOST) pada PT. Pan Panel. Tujuan penelitian ini yaitu untuk meminimasi waktu proses dengan melakukan perbaikan metode kerja menggunakan metode MOST yaitu selain meminimasi waktu proses tetapi juga untuk mengetahui elemen gerakan dan mengkombinasikan gerakan-gerakan menjadi proses yang berurutan. Hasil dari penelitian ini adalah didapatkan waktu standar dan output standar pada masing-masing bagian, pada stasiun perakitan dowel terjadi penghematan waktu sebesar 0,59 menit; pada stasiun perakitan pintu 1 sebesar 0,45 menit; pada perakitan pintu 2 sebesar 0,45 menit; pada stasiun perakitan pintu kaca sebesar 0,21 menit; dan pada stasiun kerja door press sebesar 0,05 menit. Berdasarkan penelitian maka diketahui bahwa didapat waktu proses lebih singkat dan output produksi meningkat.

Sariani et al (2012) melakukan penelitian untuk memperbaiki metode kerja dengan menggambarkan tata letak, menguraikan elemen-elemen gerakan kerja, mengetahui waktu penyelesaian pekerjaan, keluhan sakit pekerja dan memberikan perbaikan tata letak dan elemen gerakan kerja dari aspek ergonomis. Hasil dari penelitian ini adalah didapatkan perbaikan tata letak dan uraian elemen-elemen kerja dengan menggunakan metode peta tangan kanan-kiri untuk menyeimbangkan beban tangan kanan-kiri sehingga dapat mengeliminasi elemen-elemen gerakan yang tidak diperlukan dan mengurangi keluhan yang dirasakan oleh pekerja.

2.1.2. Penelitian Sekarang

Perbedaan penelitian yang dilakukan sekarang dengan penelitian terdahulu adalah penelitian sekarang dilakukan di sebuah usaha kecil menengah sektor pangan yaitu UKM Cipta Rasa dengan tujuan untuk mereduksi *set-up* dengan memperhatikan setiap elemen aktivitas *set-up*. Metode yang akan digunakan yaitu metode SMED dengan mengkombinasikannya dengan *motion and time study* serta mengevaluasi jarak perpindahan pekerja dengan *snook tabellen*. Pada

penelitian ini, akan dianalisis setiap aktivitas *set-up* serta menganalisis penyebab lamanya waktu *set-up* pada UKM ini. Sehingga dengan adanya penelitian ini maka akan mereduksi waktu *set-up* dengan menganalisis metode dan jarak pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya.

2.2. Dasar Teori

Dalam sub-bab ini akan dijelaskan mengenai dasar teori yang berkaitan dengan penelitian ini.

2.2.1. Definisi Perancangan Sistem Kerja

Perancangan sistem kerja adalah suatu ilmu yang terdiri dari teknik-teknik dan prinsip-prinsip untuk mendapatkan rancangan terbaik dari sistem kerja yang bersangkutan (Sutalaksana et al, 2006). Selain pengertian tersebut, definisi perancangan sistem kerja dapat dilihat berdasarkan unsur kata penyusunnya yaitu :

a. Perancangan

Dalam Kamus Umum Bahasa Indonesia, kata perancangan diartikan sebagai proses, cara, perbuatan mengatur segala sesuatu (sebelum bertindak, mengerjakan, atau melakukan segala sesuatu), merencanakan.

b. Sistem

Kaitannya dengan keilmuan teknik industri, sistem merupakan sekumpulan komponen atau elemen-elemen yang saling berinteraksi dan bersama-sama melakukan aksi untuk mencapai suatu tujuan. Elemen-elemen yang dimaksud yakni *man, method, machine, money, method, environment, energy, and information*.

c. Kerja

Kerja merupakan suatu aktivitas untuk melakukan sesuatu.

Barnes et al (1980) menyatakan bahwa berdasarkan sejarah dan perkembangannya, perancangan sistem kerja didapatkan berawal dari penelitian studi waktu (*time study*) yang dilakukan oleh F.W. Taylor dan studi gerakan (*motion study*) yang dilakukan oleh F.B. Gilbreth, yang kemudian digabungkan menjadi *time and motion study*. Selain itu, perancangan sistem kerja dapat disebut juga sebagai *methods engineering, work design, work study* atau *job design*. Sehingga perancangan sistem kerja erat kaitannya dengan perancangan metode kerja.

2.2.2. Ruang Lingkup Perancangan Sistem Kerja

Sutalaksana et al (2006) mengungkapkan bahwa ruang lingkup perancangan sistem dapat dibagi ke dalam dua bagian besar, yaitu antara lain :

a. Penataan sistem kerja

Bersifat menata unsur-unsur sistem kerja (manusia, alat, bahan, dan lingkungan), yang bertujuan untuk mendapatkan metode terbaik dari alternatif-alternatif yang dibuat dengan berdasarkan pada prinsip-prinsip ergonomi, dan ekonomi gerakan.

b. Pengukuran sistem kerja

Bersifat mengukur kebaikan rancangan sistem (manusia, alat, bahan, dan lingkungan) yang bersangkutan dengan menggunakan teknik-teknik seperti pengukuran waktu, beban-beban fisik, psikologis dan sosiologis.

Berdasarkan lingkup perancangan sistem kerja maka diketahui bahwa perancangan sistem kerja berkaitan dengan metode-metode yang dirancang untuk mendapatkan metode terbaik yang dapat digunakan untuk memperbaiki metode sebelumnya, menemukan suatu masalah, merumuskan suatu permasalahan, dan menemukan solusi terbaik yang bertujuan untuk mengatur komponen-komponen sistem kerja yang terdiri dari manusia dengan sifat dan kemampuannya, peralatan kerja, bahan serta lingkungan kerja sehingga dicapai sebuah sistem kerja yang EASNE (efektif, aman, sehat, nyaman, efisien) dengan berdasarkan *motion and time study*.

Barnes et al (1980) menyatakan bahwa perancangan sistem kerja atau dapat disebut *motion and time study* memiliki tujuan, sebagai berikut :

a. Mengembangkan metode yang lebih baik

Dalam perancangan proses manufaktur, mempertimbangkan alternatif yang akan diberikan pada seluruh sistem atau setiap operasi untuk diperbaiki di dalam sistem atau proses tersebut dengan pendekatan *problem-solving*.

b. Standarisasi operasi (sistem dan metode)

Setelah didapatkan metode terbaik maka yang perlu dilakukan adalah standarisasi metode tersebut, setiap faktor dalam operasi harus didefinisikan spesifikasinya dengan jelas seperti pada SOP (*standar operation procedure*)

c. Menentukan waktu baku

Penentuan waktu baku dapat digunakan untuk merencanakan dan menjadwalkan pekerjaan, untuk estimasi biaya, untuk estimasi biaya tenaga kerja, atau untuk merencanakan upah insentif.

d. Pelatihan pekerja

Pelatihan pekerja dilakukan berdasarkan pada metode dan standar pekerjaan yang telah diatur. Pekerja yang akan dilatih dapat melihat peta pelatihan, demo pelatihan, dan gambar gerakan aturan pekerjaan yang telah distandarisasi.

2.2.3. Perancangan Metode Kerja dan Pengembangan Metode Terbaik

Sutalaksana et al (2006) menyatakan bahwa dalam pemilihan metode terbaik, terdapat alternatif-alternatif yang dapat dipertimbangkan dalam mengembangkan solusi yang mungkin terpilih menjadi metode terbaik yaitu dengan pendekatan sebagai berikut :

a. Eliminasi semua pekerjaan yang tidak dibutuhkan

Setiap pekerjaan yang tidak dibutuhkan perlu dihilangkan atau ditiadakan, seperti menghilangkan gerakan yang tidak penting, menghilangkan waktu menganggur yang disebabkan oleh mesin rusak, menunggu material, menunggu proses sebelumnya, serta menghilangkan semua potensi bahaya.

b. Kombinasi operasi atau elemen

Menggabungkan operasi yang memungkinkan sehingga didapatkan efisiensi dan efektivitas proses.

c. Merubah urutan operasi

Dalam merubah urutan operasi perlu memperhatikan alur proses yang tepat sehingga didapatkan urutan operasi yang tepat.

d. Menyederhanakan operasi

Penyederhanaan proses dapat dilakukan dengan mengurangi jarak perpindahan, mengurangi gerakan yang tidak perlu, dan mengusahakan aktivitas pada area kerja normal.

2.2.4. Peta-peta kerja

Perbaikan metode kerja merupakan upaya untuk memperbaiki permasalahan berdasarkan metode kerja yang sudah ada. Sutalaksana et al (2006) menyatakan bahwa terdapat 5 langkah sistematis untuk memecahkan suatu masalah, yaitu antara lain :

a. Pendefinisian masalah, yaitu menyatakan tujuan yang akan dicapai secara umum.

b. Penganalisisan masalah. Berdasarkan fakta-fakta yang ada, dibuat spesifikasi dan batasan-batasannya, menyajikan fakta-fakta secara


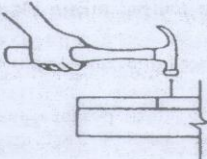
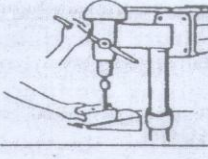
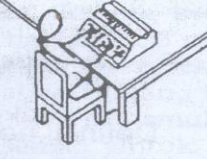



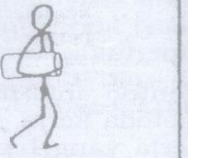


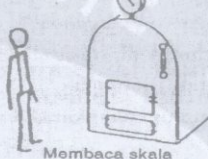
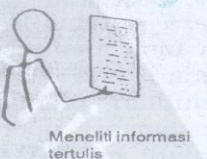



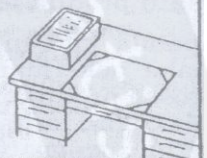

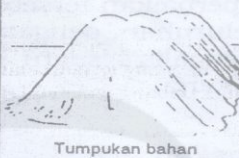

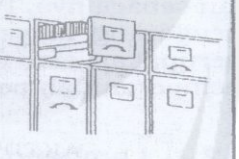
sistematis, melakukan pengujian kembali atas persoalan dan kriteria-kriterianya.

- c. Pencarian alternatif-alternatif. Berdasarkan kriteria-kriteria dan batasan-batasan yang telah ditentukan, disusun berbagai alternatif pemecahan persoalan yang masih harus dipilih.
- d. Mengevaluasi alternatif-alternatif yang diusulkan. Memilih alternatif yang paling baik dengan menggunakan prinsip-prinsip dan teknik-teknik yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.
- e. Pengambilan keputusan. Memilih satu alternatif dari berbagai alternatif yang ada, kemudian lakukan cara-cara komunikasi yang sistematis dan jelas agar tidak terjadi salah pengertian.

Untuk menganalisis suatu masalah diperlukan suatu instrument yang dapat digunakan untuk mendapatkan fakta-fakta . Peta-peta kerja merupakan salah satu alat yang sistematis untuk mengumpulkan semua fakta-fakta yang kemudian secara sistematis dan jelas untuk dikomunikasikan secara luas.

Sehingga peta kerja adalah suatu alat yang menggambarkan kegiatan kerja secara sistematis dan jelas (biasanya kerja produksi). Lewat peta-peta ini kita dapat melihat semua langkah proses yang dialami bahan baku mulai masuk ke pabrik sampai menjadi produk jadi. Dengan peta-peta kerja maka upaya untuk memperbaiki metoda kerja dari suatu proses produksi akan lebih mudah dilaksanakan.

Pada tahun 1947, American Society of Mechanical Engineers (ASME) membuat standar lambang-lambang yang digunakan dalam peta-peta kerja, dapat dilihat pada gambar 2.1. dibawah ini :

 Lingkaran besar melambangkan operasi, misalnya	 Memaku	 Mengebor benda kerja	 Mengetik
 Tanda panah melambangkan transportasi misalnya	 Memindahkan bahan dengan kereta dorong	 Mengangkat benda dengan alat penarik (kerek)	 Memindahkan tanpa bantuan alat angkutan
 Segi empat melambangkan pemeriksaan misalnya	 Menguji kualitas atau kualitas bahan	 Membaca skala pengukur temperatur	 Meneliti informasi tertulis
 Huruf besar D melambangkan suatu penantian misalnya	 Bahan dalam kereta dorong menunggu untuk diproses lebih lanjut	 Menunggu elevator	 Surat-surat menunggu untuk disimpan
 Tanda segitiga melambangkan penyimpanan misalnya	 Tumpukan bahan mentah digudang	 Barang jadi tersusun pada tempatnya	 Penyimpanan surat-surat

Gambar 2.1. Lambang Peta Kerja ASME dan contoh-contohnya

Barnes et al (1980) menjelaskan setiap lambang-lambang yang diusulkan oleh ASME, yaitu :

a. Operasi



Suatu kegiatan operasi yang terjadi apabila benda kerja mengalami perubahan satu atau lebih karakteristik. Operasi merupakan kegiatan yang paling banyak terjadi dalam proses dan biasanya terjadi pada mesin atau stasiun kerja.

b. Transportasi



Suatu transportasi terjadi ketika objek (benda kerja, peralatan, pekerja) mengalami perpindahan dari satu tempat ke tempat yang lain. Namun terdapat pengecualian, jika perpindahan tersebut merupakan bagian dari operasi atau inspeksi maka hal tersebut bukanlah transportasi.

- c. Inspeksi atau pemeriksaan



Suatu kegiatan inspeksi terjadi apabila sebuah objek mengalami pemeriksaan untuk identifikasi atau membandingkan objek tertentu dengan standar berdasarkan kuantitas dan kualitas

- d. Delay atau menunggu



Kegiatan menunggu terjadi ketika objek tidak mengalami kegiatan apa-apa

- e. Storage atau penyimpanan



Proses penyimpanan terjadi ketika objek disimpan dibawah pengawasan dan jika objek tersebut akan diambil kembali diperlukan suatu prosedur perizinan tertentu.

Kelima lambang tersebut dapat pula dilakukan kombinasi simbol jika terdapat aktivitas yang terjadi pada stasiun kerja yang sama, kombinasi simbol dapat dilakukan jika memang diperlukan dan memang terjadi selama proses berlangsung, seperti contoh dibawah ini :



Lambang tersebut menunjukkan kombinasi aktivitas operasi dan inspeksi yang dilakukan bersamaan.

2.2.5. Klasifikasi Peta Kerja

Peta-peta kerja dibagi menjadi dua berdasarkan kegiatannya yaitu antara lain :

- a. Peta kerja keseluruhan

Peta kerja keseluruhan digunakan menganalisis kegiatan kerja keseluruhan yang melibatkan sebagian besar atau semua sistem kerja yang diperlukan

untuk membuat produk yang bersangkutan. Contoh-contoh peta kerja keseluruhan yaitu antara lain :

- i. Peta proses operasi
- ii. Peta aliran proses
- iii. Peta proses kelompok kerja
- iv. Diagram alir

Pada penelitian ini peta kerja keseluruhan yang digunakan yaitu peta aliran proses. Sutalaksana et al (2006) menjelaskan bahwa peta aliran proses adalah suatu diagram yang menunjukkan urutan-urutan dari operasi, pemeriksaan, transportasi, menunggu dan penyimpanan yang terjadi selama satu proses atau prosedur berlangsung. Informasi-informasi yang ada pada peta aliran proses dapat digunakan untuk menganalisis waktu yang dibutuhkan dan jarak perpindahan yang terjadi. Terdapat 3 tipe peta aliran proses yaitu peta aliran proses tipe bahan, tipe orang dan tipe kertas. Pada penelitian ini menggunakan peta aliran proses tipe orang, yang menggambarkan aliran kerja seorang operator. Peta aliran proses tipe orang ini merupakan gambar simbolis dan sistematis dari suatu metoda kerja yang dijalani oleh seseorang atau oleh sekelompok pekerja ketika pekerjaannya membutuhkan dia (mereka) untuk bergerak dari satu tempat ke tempat lainnya. Adapun kegunaan peta aliran proses yaitu :

- i. Dapat digunakan untuk mengetahui aliran bahan, aktivitas orang atau aliran kertas dari awal masuk dalam suatu proses atau prosedur sampai aktivitas terakhir.
- ii. Memberikan informasi mengenai waktu penyelesaian suatu proses atau prosedur.
- iii. Dapat digunakan untuk mengetahui jumlah kegiatan yang dialami bahan, orang atau kertas selama proses atau prosedur berlangsung.
- iv. Sebagai alat untuk melakukan perbaikan-perbaikan proses atau metode kerja.
- v. Khusus untuk peta yang hanya menggambarkan aliran yang dialami oleh suatu komponen atau satu orang, secara lebih lengkap, maka peta ini merupakan suatu alat yang akan memudahkan proses analisis untuk mengetahui tempat-tempat dimana terjadi ketidakefisienan atau ketidaksempurnaan pekerjaan. Sehingga dapat digunakan untuk menghilangkan ongkos-ongkos yang tersembunyi.

Setelah memetakan aliran proses, maka dapat dilakukan analisis untuk melakukan perbaikan dalam setiap kejadian. Berikut ini adalah beberapa kemungkinan tindakan yang dapat dilaksanakan untuk perbaikan, yaitu:

- i. Menghilangkan aktivitas-aktivitas yang tidak perlu.
- ii. Menggabungkan atau mengubah waktu atau urutan kerja.
- iii. Menggabungkan atau mengubah jumlah orang.
- iv. Menyederhakan atau memperbaiki metoda kerja.

b. Peta kerja setempat

Peta kerja setempat digunakan untuk menganalisis kegiatan kerja setempat yaitu hanya menyangkut satu sistem kerja saja yang biasanya melibatkan orang dan fasilitas dalam jumlah terbatas. Contoh-contoh peta kerja setempat yaitu antara lain :

- i. Peta pekerja dan mesin
- ii. Peta tangan kanan-tangan kiri

Pada penelitian ini, peta kerja setempat yang digunakan yaitu peta tangan kanan- tangan kiri. Peta tangan kanan-kiri merupakan suatu alat dari studi gerakan untuk menentukan gerakan-gerakan yang efisien, yaitu gerakan-gerakan yang memang diperlukan untuk melaksanakan suatu pekerjaan. Peta ini menggambarkan semua gerakan saat bekerja dan waktu menganggur yang dilakukan oleh tangan kiri dan kanan serta menunjukkan perbandingan antara tugas yang dibebankan pada tangan kiri dan tangan kanan ketika melakukan suatu pekerjaan. Peta ini sangat praktis untuk memperbaiki suatu pekerjaan manual, yakni setiap siklus dari pekerja terjadi dengan cepat dan terus berulang. . Dengan peta ini maka akan mendapatkan gerakan-gerakan yang lebih rinci, terutama untuk mengurangi gerakan-gerakan yang tidak perlu dan untuk mengatur gerakan sehingga diperoleh urutan yang terbaik karena dapat melihat dengan jelas pola-pola gerakan yang tidak efisien. Kegunaan peta ini yaitu :

- i. Menyeimbangkan gerakan kedua tangan dan mengurangi kelelahan
- ii. Menghilangkan atau mengurangi gerakan-gerakan yang tidak efisien dan tidak produktif, sehingga tentunya akan mempersingkat waktu kerja. Jika suatu pekerjaan sudah bisa dilaksanakan dengan efisien dan produktif, maka otomatis waktu penyelesaian pekerjaan tersebut merupakan waktu tersingkat saat itu.
- iii. Sebagai alat untuk menganalisis tata letak sistem kerja

iv. Sebagai alat untuk melatih pekerja yang baru, dengan cara kerja yang ideal.

Peta ini sangat baik untuk menganalisis suatu sistem kerja sehingga diperoleh perbaikan tata letak peralatan, pola gerakan pekerja yang baik, dan urutan pekerjaan yang baik.

2.2.6. Ekonomi Gerakan

Sutalaksana et al (2006) mengatakan bahwa dalam pengaturan sistem kerja maka perlu merancang gerakan-gerakan yang ekonomis, yang dihubungkan dengan tubuh manusia dan gerakan-gerakannya, pengaturan tata letak tempat kerja, dan perancangan peralatan.

a. Anggota tubuh dan gerakan-gerakannya

- i. Kedua tangan Kedua tangan sebaiknya memulai dan mengakhiri gerakan pada saat yang sama.
- ii. Kedua tangan sebaiknya tidak menganggur pada saat yang sama kecuali pada waktu istirahat.
- iii. Gerakan tangan akan lebih mudah jika satu terhadap lainnya simetris dan berlawanan arah.
- iv. Gerakan tangan atau badan sebaiknya dihemat. Gerakan hanya bagian badan yang diperlukan saja untuk melakukan pekerjaan dengan sebaik-baiknya.
- v. Sebaiknya memanfaatkan momentum untuk membantu gerakan.
- vi. Gerakan yang patah-patah, banyak arah akan memperlambat gerakan tersebut.
- vii. Gerakan balistik akan lebih cepat, menyenangkan dan lebih teliti daripada gerakan yang dikendalikan.
- viii. Pekerjaan sebaiknya dirancang semudah-mudahnya dan jika memungkinkan irama kerja harus mengikuti irama yang alamiah bagi si pekerja.
- ix. Usahakan sedikit mungkin gerakan mata.

b. Pengaturan tata letak tempat kerja

- i. Sebaiknya diusahakan agar badan dan peralatan mempunyai tempat yang tetap.
- ii. Tempatkan bahan-bahan dan peralatan di tempat yang mudah, cepat, dan enak dicapai.

- iii. Tempat penyimpanan bahan yang akan dikerjakan sebaiknya memanfaatkan prinsip gaya berat sehingga bahan yang akan dipakai selalu tersedia di tempat yang dekat untuk diambil.
- iv. Mekanisme yang baik untuk menyalurkan objek yang sudah selesai dirancang.
- v. Bahan-bahan dan peralatan sebaiknya ditempatkan sedemikian rupa sehingga gerakan-gerakan dapat dilakukan dengan urutan-urutan terbaik.
- vi. Tinggi tempat kerja dan kursi sebaiknya sedemikian rupa sehingga alternative berdiri atau duduk dalam menghadapi pekerjaan merupakan suatu hal yang menyenangkan.
- vii. Tipe tinggi kursi harus sedemikian rupa sehingga yang mendudukinya bersikap (mempunyai postur) yang baik.
- viii. Tata letak peralatan dan pencahayaan sebaiknya diatur sedemikian rupa sehingga dapat membentuk kondisi yang baik untuk penglihatan.

c. Perancangan peralatan

- i. Sebaiknya tangan dapat dibebaskan dari semua pekerjaan bila penggunaan perkakas pembantu atau alat yang dapat digerakkan dengan kaki dapat ditingkatkan.
- ii. Sebaiknya peralatan dirancang sedemikian rupa agar mempunyai lebih dari satu kegunaan.
- iii. Peralatan sebaiknya dirancang sedemikian rupa sehingga memudahkan dalam pemegangan dan penyimpanan.
- iv. Bila setiap jari tangan melakukan gerakan sendiri-sendiri, misalnya seperti pekerjaan mengetik. Beban yang didistribusikan pada jari harus sesuai dengan kekuatan masing-masing jari.
- v. Roda tangan, palang, dan peralatan yang sejenis dengan itu sebaiknya diatur sedemikian sehingga beban dapat melayaninya dengan posisi yang baik serta dengan tenaga yang minimum.

2.2.7. Pengukuran Waktu

Pengukuran waktu merupakan pekerjaan mengamati dan mencatat waktu kerja baik setiap elemen ataupun siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan (Sutalaksana, 2006). Pengukuran waktu dibagi menjadi 2 kelompok yaitu :

- a. Pengukuran waktu langsung. Pengukuran waktu langsung dilakukan di tempat pekerjaan yang bersangkutan dijalankan. Ada dua cara dalam melakukan pengukuran waktu langsung yaitu jam henti dan sampling pekerjaan.
- b. Pengukuran waktu tak langsung. Pengukuran waktu tak langsung dilakukan tanpa harus berada di tempat pekerjaan, yaitu dengan membaca tabel-tabel yang tersedia. Namun pengukur waktu perlu mengetahui jalannya pekerjaan melalui elemen-elemen pekerjaan atau elemen-elemen gerakannya.

Pengukuran waktu bertujuan untuk mendapatkan waktu baku penyelesaian suatu pekerjaan, yaitu waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dijalankan dalam sistem kerja terbaik.

Dikutip dari Satalaksana (2006) dalam melakukan pengukuran waktu secara langsung perlu memperhatikan kondisi kerja, cara pengukuran jumlah pengukuran, dan lain-lain. Hal-hal yang akan dikerjakan selama pengukuran berlangsung yaitu pengukuran pendahuluan untuk mendapatkan perkiraan statistika dari banyaknya pengukuran yang harus dilakukan untuk tingkat-tingkat ketelitian dan keyakinan. Nilai tingkat ketelitian dan keyakinan dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

Tabel 2.1. Nilai S untuk Tingkat Ketelitian Tertentu

Tingkat Ketelitian	Nilai s
5%	0,05
10%	0,10

Tabel 2.2. Nilai K untuk Tingkat Keyakinan Tertentu

Tingkat Kepercayaan	Nilai k
$\geq 68\%$	1
$68\% < K \leq 95\%$	2
$95\% < K \leq 99\%$	3

Pengukuran pendahuluan pertama dilakukan dengan melakukan beberapa pengukuran yang jumlahnya ditentukan oleh pengukur. Setelah dilakukan

pengukuran maka perlu dilakukan pengujian keseragam data. Berikut ini adalah langkah-langkah melakukan uji keseragaman dan kecukupan data :

- a. Menghitung banyaknya sub grup dengan persamaan :

$$k = 1 + 3,3 \log N \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana:

k = banyaknya subgroup

N= banyaknya data yang diambil

- b. Mengelompokkan data dalam masing-masing subgroup, contoh tabel pengukuran waktu dapat dilihat pada Tabel 2.3. dibawah ini.

Tabel 2.3. Contoh Tabel Pengukuran Waktu

Subgroup	Waktu Penyelesaian					Rerata Subgroup
1	X11	X21	X31	...	Xn1	X1
2	X12	X22	X32	...	Xn2	X2
.
.
.
k	X1k	X2k	X3k	...	Xnk	Xk

Keterangan:

Xij : waktu yang diperoleh dari pengamatan (i = 1,2,3,...,n; j = 1,2,3,...,k)

k : banyaknya subgroup

n : banyaknya data masing-masing subgroup

N : banyaknya data pengamatan

- c. Menghitung rata-rata masing-masing subgroup dengan rumus:

$$X_k = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

Xk : rata-rata subgroup ke k

Xi : data waktu pengamatan ke-i pada subgroup ke-k

n : banyaknya data masing-masing subgroup

- d. Menghitung harga rata-rata dari harga rata-rata subgroup dengan rumus :

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum X_i}{k} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

$\bar{\bar{X}}$: rata-rata dari rata-rata subgroup

$\sum X_i$: rata-rata subgroup

k : banyaknya subgroup

e. Menghitung standar deviasi data menggunakan rumus:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{\bar{X}})^2}{N-1}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

σ : standar deviasi waktu pengamatan

N : banyaknya data pengamatan

$\bar{\bar{X}}$: rata-rata dari rata-rata subgroup

X_i : waktu penyelesaian yang terukur selama pengamatan

f. Menghitung standar deviasi dari distribusi harga masing-masing subgroup

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

$\sigma_{\bar{X}}$: standar deviasi dari harga rata-rata subgroup

σ : standar deviasi waktu pengamatan

n : banyaknya data masing-masing subgroup

g. Menentukan batas kontrol atas dan batas kontrol bawah

$$BKA = \bar{x} + 3 \sigma_x \dots\dots\dots(2.6)$$

$$BKB = \bar{x} - 3 \sigma_x \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

BKA: Batas Kontrol Atas

BKB: Batas Kontrol Bawah

σ_x : Standar deviasi dari harga rata-rata subgroup

h. Menguji kecukupan data

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

N' : banyaknya data pengamatan hitungan

K : tingkat keyakinan

S : tingkat ketelitian

Xi : waktu yang diperoleh dari pengamatan

Jika jumlah pengukuran yang dilakukan belum mencukupi maka perlu melakukan pengukuran tambahan hingga uji keseragaman dan

2.2.8. Metode *Single Minute Exchange Dies* (SMED)

Liker dan Meier (2006) mengatakan bahwa kehilangan di luar siklus (*out-of-cycle losses*) merupakan kehilangan di luar siklus yang umumnya terjadi ketika peralatan tidak dioperasikan. Kehilangan per kejadian ini cenderung signifikan, akan tetapi frekuensi kejadiannya lebih sedikit. Salah satu kehilangan yang signifikan adalah *set-up* atau *changeover* peralatan. Penyebab kehilangan di luar siklus lainnya mudah diidentifikasi dengan menggunakan perbandingan sederhana dari aktivitas yang memiliki nilai tambah dan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah. Aktivitas yang bernilai tambah perlu ditingkatkan sementara aktivitas yang tidak bernilai tambah perlu dikurangi.

Harisson (1992) mengemukakan bahwa waktu *set-up* didefinisikan sebagai waktu yang diambil dari bagian produk terakhir pada *batch* terakhir ke bagian produk pertama pada *batch* baru. Reduksi waktu *set-up* adalah kunci untuk meningkatkan fleksibilitas tanpa mengurangi kapasitas, serta untuk reduksi inventori dan *lead time*.

Liker dan Meier (2006) mengatakan bahwa metode SMED juga dikenal sebagai "*quick changeover*" atau "*rapid changeover*". *Changeover* atau *set-up* merupakan suatu pekerjaan yang memerlukan perubahan suatu mesin tertentu, sumber daya, stasiun kerja, atau lintas produksi pembuatan produk akhir suatu item ke item pada suatu *batch* ke produk lain item pertama pada suatu *batch* berikutnya. Sehingga metode ini dapat diterapkan setiap kali peralatan "diganti" dari satu keadaan fisik ke keadaan fisik yang lain. Termasuk pergantian material, atau berganti ke produk atau konfigurasi yang berbeda atau dapat juga didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk melakukan persiapan operasi.

Singo S. (1985) dalam bukunya *A Revolution in Manufacturing: The SMED System* mengemukakan metode SMED yang muncul pada periode tahun 1950-1969 di Jepang. Metode SMED atau *Single Minute Exchange of Dies* yang dapat digunakan untuk mengurangi waktu secara dramatis.

Shingo S. (1985) menerapkan konsep SMED saat terjadi ketidakmampuan mengeliminasi *bottleneck* pada *car body molding presses* yang disebabkan oleh

lamanya *changeover time* yaitu pergantian waktu dari satu model ke model yang lain. Jika *changeover* memerlukan waktu yang lama maka akan timbul *production loses* sehingga biaya produksi juga akan meningkat. Terdapat 2 jenis *set-up* yaitu diantaranya :

- a. Internal *set-up* merupakan aktivitas yang dapat dilakukan saat mesin dimatikan, seperti pemasangan dan pelepasan *dies*. Contoh lainnya yaitu persiapan bahan seperti pemanasan resin untuk proses *plastic molding*, pengaturan alat
- b. Eksternal *set-up* adalah aktivitas yang dapat dilakukan saat mesin berjalan, sebelum mesin berhenti atau saat memproduksi barang. Contohnya adalah transportasi *old dies* ke penyimpanan atau membawa *new dies* ke mesin, yang akan dikerjakan saat mesin beroperasi. Contoh lainnya yaitu menyiapkan baut yaitu dengan menentukan kebutuhan baut yang telah siap untuk persiapan berikutnya.

Pada awalnya metode SMED dipakai di industri otomotif, namun pada perkembangannya metode ini digunakan pada berbagai macam tipe industri manufaktur seperti elektronik, *packaging*. Bahkan konsep dan pemikiran SMED ini dapat diterapkan di berbagai macam tipe industri. Beberapa hal yang perlu dipahami dalam melaksanakan SMED yaitu :

- a. Struktur produksi
 - i. *Processing*: perakitan, proses produksi, dll.
 - ii. *Inspection* : perbandingan dengan standar yang ada
 - iii. *Transportation* : perubahan lokasi
 - iv. *Storage* : penyimpanan produk pada suatu waktu saat tidak bekerja.
- b. Analisis waktu setup operasi di masa lalu

Dalam melakukan analisis waktu *set-up* operasi dimasa lalu kita dapat mengetahui elemen-elemen yang ada di dalamnya. Berdasarkan analisa tersebut, maka dapat mengetahui letak permasalahan sehingga dapat mencari strategi penyelesaiannya. Analisis waktu *set-up* produksi dapat menggunakan *stopwatch* dengan pendekatan *work sampling study*, wawancara pekerja, atau dengan merekam operasi tersebut. Namun sebelum mendapatkan strategi tersebut maka perlu mempertimbangkan 2 hal yaitu :

 - i. Mengurangi elemen kerja yang tidak penting dan yang mungkin dilaksanakan.

- ii. Membuat elemen-elemen kerja menjadi lebih simpel sehingga dapat meningkatkan irama kerja.

Sebelum memasuki langkah-langkah metode SMED perlu melalui tahap pendahuluan yaitu mengidentifikasi semua kegiatan *set-up*, kemudian barulah memasuki tahapan metode SMED yaitu diantaranya:

- a. Tahap pertama yaitu pisahkan internal *set-up* dan eksternal *set-up*. Teknik ini efektif dalam memastikan operasi yang termasuk dalam *external set-up* yaitu yang dikerjakan saat mesin beroperasi. Pemisahan dapat menggunakan daftar cek (*checklist*)
- b. Tahap kedua, konversi internal *set-up* menjadi eksternal *set-up*. Dengan melakukan konversi ini maka akan mampu mereduksi waktu *set-up* hingga 30-50%. Dalam melakukan konversi ini perlu dilakukan persiapan kondisi operasional yang baik dan melakukan standarisasi fungsi. Selain itu perlu dilakukan pemeriksaan kembali setiap operasi untuk melihat apakah ada langkah yang salah sehingga diasumsikan sebagai internal *set-up*. Kemudian menemukan cara untuk mengubahnya menjadi eksternal *set-up*.
- c. Tahap ketiga, mempersingkat semua aspek dalam operasi *set-up*. Dengan memperbaiki semua aspek dalam operasi *set-up* maka akan mempersingkat *set-up*. Diperlukan upaya pembakuan untuk mengefisiensikan prosedur-prosedur dasar dalam operasi *set-up*.

Dalam melakukan reduksi internal *set-up* dapat dilakukan dengan standarisasi metode dan peralatan, perbaikan metode yang tetap sehingga dapat dilakukan dengan cepat, pengerjaan secara parallel, eliminasi *adjustment*. Manfaat penerapan metode SMED yaitu :

- a. Mereduksi waktu *set-up*.
- b. Mempersingkat *manufacturing lead time*
- c. Pengurangan *bottleneck*
- d. Mereduksi biaya produksi
- e. Meningkatkan kualitas dari produk yang dihasilkan
- f. Meningkatkan keamanan kerja
- g. Menyederhanakan penggunaan alat

2.2.9 Snook Tabellen

Snook table merupakan tabel yang dibuat berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Drs. Stover Snook dan Vincent Ciriello pada *Liberty Mutual Research*

Institute for Safety. Snook table berisikan informasi penting mengenai kemampuan dan keterbatasan dari pekerja dan dapat digunakan untuk perancangan pengangkatan manual untuk mereduksi disabilitas punggung belakang. Sehingga *snook tabel* adalah metode atau alat untuk menganalisis beban kerja pada MMH (*Manual Material Handling*) pada pekerja tanpa mengalami cedera. Tabel ini menganalisis dan evaluasi MMH antara lain: mengangkat, membawa, menurunkan, mendorong, dan menarik. Tabel ini disediakan untuk melakukan penilaian yang objektif terhadap masalah pengangkatan manual dan sebagai landasan dalam memberikan solusi untuk menyadari resiko yang berhubungan dengan kegiatan pengangkatan manual, serta membantu membuat keputusan dalam penerapan biaya solusi ergonomi yang efektif.

Kriteria persentasi populasi pekerja pada tabel ini yaitu lebih dari 75%, jika hasil analisis 75% keatas maka pekerjaan ini sangat aman, artinya tidak memerlukan perbaikan. Persentase populasi pada tabel ini berdasarkan pada penelitian laboratorium dengan pekerja yang memilih beban sesuai dengan kemampuannya tanpa merasa kesulitan, pegal-pegal, dan lelah. Dalam perancangan ergonomi harus cocok untuk sebagian besar pekerja. Oleh karena itu perlu memenuhi kriteria sebesar 75% tersebut. Jika hasil analisis menunjukkan dibawah 10% maka harus diadakan perbaikan dengan segera dan ini berarti hanya 10% dari populasi yang dapat mengangkat, membawa, menurunkan, mendorong, dan menarik. Dalam industri dan pekerjaan tertentu sangat sulit untuk merancang pekerjaan yang dapat mencapai 75% populasi pekerja. Berikut ini langkah penggunaan tabel snook yaitu antara lain :

- a. Cari tabel yang sesuai dengan kebutuhan analisis. Pada tabel ini terdapat beberapa kategori untuk analisis dan evaluasi untuk pekerjaan mengangkat, membawa, menurunkan, menarik, mendorong.
- b. Menghitung persen populasi dengan menentukan beberapa ketentuan yaitu antara lain:
 - i. Tabel Mengangkat dan Menurunkan
 1. Tentukan jarak tangan (*hand distance*) ke objek, berat objek(*object weight*), frekuensi pengangkatan (*frekuensi one lift every*), jarak pengangkatan (*lifting distance*) pada tabel mengangkat atau jarak penurunan (*lower distance*) pada tabel menurunkan.

2. Memilih zona pengangkatan (Lantai sampai Telapak Tangan, Telapak Tangan sampai Pundak, Pundak sampai Jangkauan Tangan).
 3. Pilih jenis kelamin pekerja
 4. Menghitung persentase populasi
- ii. Tabel Membawa
1. Tentukan jarak membawa (*carrying distance*), berat objek (*object weight*), frekuensi membawa (*frekuensi one carry every*), jarak tangan (*hand distance*)
 2. Memilih jenis kelamin pekerja
 3. Menghitung persentase populasi
- iii. Tabel Mendorong dan menarik
1. Memilih jarak tangan (*hand height*), berat object yang didorong atau ditarik, pilih jenis kelamin, pilih *initial* (awal) *forces* atau *sustained* (berkelanjutan) *forces*.
 2. Menghitung persentase populasi
- c. Setelah mendapatkan persentasi populasi dapat menghitung berat maksimum yang dapat dibawa pekerja. Berikut ini adalah beberapa langkah untuk setiap tabel, yaitu antara lain :
- i. Tabel Membawa dan Menurunkan:
1. Menentukan lebar dari objek (bagian luar dari tubuh) dalam tabel yang paling mendekati dengan pekerjaan yang diamati.
 2. Memilih jarak yang paling mendekati dengan pengangkatan.
 3. Memilih Zona Pengangkatan (Lantai sampai Telapak Tangan, Telapak Tangan sampai Pundak, Pundak sampai Jangkauan Tangan).
 4. Memilih jenis kelamin pekerja.
 5. Mencari berat yang paling mendekati dari tabel yang sesuai dengan lebar, jarak, zona, jenis kelamin, dan pengulangan.
 6. Mencari persentase populasi yang dapat melakukan pekerjaan ini tanpa mengalami gangguan.
- ii. Tabel Mendorong dan Menarik:
1. Memilih ketinggian dari aplikasi beban yang ada (lantai ke tangan).
 2. Memilih jarak dorong atau tarik.
 3. Mencari gaya yang paling mendekati dari tabel yang sesuai dengan ketinggian, jarak, jenis kelamin dan pengulangan.

4. Mencari persentase populasi yang dapat melakukan pekerjaan ini tanpa mengalami gangguan.

iii. Tabel Membawa:

1. Memilih ketinggian pegangan (lantai ke tangan).
2. Memilih jarak membawanya.
3. Mencari berat yang paling mendekati dari tabel yang sesuai dengan ketinggian, jarak, jenis kelamin dan pengulangan.
4. Mencari persentase populasi yang dapat melakukan pekerjaan ini tanpa mengalami gangguan.

