



PERDAGANGAN/PENJUALAN JILID 1

untuk SMK

Devi Puspitarsari

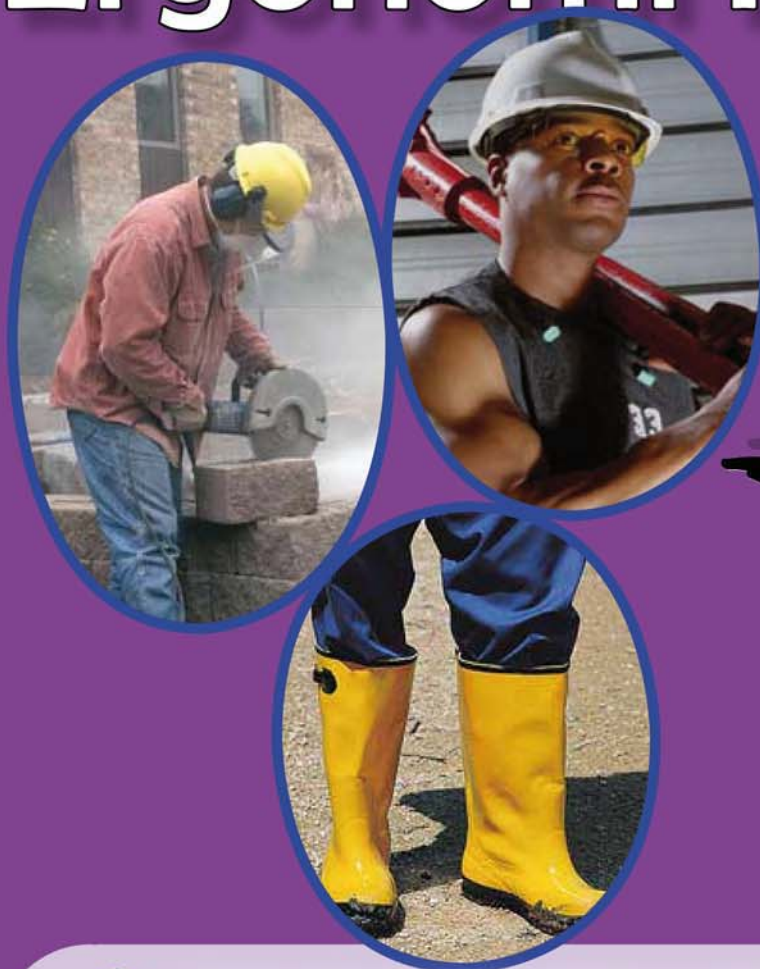


JILID 1

Bambang Suhadri

Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Industri

untuk
Sekolah Menengah Kejuruan



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Bambang Suhardi

PERANCANGAN SISTEM KERJA DAN ERGONOMI INDUSTRI

JILID 1

SMK



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

PERANCANGAN SISTEM KERJA DAN ERGONOMI INDUSTRI

JILID 1

Untuk SMK

Penulis : Bambang Suhardi

Perancang Kulit : TIM

Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

SUHARDI, Bambang
p Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Industri Jilid 1
untuk SMK oleh Bambang Suhardi ---- Jakarta : Direktorat
Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal
Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen
Pendidikan Nasional, 2008.
vi, 168 hlm
Daftar Pustaka : Lampiran. A
Daftar Istilah : Lampiran. B
Daftar Tabel : Lampiran. C
Daftar Gambar : Lampiran. D
ISBN : 978-979-060-000-5
ISBN : 978-979-060-001-0

Diterbitkan oleh

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan

Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Tahun 2008

KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan karunia Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional, telah melaksanakan kegiatan penulisan buku kejuruan sebagai bentuk dari kegiatan pembelian hak cipta buku teks pelajaran kejuruan bagi siswa SMK. Karena buku-buku pelajaran kejuruan sangat sulit di dapatkan di pasaran.

Buku teks pelajaran ini telah melalui proses penilaian oleh Badan Standar Nasional Pendidikan sebagai buku teks pelajaran untuk SMK dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh penulis yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para pendidik dan peserta didik SMK. Buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*download*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Dengan ditayangkan *soft copy* ini diharapkan akan lebih memudahkan bagi masyarakat khususnya para pendidik dan peserta didik SMK di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri untuk mengakses dan memanfaatkannya sebagai sumber belajar.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para peserta didik kami ucapkan selamat belajar dan semoga dapat memanfaatkan buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, 17 Agustus 2008
Direktur Pembinaan SMK

KATA PENGANTAR

Hanya karena petunjuk Allah SWT buku ini dapat diwujudkan. Penerapan ilmu Ergonomi dalam dunia industri di Indonesia masih jauh dari harapan. Banyak faktor yang menyebabkan kurang membudayanya penerapan ergonomi, salah satunya karena masih minimnya buku-buku ergonomi berbahasa Indonesia. Kondisi ini menyebabkan terhambatnya sosialisasi pembudayaan penerapan Ergonomi di masyarakat. Hal inilah yang mendorong penulis untuk mencoba menulis buku perancangan sistem kerja dan ergonomi industri.

Dalam penulisan buku ini penulis mencoba mengkaitkan ilmu ergonomi dengan perancangan sistem kerja di industri. Sehingga pembaca diharapkan bisa melihat peranan ilmu ergonomi dalam dunia kerja.

Buku ini disusun untuk dipergunakan bagi siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Dalam penyajiannya, penulis berusaha untuk menulis secara sistematis dan banyak menggunakan gambar-gambar sehingga pembaca menjadi lebih tertarik untuk mempelajari buku ini. Buku ini disusun menjadi 2 jilid, dimana jilid 1 terdiri dari 5 bab dan jilid 2 terdiri dari 4 bab.

Penulis menyadari bahwa buku perancangan sistem kerja dan ergonomi industri ini masih perlu disempurnakan, untuk itu berbagai kritik dan saran yang konstruktif dari semua pihak sangat diharapkan.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan buku ini. Semoga buku ini bisa memberikan banyak manfaat bagi semua pihak.

Bambang Suhardi

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---------------------------------|----------------|
| Sambutan Direktur Pembinaan SMK | |
| Kata Pengantar | i |
| Daftar Isi | ii |

JILID 1

| | |
|---|----------------|
| Bab I SISTEM PRODUKSI DAN PRODUKTIVITAS | I - 1 |
| 1.1 Pendahuluan | 1 |
| 1.2 Konsep Dasar Sistem Produksi | 2 |
| 1.2.1 Input | 3 |
| 1.2.2 Proses Transformasi | 5 |
| 1.2.3 Output | 5 |
| 1.3 Produktivitas Kerja | 6 |
| 1.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas | 11 |
| 1.5 Cara Mengukur Produktivitas Kerja | 12 |
| 1.6 Rangkuman | 13 |
| 1.7 Soal | 14 |
| | |
| Bab II ANALISA PERANCANGAN KERJA | II – 1 |
| 2.1 Pendahuluan | 1 |
| 2.2 Peta Kerja | 1 |
| 2.2.1 Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan | 2 |
| 2.2.2 Peta Aliran Proses | 10 |
| 2.2.3 Peta Proses Regu Kerja | 14 |
| 2.3 Pengukuran Kerja | 15 |
| 2.4 Penentuan Ukuran Sampel | 18 |
| 2.5 Rangkuman | 21 |
| 2.6 Soal | 21 |
| | |
| Bab III ERGONOMI | III – 1 |
| 3.1 Pendahuluan | 1 |
| 3.2 Ergonomi | 2 |
| 3.2.1 Ruang Lingkup Ergonomi | 3 |
| 3.2.2 Resiko Karena Kesalahan Ergonomi | 3 |
| 3.2.3 Identifikasi Resiko | 5 |
| 3.2.4 Cumulative Trauma Disorder | 6 |
| 3.2.5 Sikap Tubuh | 9 |
| 3.2.6 Posisi Kerja | 10 |

| | |
|---|----|
| 3.2.7 Mengenali Sumber Penyebab Keluhan Muskuloskeletal | 15 |
| 3.3 Konsep Antropometri | 16 |
| 3.3.1 Alat Ukur Antropometri | 17 |
| 3.3.2 Cara Pengukuran | 19 |
| 3.3.3 Data Antropometri | 21 |
| 3.3.4 Antropometri pada Posisi Duduk | 27 |
| 3.3.5 Persentile | 35 |
| 3.3.6 Data Antropometri untuk Perancangan Produk | 37 |
| 3.4 Rangkuman | 38 |
| 3.5 Soal | 38 |

Bab IV TELAAH METODE

IV – 1

| | |
|---|----|
| 4.1 Pendahuluan | 1 |
| 4.2 Prinsip-prinsip Ekonomi Gerakan | 2 |
| 4.2.1 Tubuh Manusia dan Gerakan-gerakannya | 3 |
| 4.2.2 Tata Letak Tempat Kerja dan Gerakan-gerakan | 4 |
| 4.2.3 Perancangan Peralatan dan Gerakan-gerakan | 5 |
| 4.3 Penerapan Ekonomi Gerakan | 8 |
| 4.3.1 Eliminasi Kegiatan | 8 |
| 4.3.2 Kombinasi Gerakan atau Aktivitas Kerja | 9 |
| 4.3.3 Penyederhanaan Kegiatan | 9 |
| 4.4 Studi Gerakan untuk Menganalisa Kerja | 10 |
| 4.5 Perbaikan dengan Ekonomi Gerakan | 29 |
| 4.5.1 Mengurangi Jumlah Gerakan | 30 |
| 4.5.2 Lakukan Gerakan Bersamaan Waktunya | 39 |
| 4.5.3 Mempermudah Gerakan | 45 |
| 4.6 Contoh Aplikasi Perbaikan Kerja | 48 |
| 4.6.1 Penyederhanaan | 48 |
| 4.6.2 Penggabungan | 49 |
| 4.6.3 Penghapusan | 52 |
| 4.6.4 Penataan Tempat Kerja | 53 |
| 4.6.5 Pemborosan Karena Proses | 59 |
| 4.7 Rangkuman | 60 |
| 4.8 Soal | 61 |

Bab V WAKTU SET UP

V - 1

| | |
|---|----|
| 5.1 Pendahuluan | 1 |
| 5.2 Pengurangan Waktu Set Up | 2 |
| 5.3 Teknik Kecepatan Set Up | 3 |
| 5.3.1 Pisahkan Kegiatan Set Up Eksternal dan Internal | 3 |
| 5.3.2 Memperbaiki Kegiatan Set Up Internal | 4 |
| 5.3.3 Memperbaiki Kegiatan Set Up Eksternal | 9 |
| 5.4 Rangkuman | 11 |
| 5.5 Soal | 11 |

| | |
|--|----------------|
| Bab VI MATERIAL HANDLING | VI – 1 |
| 6.1 Pendahuluan | 1 |
| 6.2 Peralatan Material Handling | 2 |
| 6.2.1 Conveyor | 2 |
| 6.2.2 Cranes dan Hoists | 4 |
| 6.2.3 Truck | 6 |
| 6.3 Manual Material Handling | 8 |
| 6.3.1 Manual Material Handling Menurut OSHA | 9 |
| 6.3.2 Batasan Beban yang Boleh Diangkat | 13 |
| 6.3.3 Pindahan Material Secara Teknis | 15 |
| 6.3.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi MMH | 16 |
| 6.3.5 Cara Mengangkat Beban | 18 |
| 6.3.6 Faktor Resiko Kecelakaan Kerja MMH | 23 |
| 6.3.7 Penanganan Resiko Kerja MMH | 23 |
| 6.4 Metode Analisa Postur Kerja OWAS | 24 |
| 6.5 Material Handling Bahan Kimia Berbahaya | 33 |
| 6.6 Rangkuman | 34 |
| 6.7 Soal | 35 |
| | |
| Bab VII LINGKUNGAN KERJA FISIK | VII – 1 |
| 7.1 Pendahuluan | 1 |
| 7.2 Temperatur | 1 |
| 7.2.1 Lingkungan Kerja Panas | 2 |
| 7.2.2 Pengaruh Temperatur Terhadap Kesehatan dan Keselamatan Kerja | 4 |
| 7.2.3 Penilaian Lingkungan Kerja Panas | 5 |
| 7.2.4 Pengendalian Lingkungan Kerja Panas | 7 |
| 7.3 Kebisingan | 9 |
| 7.3.1 Seberapa Keras Suara yang Terlalu Keras? | 10 |
| 7.3.2 Anatomi Telinga Manusia | 10 |
| 7.3.3 Suara di Tempat Kerja | 11 |
| 7.3.4 Jenis Kebisingan | 14 |
| 7.3.5 Nilai Ambang Batas | 16 |
| 7.3.6 Pengaruh Kebisingan | 17 |
| 7.3.7 Sumber Kebisingan | 18 |
| 7.3.8 Pengukuran Kebisingan | 20 |
| 7.3.9 Mengendalikan Tingkat Kebisingan | 22 |
| 7.4 Pencahayaan | 26 |
| 7.4.1 Definisi dan Istilah yang Dipakai | 27 |
| 7.4.2 Hukum Kuadrat Terbalik | 29 |
| 7.4.3 Jenis-jenis Sistem Pencahayaan | 30 |
| 7.4.4 Komponen Pencahayaan | 34 |
| 7.4.5 Dampak Penerangan yang Tidak Baik | 37 |
| 7.4.6 Merancang Sistem Pencahayaan | 37 |
| 7.4.7 Pendekatan Aplikasi Penerangan di Tempat Kerja | 39 |
| 7.4.8 Pemasangan Lampu Penerangan | 41 |

| | | |
|-------|---|----|
| 7.5 | Getaran | 42 |
| 7.5.1 | Pengaruh Getaran | 43 |
| 7.5.2 | NAB Getaran | 43 |
| 7.5.3 | Pengendalian Getaran | 44 |
| 7.6 | Bau-bauan | 45 |
| 7.7 | Radiasi Non Ionisasi | 46 |
| 7.7.1 | Gelombang Mikro | 46 |
| 7.7.2 | Sinar Ultraviolet | 47 |
| 7.7.3 | Sinar Infra Merah | 48 |
| 7.7.4 | Sinar Laser | 48 |
| 7.8 | Ventilasi | 49 |
| 7.8.1 | Prinsip Sistem Ventilasi | 49 |
| 7.8.2 | Tempat Kerja Berbahaya | 50 |
| 7.8.3 | Permasalahan Ventilasi di Industri | 50 |
| 7.9 | Bahan Berbahaya Beracun | 59 |
| 7.9.1 | Penanganan Bahan Kimia Berbahaya | 60 |
| 7.9.2 | Penyimpanan Bahan Kimia Berbahaya | 61 |
| 7.9.3 | Dampak Jangka Pendek dan Jangka Panjang | 63 |
| 7.9.4 | Label Bahan Kimia | 66 |
| 7.9.5 | Lembar Data Keselamatan Bahan | 67 |
| 7.10 | Rangkuman | 69 |
| 7.11 | Soal | 69 |

Bab VIII ALAT PELINDUNG DIRI

| | | |
|--------|------------------------------------|----------|
| | | VIII – 1 |
| 8.1 | Pendahuluan | 1 |
| 8.2 | Bahaya di Tempat Kerja | 1 |
| 8.3 | Evaluasi Bahaya di Tempat Kerja | 3 |
| 8.4 | Aktivitas Kerja di Industri | 3 |
| 8.5 | Pemilihan APD di Perusahaan | 6 |
| 8.6 | Jenis-jenis APD | 7 |
| 8.6.1 | Alat Pelindung Kepala | 8 |
| 8.6.2 | Hats/Cap | 9 |
| 8.6.3 | Kacamata | 10 |
| 8.6.4 | Goggles | 11 |
| 8.6.5 | Perisai Muka | 12 |
| 8.6.6 | Alat Pelindung Telinga | 14 |
| 8.6.7 | Alat Pelindung Pernapasan | 18 |
| 8.6.8 | Alat Pelindung Tangan | 22 |
| 8.6.9 | Alat Pelindung Kaki | 25 |
| 8.6.10 | Pakaian Pelindung | 28 |
| 8.6.11 | Sabuk Pengaman | 29 |
| 8.6.12 | Alat Pelindung untuk Pekerjaan Las | 31 |
| 8.6.13 | Alat Pelindung Lutut | 35 |
| 8.6.14 | Back and Lumbar Support Belts | 36 |
| 8.7 | Pemeliharaan APD | 37 |
| 8.8 | Rangkuman | 37 |
| 8.9 | Soal | 38 |

| | |
|---|---------------|
| Bab IX STASIUN KERJA KOMPUTER | IX – 1 |
| 9.1 Pendahuluan | 1 |
| 9.2 Gangguan Kesehatan Pemakaian Komputer | 2 |
| 9.2.1 Gangguan pada Bagian Mata dan Kepala | 3 |
| 9.2.2 Gangguan pada Lengan dan Tangan | 3 |
| 9.2.3 Gangguan pada Leher, Pundak dan Punggung | 5 |
| 9.3 Cara Menanggulangi Gangguan Kesehatan/Kelelahan | 5 |
| 9.3.1 Menghindari CTS | 5 |
| 9.3.2 Menghindari Kelelahan | 5 |
| 9.4 Peralatan pada Stasiun Kerja Komputer | 15 |
| 9.4.1 Mouse | 16 |
| 9.4.2 Layar Komputer | 16 |
| 9.4.3 Keyboard | 17 |
| 9.4.4 Meja Komputer | 18 |
| 9.5 Sikap Kerja Tidak Benar | 19 |
| 9.6 Pengaturan Stasiun Kerja Komputer | 21 |
| 9.6.1 Tempat Kerja | 22 |
| 9.6.2 Keyboard | 23 |
| 9.6.3 Mouse | 26 |
| 9.6.4 Monitor | 29 |
| 9.6.5 Kursi | 30 |
| 9.6.6 Penopang Kaki | 32 |
| 9.6.7 Bantalan Punggung | 33 |
| 9.6.8 Pemegang Dokumen | 34 |
| 9.6.9 Tudung Pelindung | 34 |
| 9.7 Pandangan Menyilaukan | 35 |
| 9.8 Cara Berkomputer | 37 |
| 9.9 Kebisingan dan Radiasi | 37 |
| 9.10 Rangkuman | 38 |
| 9.11 Soal | 39 |
| | |
| LAMPIRAN : | |
| Daftar Pustaka | A |
| Daftar Istilah | B |
| Daftar Gambar | C |
| Daftar Tabel | D |

BAB I

SISTEM PRODUKSI DAN PRODUKTIVITAS

1.1 Pendahuluan

Banyak hal telah dilakukan manusia dalam usahanya untuk meningkatkan produktivitas kerja. Dengan peningkatan produktivitas tersebut mengakibatkan banyak industri yang mengganti tenaga manusia dengan mesin dan peralatan produksi yang lebih modern. Kondisi ini banyak terjadi pada negara-negara maju. Untuk negara berkembang, pengertian mengenai produktivitas selalu dikaitkan dan diarahkan pada segala usaha yang dilakukan dengan memanfaatkan sumber daya manusia yang ada. Semua usaha untuk meningkatkan produktivitas dilakukan tanpa dikaitkan dengan penanaman modal. Modal ini digunakan untuk membeli mesin dan peralatan yang lebih modern, sehingga produktivitas kerja bisa meningkat secara spektakuler.

Masalah produktivitas pada dasarnya tidak bisa terlepas dengan sistem produksi, yaitu sistem dimana faktor-faktor:

- ❖ Manusia sebagai tenaga kerja (tenaga kerja langsung dan tidak langsung).
- ❖ Modal / kapital yang terdiri dari: mesin, perkakas bantu, bahan baku, bangunan pendukung, dan lain-lain.

Dikelola dengan suatu cara yang terorganisasi dengan baik, lebih produktif karena dikelola secara efektif dan efisien.

Untuk meningkatkan produktivitas , maka kita tidak bisa terpaku pada salah satu faktor saja. Meskipun teknologi yang dimiliki sudah modern tapi kalau tidak didukung dengan sumberdaya manusia yang terampil, maka produktivitas juga belum tentu meningkat bahkan sebaliknya. Untuk memahami persoalan yang berkaitan dengan peningkatan produktivitas di sektor industri ini maka perlu dipahami dulu tentang apa yang dimaksud dengan sistem produksi dan produktivitas.

Siswa setelah membaca bab ini diharapkan memahami konsep dasar sistem produksi, arti produktivitas kerja dan bisa mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi produktivitas kerja dan memahami cara mengukur produktivitas kerja pada suatu industri.

1.2 Konsep Dasar Sistem Produksi

Sistem produksi adalah serangkaian aktivitas yang dilakukan untuk mengolah atau mengubah sejumlah masukan (*input*) menjadi sejumlah keluaran (*output*) yang memiliki nilai tambah. Pengolahan yang terjadi bisa secara fisik maupun nonfisik. Sedangkan nilai tambah adalah nilai dari keluaran yang bertambah dalam pengertian nilai guna atau nilai ekonomisnya. Proses produksi ini bisa digambarkan dalam bentuk bagan *input output* (gambar 1.1). Gambar 1.1 menunjukkan bahwa elemen-elemen utama dalam sistem produksi adalah: input, proses transformasi dan output. Proses *transformasi* akan mengubah masukan/*input* menjadi keluaran/*output*. Proses ini biasanya dilengkapi dengan kegiatan umpan balik untuk memastikan bahwa keluaran yang diperoleh sesuai dengan yang diinginkan. Tidak menutup kemungkinan bahwa proses *transformasi* ini juga dipakai sebagai pengendali sistem produksi agar mampu meningkatkan perbaikan terus-menerus.

Sistem produksi memiliki komponen atau elemen struktural dan fungsional yang berperan penting menunjang kontinuitas operasional sistem produksi ini. Komponen atau elemen struktural yang membentuk sistem produksi terdiri dari:

material, mesin dan peralatan, tenaga kerja, modal, energi, informasi, tanah, dan lain-lain. Elemen fungsional terdiri dari: supervisi, perencanaan, pengendalian, koordinasi, dan kepemimpinan. Elemen fungsional berkaitan dengan manajemen dan organisasi.

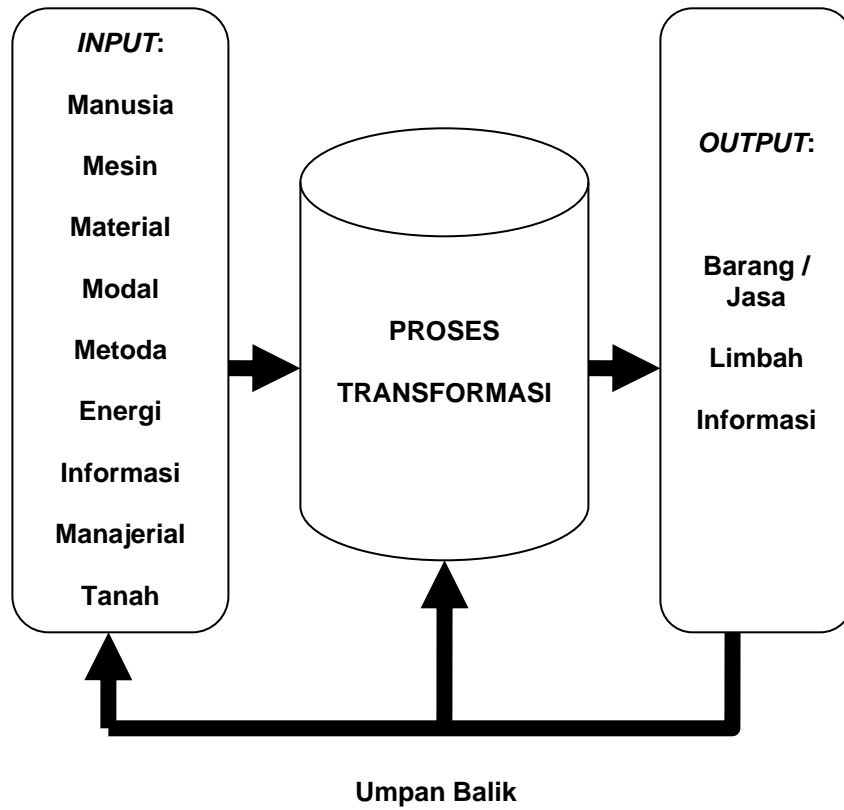
1.2.1 *Input*

Dalam sistem produksi terdapat beberapa input sebagai berikut:

1. Tenaga kerja. Operasi sistem produksi membutuhkan intervensi manusia dan orang-orang yang terlibat dalam sistem produksi dianggap sebagai input tenaga kerja.
2. Mesin. Untuk mengubah bahan baku menjadi produk jadi, maka sebuah sistem produksi membutuhkan mesin.
3. Material. Agar sistem produksi dapat menghasilkan produk manufaktur, diperlukan material atau bahan baku.
4. Modal. Operasi sistem produksi membutuhkan modal. Fasilitas peralatan, mesin produksi, bangunan pabrik, gudang dan lain-lain dianggap sebagai barang modal.
5. Metoda. Aktivitas sistem produksi untuk mengubah material menjadi barang jadi memerlukan teknologi. Teknologi tersebut harus bisa dioperasikan. Cara untuk mengoperasikan teknologi disebut dengan metoda.
6. Energi. Mesin-mesin produksi dan aktivitas pabrik lainnya membutuhkan energi untuk menjalankan aktivitas itu. Berbagai macam bahan bakar, minyak pelumas, tenaga listrik, air untuk keperluan pabrik, dll, dianggap sebagai input energi.
7. Informasi. Dalam industri modern, informasi telah dipandang sebagai input. Berbagai macam informasi tentang: kebutuhan pelanggan, kuantitas permintaan pasar, perilaku pesaing, dll, dianggap sebagai input informasi.
8. Manajerial. Sistem industri modern yang berada dalam lingkungan pasar global yang sangat kompetitif

membutuhkan: supervisi, perencanaan, pengendalian, koordinasi, dan kepemimpinan yang efektif untuk meningkatkan *performansi* sistem itu secara terus-menerus.

9. Tanah. Sistem produksi manufaktur membutuhkan lokasi untuk mendirikan pabrik, gudang, dan lain-lain.



Gambar 1.1 Bagan *Input Output*

1.2.2 Proses Transformasi

Proses transformasi dalam sistem produksi dapat didefinisikan sebagai *integrasi sekuensial* dari tenaga kerja, material, informasi, metode kerja, dan mesin atau peralatan, dalam suatu lingkungan guna menghasilkan nilai tambah bagi produk agar dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar.

Contoh proses transformasi, bayangkan sebuah pabrik perakitan mobil yang menggunakan bahan baku dalam bentuk *parts* dan komponen. Material ini secara bersama-sama dengan peralatan modal, tenaga kerja, energi, informasi, manajerial, dan lain-lain, ditransformasikan menjadi mobil. Hasil transformasi ini berupa sebuah mobil.

Suatu tugas atau aktivitas dikatakan memiliki nilai tambah apabila penambahan beberapa input pada tugas itu akan memberikan nilai tambah produk sesuai dengan keinginan konsumen. Contoh dari tugas yang memiliki nilai tambah:

1. Pengoperasian peralatan bor untuk mengubah sepotong logam tanpa cacat.
2. Pengujian material untuk meyakinkan bahwa material itu sesuai standar yang ditetapkan.
3. Menerbangkan sebuah pesawat terbang dengan baik.

1.2.3 Output

Output dari proses dalam sistem produksi dapat berupa barang atau jasa yang disebut sebagai produk. Selain produk hasil output dari sebuah sistem produksi adalah limbah dan informasi. Pengukuran karakteristik output sebaiknya mengacu kepada kebutuhan pelanggan dalam pasar. Berikut ini beberapa contoh sistem produksi jasa dan manufaktur.

Tabel 1.1 Beberapa Contoh Sistem Produksi Jasa dan Manufaktur

| No | Sistem | Input | Output |
|----|--------------------|--|--|
| 1 | Bank | Karyawan, fasilitas gedung dan peralatan, kantor, modal, energi, informasi, manajerial, dll | Pelayanan finansial bagi nasabah |
| 2 | Rumah Sakit | Dokter, perawat, karyawan, fasilitas gedung dan peralatan medik, laboratorium, modal, energi, informasi, manajerial, dll | Pelayanan medik bagi pasien, dll |
| 3 | Rumah Makan | Koki, pelayan, bahan, peralatan, ruangan, bumbu, modal, energi, informasi, manajerial dll | Pelayanan makanan, hiburan kenyamanan, dll |
| 4 | Transportasi Udara | Pilot, pramugari, tenaga mekanik, karyawan, pesawat terbang, fasilitas gedung dan peralatan kantor, energi, informasi, manajerial, dll | Transportasi udara bagi orang dan barang dari satu lokasi ke lokasi lain |
| 5 | Manufaktur | Karyawan, fasilitas gedung dan peralatan pabrik, material, modal, energi, informasi, manajerial, dll | Barang jadi, limbah, dll |

Catatan: istilah sistem produksi dalam industri manufaktur serupa dengan sistem produksi pada industri jasa

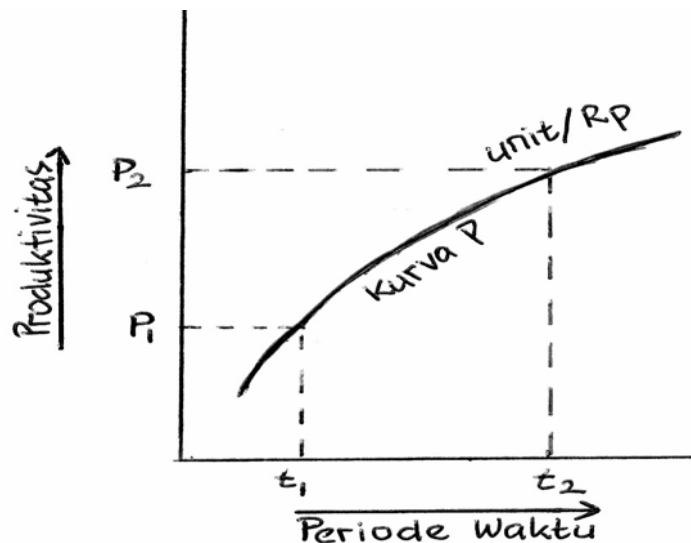
1.3 Produktivitas Kerja

Pengertian produktivitas secara umum adalah rasio antara output dibagi dengan input. Sementara pendekatan dalam studi produktivitas sering kali hanya menekankan pada aspek ekonomi tertentu saja. Kenyataannya studi produktivitas juga mencakup aspek-aspek non ekonomi, yang kadang-kadang lebih besar perannya dalam peningkatan produktivitas. Aspek-

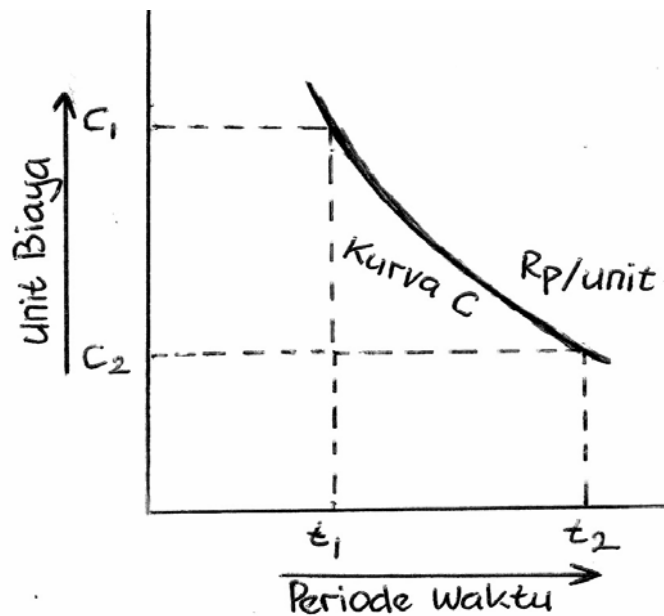
aspek non ekonomi, seperti manajemen dan organisasi, kualitas kerja, perlindungan dan keselamatan kerja, motivasi, dan lain sebagainya yang berperan dalam menggerakkan, mendorong dan mengkoordinasikan para individu atau kelompok individu lainnya yang terlibat langsung dalam kegiatan-kegiatan pada setiap unit ekonomi untuk bekerja lebih efektif dan efisien.

Kesadaran akan peningkatan produktivitas semakin meningkat karena adanya suatu keyakinan bahwa perbaikan produktivitas akan memberikan kontribusi positif dalam perbaikan ekonomi. Pandangan bahwa kehidupan hari ini harus lebih baik dari kehidupan hari kemarin dan kehidupan hari esok harus lebih dari hari ini, merupakan suatu pandangan yang memberi dorongan pemikiran ke arah produktivitas.

Manfaat positif apakah yang bisa dicapai dengan terjadinya peningkatan produktivitas dari suatu aktivitas produksi. Agar bisa memberikan suatu ilustrasi yang jelas, Gambar 1.2. a dan 1.2.b menunjukkan hal-hal positif tersebut.



Gambar 1.2 a. Kurva Kenaikan Produktivitas



Gambar 1.2. b Kurva Penurunan Biaya

Gambar 1.2 a dan 1.2.b memperlihatkan bahwa adanya peningkatan produktivitas yang ditunjukkan dengan kurva P akan menyebabkan terjadinya penurunan biaya produksi perunitnya seperti yang ditunjukkan oleh kurva C. Produktivitas adalah rasio output per input. Bilamana output dalam hal ini adalah berupa unit keluaran yang dihasilkan oleh proses produksi dan semua masukan yang diperlukan dikonversikan dalam unit satuan moneter (rupiah), maka:

$$P_i = \text{Total output selama periode } t_1 / \text{Total input selama periode } t_1 \dots 1.1$$

Dengan formulasi ini, peningkatan produktivitas akan terjadi bilamana output berhasil naik (bertambah besar) atau tetap dan di sisi lain input dalam hal ini bisa lebih ditekan lagi seminimal

mungkin. Dengan demikian arah kurva P akan cenderung naik seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1.2 a.

Naiknya produktivitas (Unit/Rp) ternyata akan membawa konsekuensi terhadap penurunan biaya produksi per unitnya (Rp/Unit). Formula $C_i = 1/P_i$ sehingga:

$$C_i = \frac{\text{Total biaya input yang dikeluarkan selama periode } t_i}{\text{Total output yang dikeluarkan selama periode } t_i} \dots\dots 1.2$$

Berdasarkan formulasi ini, maka arah kurva C akan cenderung turun bilamana produktivitas bisa dinaikkan seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1.2 b. Dampak akibat kenaikan produktivitas menyebabkan penurunan biaya per unitnya akan mampu meningkatkan daya saing output yang dihasilkan oleh industri.

Produktivitas tidak sama dengan produksi, tetapi produksi, performansi kualitas, hasil-hasil, merupakan komponen dari usaha produktivitas. Dengan demikian, produktivitas merupakan suatu kombinasi dari efektivitas dan efisiensi. Secara umum produktivitas dapat dinyatakan sebagai rasio antara keluaran terhadap masukan, atau rasio hasil yang diperoleh terhadap sumber daya yang dipakai.

$$\text{Produktivitas} = \text{Output} / \text{Input} \dots\dots\dots 1.3$$

Jika dalam rasio itu masukan yang dipakai untuk menghasilkan keluaran dihitung seluruhnya maka disebut produktivitas total. Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas total sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas total} = \frac{\text{Output}}{(\text{tenaga kerja} + \text{mesin} + \text{material, dsb})} \dots\dots 1.4$$

Produktivitas total digunakan untuk mengukur perubahan efisiensi dari kegiatan operasi. Untuk mengukur perubahan produktivitas total dalam suatu periode waktu, semua faktor yang berkaitan dengan kuantitas keluaran dan masukan yang dipakai selama periode tadi diperhitungkan. Faktor-faktor itu meliputi manusia, mesin, modal, material, dan energi.

Jika yang dihitung sebagai masukan hanya komponen tertentu saja maka disebut produktivitas parsial. Rumus yang digunakan sebagai berikut:

Produktivitas parsial (misalnya tenaga kerja)

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Keluaran}}{\text{Biaya tenaga kerja}} \quad \text{atau} \quad \frac{\text{Keluaran}}{\text{jam kerja orang}} \quad \dots\dots 1.5$$

Produktivitas perusahaan akan meningkat jika:

1. Keluaran meningkat tapi masukan tetap atau menurun.
2. Keluaran tetap tetapi masukan menurun
3. Keluaran meningkat dan masukan meningkat tetapi perbedaan keluaran lebih besar dari kenaikan masukan.

Produktivitas dapat diukur dalam berbagai bentuk. Tabel 1.2 menunjukkan contoh ukuran produktivitas dalam berbagai bentuk:

Tabel 1.2 Ukuran Produktivitas

| No | Ukuran Produktivitas |
|----|--|
| 1 | Jumlah Produksi / Jumlah Penggunaan Tenaga Kerja |
| 2 | Jumlah Produksi / Jumlah Penggunaan Material |
| 3 | Jumlah Produksi / Jumlah Penggunaan Energi |
| 4 | Jam Kerja Aktual / Jam Kerja Standar |
| 5 | Jam Kerja Setup Produksi / Jam Kerja Aktual Produksi |
| 6 | Jumlah Produk Cacat / Jumlah Produksi |

1.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

Pada hakikatnya produktivitas kerja akan banyak ditentukan oleh dua faktor utama:

- a. Faktor Teknis: merupakan faktor yang berhubungan dengan pemakaian dan penerapan fasilitas produksi secara lebih baik, penerapan metode kerja yang lebih efektif dan efisien, dan atau penggunaan bahan baku yang lebih ekonomis.
- b. Faktor Manusia: merupakan faktor yang mempunyai pengaruh terhadap usaha-usaha yang dilakukan manusia di dalam menyelesaikan pekerjaan. Faktor ini meliputi: sikap mental, motivasi, disiplin, dan etos kerja.

Pada industri yang bersifat mekanisasi atau otomatisasi dalam proses produksinya, maka faktor teknis yang paling berpengaruh dalam upaya peningkatan produktivitas. Industri yang bersifat otomatisasi ini maka penelitian produktivitas akan ditekankan pada aspek teknis. Sedangkan untuk industri yang masih bersifat padat karya, maka upaya peningkatan produktivitas harus ditekankan pada aspek manusianya.

Contoh:

Untuk industri pengecoran logam di daerah Cepur, Klaten yang bersifat padat karya, maka upaya peningkatan produktivitas kerjanya dilakukan dengan cara mengembangkan kemampuan dari tenaga kerjanya. Sedangkan untuk industri yang bersifat otomatisasi misalnya PT. Astra Honda Motor, peningkatan produktivitas kerja lebih difokuskan pada aspek teknis, dengan jalan memperbaharui teknologi yang dimilikinya.

1.5 Cara Mengukur Produktivitas Kerja

Suatu kelompok kerja terdiri dari 8 tenaga kerja, pada bulan pertama mampu menghasilkan produk sebesar 900 unit. Dalam satu bulan mereka bekerja selama 25 hari, dan tiap hari bekerja selama 8 jam. Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi sebesar 400 unit. Bulan berikutnya mereka hanya bekerja selama 20 hari dalam satu bulan. Namun mereka mampu menghasilkan produk sebesar 1000 unit. Bahan baku yang digunakan meningkat menjadi 500 unit. Tingkat produktivitas kelompok kerja di atas dapat dilakukan pengukuran sebagai berikut:

- a. Produktivitas pada bulan pertama

Produktivitas dilihat dari tenaga kerja saja adalah:

$$\text{Pr oduktivitas} = \frac{900}{8} = 112,5$$

Produktivitas dilihat dari jumlah jam kerja yang dipakai

$$\text{Pr oduktivitas} = \frac{900}{8 \times 25 \times 8} = 0.562$$

Produktivitas total

$$\text{Pr oduktivitas} = \frac{900}{8 + 400} = 2,205 \text{ atau}$$

$$\text{Pr oduktivitas} = \frac{900}{1600 + 400} = 0,45$$

- b. Produktivitas pada bulan kedua

Produktivitas dilihat dari tenaga kerja saja adalah:

$$\text{Pr oduktivitas} = \frac{1000}{8} = 125$$

Produktivitas dilihat dari jumlah jam kerja yang dipakai

$$\text{Pr oduktivitas} = \frac{1000}{8 \times 20 \times 8} = 0,781$$

Produktivitas total

$$\text{Pr oduktivitas} = \frac{1000}{8 + 500} = 1,96 \text{ atau}$$

$$\text{Pr oduktivitas} = \frac{1000}{1280 + 500} = 0,562$$

1.6 Rangkuman

Dalam sistem produksi dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian input, proses transformasi, dan output. Input terdiri dari manusia, mesin, material, modal, metoda, energi, informasi, manajerial, dan tanah. Proses transformasi merupakan sebuah aktivitas yang terintegrasi dari komponen input dalam suatu lingkungan guna menghasilkan nilai tambah bagi produk. Output dari sistem produksi berupa barang atau jasa, informasi, dan limbah.

Produktivitas adalah rasio antara output dibagi dengan input. Produktivitas ada dua, yaitu produktivitas total dan produktivitas parsial. Produktivitas total dipakai untuk mengukur perubahan efisiensi dari kegiatan operasi. Produktivitas parsial jika input yang dimasukkan hanya komponen tertentu saja.

Pada dasarnya ada dua factor yang bisa mempengaruhi produktivitas kerja. Faktor tersebut adalah faktor teknis dan faktor manusia. Faktor teknis sangat berpengaruh pada

peningkatan produktivitas untuk industri yang bersifat otomatisasi, sedangkan aspek manusia sangat berperan pada industri yang bersifat padat karya.

1.7 Soal

1. Sebutkan komponen input pada industri pengecoran logam.
2. Sebutkan komponen output pada industri perakitan sepeda motor.
3. Faktor apa sajakah yang paling dominan mempengaruhi produktivitas kerja pada industri padat karya, misalnya industri konveksi.
4. PT. Paijem memiliki data output yang dihasilkan dan input yang dipakai (dalam juta rupiah) selama tahun 2007, sebagai berikut:
Output total (nilai produksi) = 1500
Input:
 - Input tenaga kerja = 200
 - Input material = 200
 - Input modal = 300
 - Input energi = 100
 - Input lain-lain = 100Hitung produktivitas total dan produktivitas parsial untuk masing-masing input.

BAB II

ANALISA PERANCANGAN KERJA

2.1 Pendahuluan

Pada proses produksi, perancangan stasiun kerja dan metode kerja bukan hal mudah. Kesalahan dalam perancangan maupun metode kerja akan berdampak buruk pada proses secara keseluruhan. Evaluasi perancangan harus dilakukan secara terus menerus untuk mendapatkan metode terbaik. Salah satu cara untuk mengevaluasi metode kerja adalah dengan menggunakan peta kerja dan pengukuran waktu standar.

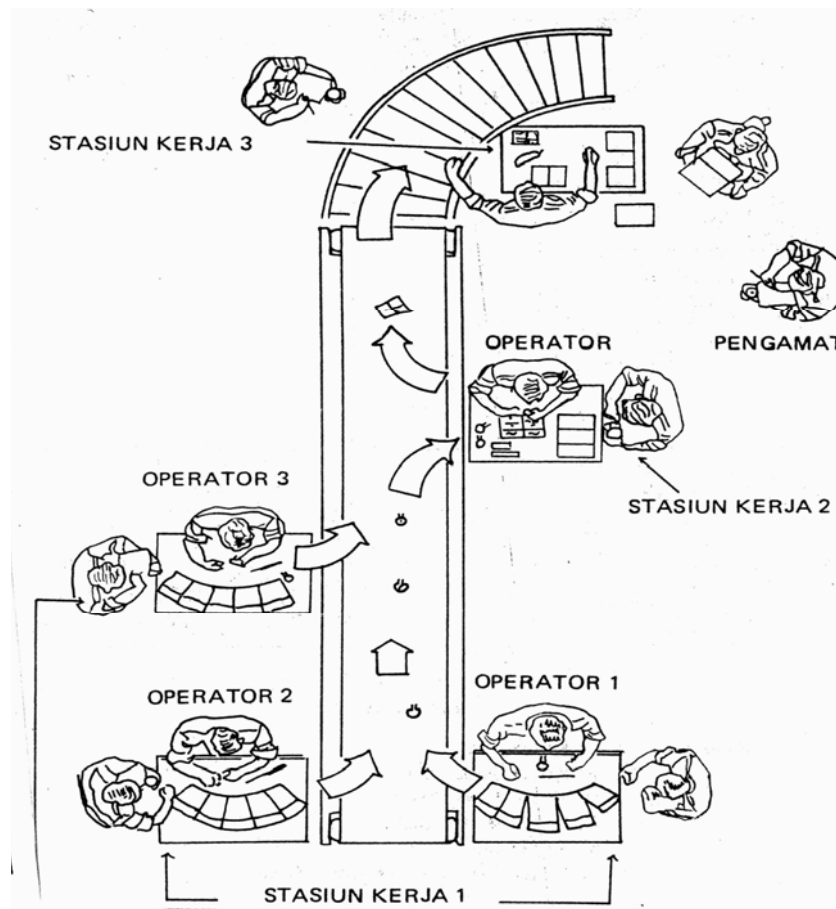
Dengan mempelajari bab ini, para siswa diharapkan mengetahui bentuk peta kerja, khususnya peta tangan kiri dan tangan kanan, peta aliran proses, dan peta regu kerja. Selain itu siswa memahami fungsi dari masing-masing peta kerja tersebut. Kemampuan lain para siswa diharapkan mampu menghitung waktu standar dengan menggunakan studi waktu.

2.2 Peta Kerja

Pendekatan tradisional yang sering digunakan untuk menganalisis metode kerja adalah peta kerja. Peta kerja merupakan suatu alat yang menggambarkan kegiatan kerja secara sistematis dan jelas. Dengan peta kerja kita bisa melihat semua langkah atau kejadian yang dialami oleh suatu benda kerja dari mulai masuk proses sampai menjadi produk. Beberapa peta kerja yang sering digunakan untuk analisis metode kerja, yaitu: peta tangan kiri dan tangan kanan, peta aliran proses, dan peta regu kerja.

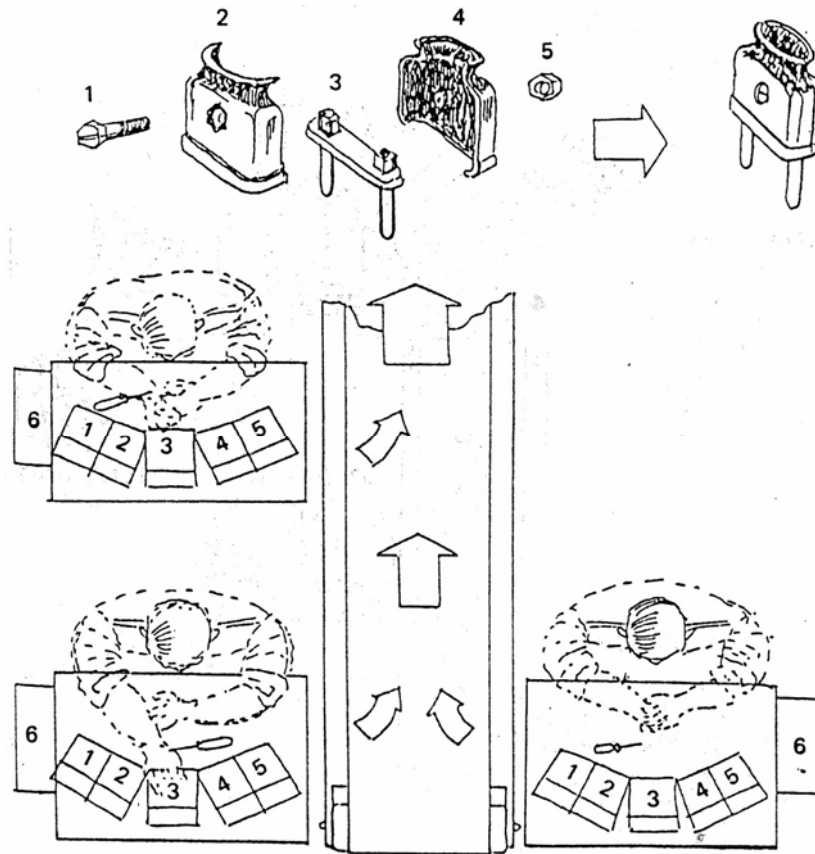
2.2.1 Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan

Untuk memperjelas peta tangan kiri dan tangan kanan ini, maka perlu diperhatikan proses perakitan steker di bawah ini. Pada proses perakitan ini dibagi menjadi tiga stasiun kerja. Masing-masing stasiun kerja mempunyai tugas yang berbeda. Gambar 2.1 ini memperlihatkan aliran proses produksi, yang dimulai dari stasiun kerja 1 menuju stasiun kerja 2 dan terakhir di stasiun kerja 3.



Gambar 2.1 Aktivitas Sistem Kerja
Sumber: Madyana, 1996

Gambar 2.2 memperlihatkan aktivitas pada stasiun kerja 1. Aktivitas pada stasiun kerja 1 ini adaah operator akan merakit steker.

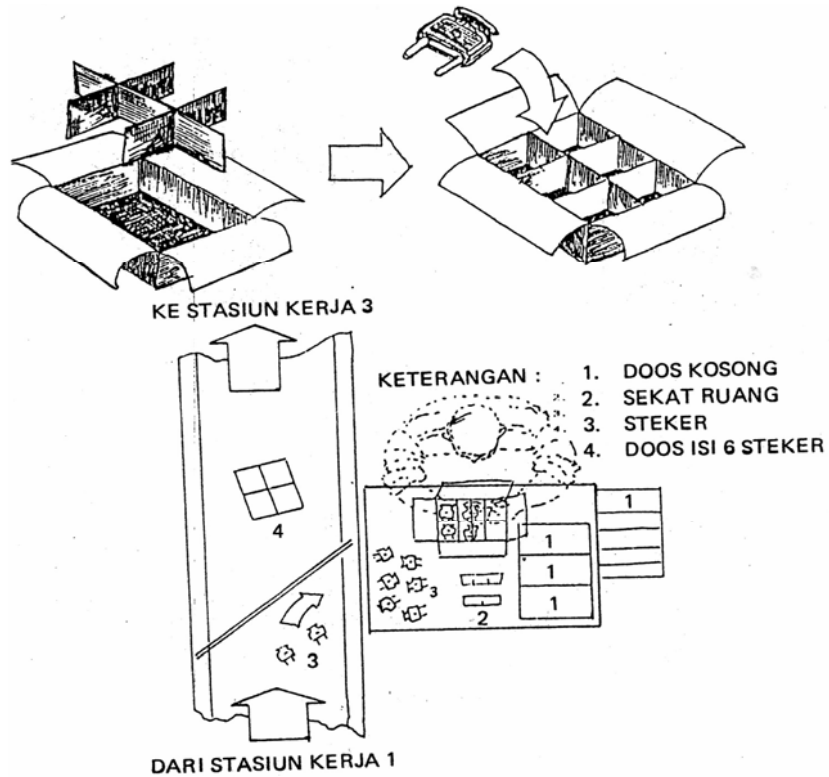


Gambar 2.2 Stasiun Kerja 1
Sumber: Madyana, 1996

Keterangan:

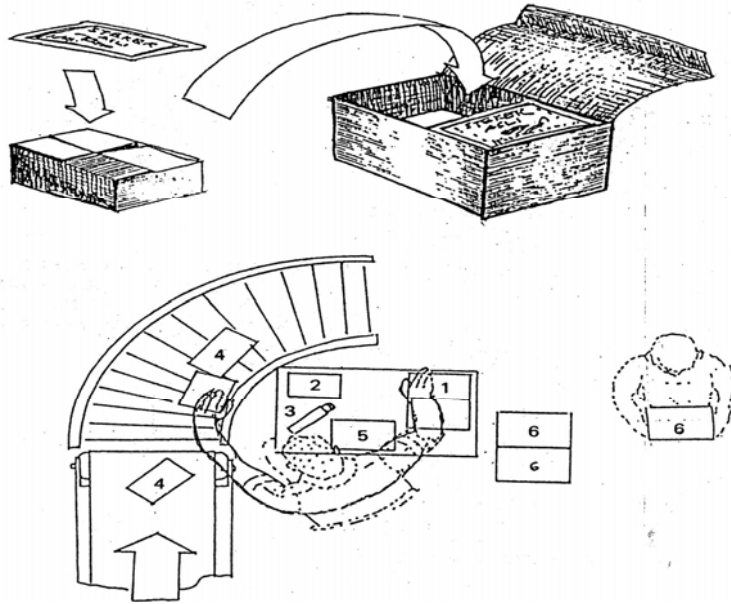
1. Kotak Baut
2. Kotak Badan Steker
3. Kotak Kaki Steker
4. Kotak Badan Steker
5. Kotak Mur
6. Kotak Komponen Produk Cacat

Operator pada stasiun kerja 2 akan melakukan pekerjaan memasukkan steker ke dalam doos kecil. Proses kerja seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.3 Stasiun Kerja 2
Sumber: Madyana, 1996

Setelah proses selesai dilakukan pada stasiun kerja 2, maka tahapan berikutnya adalah masuk ke stasiun kerja 3. Pada stasiun kerja 3 ini, operator akan memasukkan doos kecil ke dalam doos besar. Cara kerja pada stasiun ini seperti terlihat pada gambar 2.4 berikut ini



Gambar 2.4 Stasiun Kerja 3
Sumber: Madyana, 1996

Keterangan:

1. Doos Besar Kosong
2. Label
3. Lem Perekat
4. Doos Isi 6 Steker
5. Doos Besar Sedang Diisi
6. Doos Besar Berisi Steker

Pada stasiun kerja 3 operator yang bertugas ada 2 orang. Operator 1 memasang label pada doos kecil sekaligus memasukkan doos kecil ke dalam doos besar. Operator 2 mengangkat doos besar untuk dibawa ke gudang.

Sistem perakitan steker di atas dapat dipecah menjadi tiga peta tangan kiri dan tangan kanan. Peta ini menggambarkan semua gerakan-gerakan saat bekerja dan waktu menganggur yang dilakukan oleh tangan kiri dan tangan kanan, juga menunjukkan perbandingan antara tugas yang dibebankan pada

tangan kiri dan tangan kanan ketika melakukan pekerjaan. Dengan peta ini kita bisa melihat semua operasi secara cukup lengkap, yang berarti mempermudah perbaikan operasi tersebut.

Pada dasarnya peta tangan kiri dan tangan kanan ini mempunyai kegunaan yang lebih khusus, yaitu:

1. Menyeimbangkan gerakan kedua tangan dan mengurangi kelelahan.
2. Menghilangkan atau mengurangi gerakan-gerakan yang tidak efisien dan tidak produktif, sehingga mempersingkat waktu kerja.
3. Alat untuk melatih pekerja baru, dengan cara kerja yang ideal.

Peta tangan kiri dan tangan kanan pada perakitan steker ini ada tiga buah, yaitu:

1. Peta tangan kiri dan tangan kanan pada departemen 1 dengan pekerjaan merakit steker (gambar 2.5).
2. Peta tangan kiri dan tangan kanan pada departemen 2 dengan pekerjaan membungkus steker dalam kotak kecil (gambar 2.6).
3. Peta tangan kiri dan tangan kanan pada departemen 3 dengan pekerjaan memasukkan kotak kecil dalam dos besar (gambar 2.7).

| PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN | | | | | | |
|--|------------|-------------|---------|------------|-------------|---------------------------|
| PEKERJAAN : Merakit steker | | | | | | |
| Departemen : I | | | | | | |
| Nomor Peta : | | | | | | |
| SEKARANG () : USULAN () | | | | | | |
| DIPETAKAN OLEH : | | | | | | |
| TANGGAL DIPETAKAN : | | | | | | |
| Tangan Kiri | Jarak cm | Waktu detik | LAMBANG | Jarak cm | Waktu detik | Tangan Kanan |
| Ambil tutup steker, rakit | 50 | 2 | | 50 | 2 | Ambil kaki steker, rakit |
| Pegang, arahkan | | 3,5 | | 50 | 3,5 | Ambil tutup steker, rakit |
| Pegang, arahkan | | 6,9 | | | 6,9 | Ambil baut, pasang |
| Ambil mur | 50 | 1,9 | | 25 | 1,9 | Ambil obeng |
| Pegang, arahkan | | 5,7 | | | 5,7 | Kencangkan baut |
| Letakkan steker pada conveyor | 50 | 2 | | | 2 | Tunggu |
| | | | | | | |
| TOTAL | 150 | 22 | | 125 | 22 | |
| Ringkasan | | | | | | |
| Waktu tiap siklus : 22 detik | | | | | | |
| Jumlah produk tiap siklus : 1 | | | | | | |
| Waktu untuk membuat satu produk : 22 detik | | | | | | |

Gambar 2.5 Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan Departemen 1
Sumber: Madyana, 1996

Peta tangan kiri dan tangan kanan pada departemen 1 ini menunjukkan ternyata jarak perpindahan yang dilakukan tangan kiri sebesar 150 cm dan waktu yang dipergunakan 22 detik. Tangan kanan melakukan perpindahan sebesar 125 cm dan waktu yang dipergunakan 22 detik. Waktu 22 detik pada tangan kanan ini terdiri dari aktivitas bekerja dan aktivitas untuk menunggu. Jadi pembagian kerja antara tangan kiri dan tangan kanan pada departemen 1 bisa dikatakan hampir seimbang.

| PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN | | | | | | |
|---|-----------|-------------|---------|------------|-------------|-----------------|
| PEKERJAAN : Membungkus steker dalam kotak kecil | | | | | | |
| Departemen : II | | | | | | |
| Nomor Peta : | | | | | | |
| SEKARANG () : USULAN () | | | | | | |
| DIPETAKAN OLEH : | | | | | | |
| TANGGAL DIPETAKAN : | | | | | | |
| Tangan Kiri | Jarak cm | Waktu detik | LAMBANG | Jarak cm | Waktu detik | Tangan Kanan |
| Ambil kotak | 46 | 3 | | 61 | 3 | Ambil sekat |
| Buka kotak | | 2,4 | | | 2,4 | Buka kardus |
| Pegang | | 1,9 | | 25 | 1,9 | Ambil sekat |
| Pegang | | 5,8 | | | 5,8 | Pasang sekat |
| Pegang | | 11 | | 58 | 11 | Ambil steker |
| Tutup kotak | | 3,2 | | | 3,2 | Tutup kotak |
| Tunggu | | 0,6 | | 42 | 0,6 | Letakkan di ban |
| | | | | | | |
| TOTAL | 46 | 27,9 | | 186 | 27,9 | |
| Ringkasan | | | | | | |
| Waktu tiap siklus : 27,9 detik | | | | | | |
| Jumlah produk tiap siklus : 1 | | | | | | |
| Waktu untuk membuat satu produk : 27,9 detik | | | | | | |

Gambar 2.6 Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan Departemen 2
Sumber: Madyana, 1996

Ringkasan dari peta tangan kiri dan tangan kanan pada departemen 2 adalah sebagai berikut. Total jarak jangkauan yang dilakukan oleh tangan kiri sebesar 46 cm sedangkan tangan kanan sebesar 186 cm. Sedangkan pembagian waktu kerja untuk kedua tangan bisa dikatakan seimbang. Waktu kerja untuk tangan kiri 27,9 detik dan tangan kanan 27,9 detik. Meskipun ada waktu sebesar 0,6 detik di tangan kiri untuk menunggu tangan kanan selesai meletakkan kardus ke ban berjalan.

| PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN | | | | | | |
|---|-------------|----------------|---------|-------------|----------------|-------------------------------------|
| PEKERJAAN : Memasukkan kotak kecil ke dalam dos besar | | | | | | |
| Departemen : III | | | | | | |
| Nomor Peta : | | | | | | |
| SEKARANG () : USULAN () | | | | | | |
| DIPETAKAN OLEH : | | | | | | |
| TANGGAL DIPETAKAN : | | | | | | |
| Tangan Kiri | Jarak cm | Waktu detik | LAMBANG | Jarak cm | Waktu detik | Tangan Kanan |
| Ambil kotak kecil | 40 | 2 | | 40 | 2 | Ambil kotak besar |
| Buka kotak besar | | 4,5 | | | 4,5 | Buka kotak besar |
| Ambil kotak kecil | 30 | 2 | | 30 | 2 | Ambil label |
| Pegang label | | 1,3 | | | 1,3 | Ambil lem |
| Pegang label | | 2,5 | | | 2,5 | Label diolesi lem |
| Pegang label | | 1,5 | | | 1,5 | Mengembalikan lem |
| Tempel label | | 3 | | | 3 | Label ditempel |
| Masukkan ke kotak besar | 20 | 3 | | 20 | 3 | Masukkan kotak kecil ke kotak besar |
| Ulangi 3 kali | | 13,3 x 3 | | | 13,3 x 5 | Ulangi 5 kali |
| Tutup kotak besar | | 4 | | | 4 | Tutup kotak besar |
| Bawa kotak besar | 50 | 2 | | 50 | 2 | Bawa kotak besar |
| Letakkan kotak besar | | 2 | | | 2 | Letakkan kotak besar |
| TOTAL | 140 | 67,7 | | 140 | 76,7 | |
| Ringkasan | | | | | | |
| Waktu tiap siklus : 76,7 detik | | | | | | |
| Jumlah produk tiap siklus : 1 | | | | | | |
| Waktu untuk membuat satu produk : 76,7 detik | | | | | | |

Gambar 2.7 Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan Departemen 3
Sumber: Madyana, 1996

Pekerjaan yang dilakukan oleh tangan kiri dan tangan kanan pada departemen 3 adalah memasukkan doos kecil ke dalam doos besar. Total jarak yang ditempuh oleh tangan kiri sebesar 140 cm sedangkan untuk tangan kanan 140 cm. Lamanya waktu kerja untuk kedua tangan tidak sama. Tangan kiri selama 67,7 detik sedangkan tangan kanan 76,7 detik.

2.2.2 Peta Aliran Proses

Peta aliran proses adalah sebuah peta yang menggambarkan urutan operasi, baik gerakan pekerja maupun aliran material. Peta ini memperlihatkan bagian proses yang tidak produktif, seperti delay, penyimpanan sementara, dan untuk mengetahui panjang pendeknya jarak yang ditempuh. Contoh peta aliran proses ada pada gambar 2.8, 2.9, dan 2.10.

Gambar 2.8 menggambarkan peta aliran proses untuk jenis pekerjaan merakit steker. Pada peta aliran proses bagian ini terdiri dari aktivitas operasi dan transportasi. Perinciannya sebagai berikut: aktivitas operasi sebanyak 5 kegiatan sedangkan aktivitas transportasi hanya sekali. Dengan memperhatikan peta aliran proses pada bagian ini bisa disimpulkan bahwa aktivitas merakit steker ini cara kerjanya sudah benar.

Gambar 2.9 menggambarkan peta aliran proses membungkus steker. Pada peta ini terdiri dari 7 aktivitas operasi. Semua kegiatan pada bagian ini termasuk kategori kegiatan produktif. Berarti cara kerja membungkus steker ini termasuk cara kerja yang sudah benar.

Gambar 2.10 adalah peta aliran proses yang menggambarkan aktivitas memasukkan doos kecil ke dalam doos besar. Pada kegiatan ini terdiri dari aktivitas operasi sebanyak 9. Cara kerja pada bagian ini sangat efektif, sebab semua aktivitas yang terjadi merupakan aktivitas yang produktif.

| Peta Aliran Proses | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----------|-----|--------|-----|------|------------|-------------------------------|---------------|--------|-------|-----------|-------|--------|--------|--------|-------|----------|
| Ringkasan | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| KEGIATAN | Sekarang | | Usulan | | Beda | | Pekerjaan : Membungkus steker | | | | | | | | | | |
| | jml | wkt | jml | wkt | jml | wkt | Nomor peta : 02 | Orang : Bahan | | | | | | | | | |
| ○ Operasi | 7 | | | | | | Sekarang : Usulan | | | | | | | | | | |
| □ Pemeriksaan | | | | | | | Dipetakan oleh : | | | | | | | | | | |
| ⇒ Transportasi | | | | | | | Tanggal dipetakan : | | | | | | | | | | |
| ▷ Menunggu | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▽ Penyimpanan | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jarak total | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| URAIAN KEGIATAN | LAMBANG | | | | | ANALISA | | | | | TINDAKAN | | | | | | |
| | ○ | □ | ⇒ | ▷ | ▽ | Jarak m | Jumlah Waktu m | Apa Kapan | Dimana | Siepa | Bagaimana | Ruang | Gabung | Urutan | Tempat | Orang | Perbaiki |
| Mengambil kotak | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Membuka kotak | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mengambil sekat | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mengambil steker | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Memasukkan steker dalam kotak | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Menutup kotak | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Meletakkan kotak pada konveyor | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Gambar 2.9 Peta Aliran Proses Membungkus Steker
Sumber: Madyana, 1996

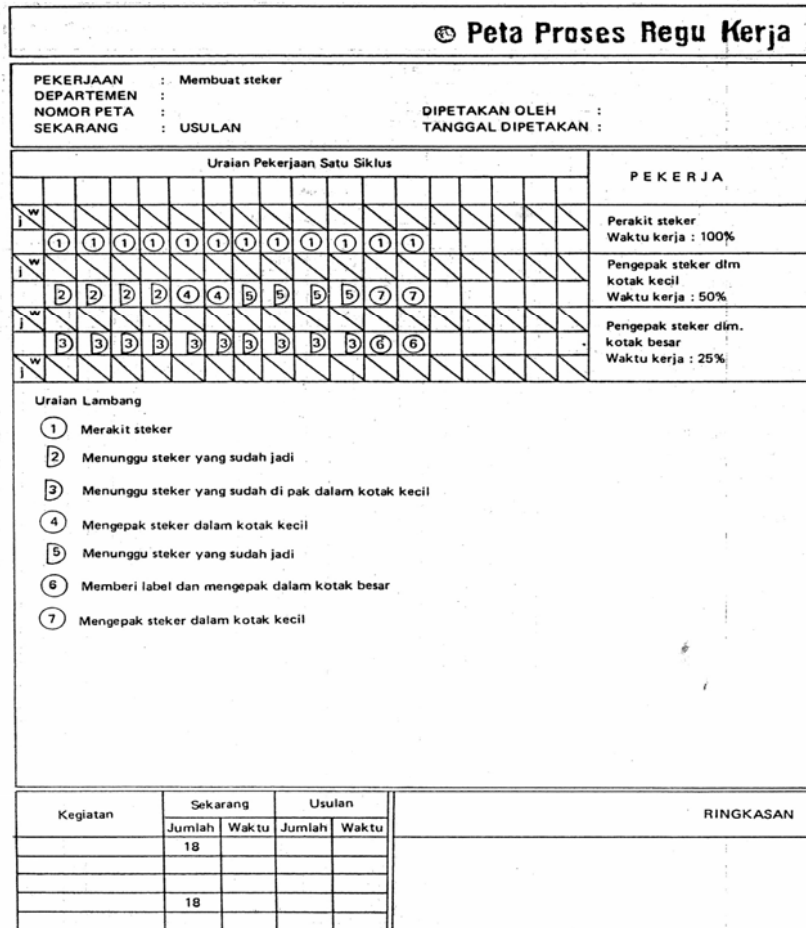
| Peta Aliran Proses | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------|-----|--------|-----|------|-----|------------|----------------------|---------|-------|--------|---|---------|----------|-----------|-------|--------|--------|--------|-------|----------|--|
| Ringkasan | | | | | | | | | | | | Pekerjaan : Nomor peta : 02 Orang : Bahan Sekarang : Usulan Dipetakan oleh : Tanggal dipetakan : | | | | | | | | | | |
| KEGIATAN | Sekarang | | Usulan | | Beda | | Jarak m | Jumlah Waktu m | ANALISA | | | | Catatan | TINDAKAN | | | | | | | | |
| | jml | wkt | jml | wkt | jml | wkt | | | Apa | Kapan | Cimana | | | Sipa | Bagaimana | Ruang | Cabung | Urutan | Tempat | Orang | Perbaiki | |
| ○ Operasi | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| □ Pemeriksaan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| → Transportasi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Menunggu | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▽ Penyimpanan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jarak total | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| URAIAN KEGIATAN | LAMBANG | | | | | Jarak m | Jumlah Waktu m | ANALISA | | | | Catatan | TINDAKAN | | | | | | | | | | |
|--|---------|---|---|---|---|------------|----------------------|---------|-------|--------|------|---------|--|-------|--------|--------|--------|-------|----------|--|--|---|--|
| | ○ | □ | → | ▷ | ▽ | | | Apa | Kapan | Cimana | Sipa | | Bagaimana | Ruang | Cabung | Urutan | Tempat | Orang | Perbaiki | | | | |
| Mengambil kotak besar | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Membuka kotak besar | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mengambil kotak steker | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mengambil label | ○ | | | | | | | | | X | | | Seharusnya kotak su- dah ber- label | | | | | | | | | X | |
| Mengambil lem | ○ | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| Menempelkan label | ○ | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| Memasukkan kotak steker dalam kotak besar | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Menutup kotak besar | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Meletakkan dilantai | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Gambar 2.10 Peta Aliran Proses Memasukkan Kotak Kecil dalam Dos Besar
Sumber: Madyana, 1996

2.2.3 Peta Proses Regu Kerja

Peta ini digunakan dalam suatu tempat kerja dimana untuk melakukan pekerjaan tersebut memerlukan kerjasama yang baik dari sekelompok pekerja. Peta ini merupakan kumpulan dari peta aliran proses dimana tiap peta aliran proses tersebut menunjukkan satu seri kerja dari seorang operator. Berikut gambar peta proses regu kerja.



Gambar 2.11 Peta Proses Regu Kerja
Sumber: Madyana, 1996

Fungsi utama dari peta proses regu kerja adalah untuk meminimumkan waktu menunggu.

2.3 Pengukuran Kerja

Pengukuran kerja adalah suatu aktivitas untuk menentukan lamanya sebuah pekerjaan bisa diselesaikan. Pengukuran kerja berkaitan dengan penentuan waktu standar. Waktu standar adalah waktu yang diperlukan oleh seorang pekerja terlatih untuk menyelesaikan suatu tugas tertentu, bekerja pada tingkat kecepatan yang berlanjut, serta menggunakan metode, mesin dan peralatan, material, dan pengaturan tempat kerja tertentu.

Penentuan waktu standar merupakan masukan penting bagi perencanaan proses produksi. Salah satu cara yang sering digunakan untuk menentukan waktu standar adalah dengan cara studi waktu.

Studi waktu dilaksanakan dengan menggunakan alat jam henti (*stop watch*) untuk mengamati waktu tugas. Waktu standar dihitung berdasarkan pengamatan terhadap seorang pekerja yang melaksanakan siklus tugasnya berulang-ulang. Setelah ditetapkan, waktu standar itu diberlakukan bagi seluruh pekerja lain yang melaksanakan pekerjaan serupa. Pekerja yang dipilih adalah pekerja yang mengerti benar (terlatih) tentang tugas yang sedang diamati dan bekerja dengan menggunakan metode yang sesuai.

Tahap dalam Studi Waktu

Tahap-tahap dalam menentukan waktu standar, sebagai berikut:

1. Tentukan pekerjaan yang akan diamati dan beri tahu pekerja yang dipilih tentang tujuan studi. Langkah ini diperlukan agar pekerja yang diamati ataupun

penyelianya tidak curiga, melainkan malah membantu kelancaran pengamatan.

2. Tentukan jumlah siklus kerja (ukuran sampel, n) yang akan diamati. Jumlah siklus kerja tergantung pada standar deviasi dari waktu yang diamati, ketelitian, dan tingkat kepercayaan yang diinginkan.
3. Catat seluruh hasil pengamatan dan hitung rata-rata waktu yang diamati.

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots 2.1$$

4. Tetapkan peringkat kinerja (PR, *performance rating*) pekerja yang bersangkutan, lalu hitung waktu normal (NT, *normal time*) dengan menggunakan rumus, sebagai berikut:

$$NT = \bar{X} \cdot \frac{PR}{100} \dots\dots\dots 2.2$$

dimana:

PR = peringkat kinerja (dalam persen)

Peringkat kinerja diperlukan untuk penyesuaian waktu yang diperoleh dari pengamatan terhadap satu orang pekerja menjadi waktu normal yang berlaku bagi seluruh pekerja. Peringkat kinerja untuk rata-rata pekerja sebesar 100%. Pekerja yang memiliki keterampilan / kecakapan lebih dari rata-rata pekerja lainnya memiliki peringkat kinerja di atas 100%. Pekerja yang keterampilannya di bawah rata-rata memiliki peringkat kinerja di bawah 100%.

Peringkat kinerja ini hanya berlaku untuk satu jenis kegiatan, tidak diberlakukan secara umum. Dengan demikian, bisa saja untuk satu jenis kegiatan, seorang pekerja mempunyai peringkat kinerja di bawah rata-rata

karyawan lain, tetapi untuk jenis kegiatan yang lain peringkatnya di atas rata-rata.

Waktu normal diartikan sebagai waktu yang diperlukan oleh seorang pekerja yang berpengalaman untuk menyelesaikan elemen-elemen tugas yang penting, dan bekerja pada kecepatan normal.

5. Tetapkan faktor kelonggaran (*AF*, *allowance factor*). Faktor kelonggaran diperlukan untuk mencakup interupsi / penundaan yang terjadi karena keperluan pribadi pekerja (untuk minum, ke kamar kecil atau istirahat karena letih) atau penundaan yang tidak bisa dihindari (seperti mesin / peralatan rusak, material terhambat, atau gangguan listrik).

Untuk faktor kelonggaran yang dinyatakan sebagai persentase dari waktu tugas:

$$AF = 1 + A \dots\dots\dots 2.3$$

dimana:

A = toleransi kelonggaran (dalam persen)

Untuk faktor kelonggaran yang dinyatakan sebagai persentase dari waktu kerja:

$$AF = \frac{1}{(1 - A)} \dots\dots\dots 2.4$$

6. Selanjutnya hitung waktu standar (*ST*, *standard time*) dengan rumus:

$$ST = NT \times AF \dots\dots\dots 2.5$$

Waktu standar ini yang selanjutnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan produksi dan penentuan sistem insentif baik bagi karyawan yang berprestasi maupun untuk keperluan perencanaan lain.

2.4 Penentuan Ukuran Sampel (n)

Ukuran sampel (jumlah siklus kerja) bergantung pada standar deviasi dari waktu yang diamati, ketelitian (maksimum penyimpangan) dari nilai sebenarnya, dan tingkat kepercayaan yang diinginkan. Analisis studi waktu biasanya menggunakan pengamatan pendahuluan dengan sejumlah sembarang sampel, selanjutnya menggunakan pendekatan statistik sehingga n dapat dicari dengan rumus, sebagai berikut:

$$n = \left[\frac{Z \cdot s}{a \cdot \bar{X}} \right]^2 \dots\dots\dots 2.6$$

di mana:

- Z = tingkat kepercayaan yang diinginkan
- s = standar deviasi dari data pengamatan
- a = ketelitian yang diinginkan (dalam % dari nilai rata-rata)
- \bar{X} = rata-rata hitung dari data pengamatan

Apabila ketelitian yang diinginkan dinyatakan dalam unit waktu, persamaan tersebut menjadi:

$$n = \left[\frac{Z \cdot s}{e} \right]^2 \dots\dots\dots 2.7$$

di mana:

- e = ketelitian (dalam unit waktu)

Nilai Z diperoleh dari distribusi normal. Nilai Z yang biasa dipakai, seperti berikut ini.

Tabel 2.1 Nilai Z

| Tingkat Kepercayaan (%) | Nilai Z |
|---------------------------|---------|
| 90 | 1,645 |
| 95 | 1,960 |
| 99 | 2,575 |

Sedangkan standar deviasi dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$s = \sqrt{\frac{(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots 2.8$$

di mana:

- s = standar deviasi
- X_i = nilai pengamatan
- \bar{X} = rata-rata nilai pengamatan
- n = jumlah pengamatan

Contoh 1

Seorang analis studi waktu akan mengamati waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan tertentu. Dari pengamatan pendahuluan diperoleh data bahwa rata-rata hitung waktu tugas 6,6 menit dengan standar deviasi 1,1 menit. Tingkat kepercayaan yang diinginkan 95%. Apabila maksimum kesalahan ditentukan sebesar $\pm 10\%$ dari rata-rata waktu pengamatan, jumlah sampel yang diperlukan dapat dihitung, sebagai berikut.

$$n = \left[\frac{Zs}{a \bar{X}} \right]^2 = \left[\frac{1,96 \times 1,1}{0,1 \times 6,6} \right]^2 = 10,67$$

Angka 10,67 dibulatkan menjadi 11

Contoh 2

Hasil pengamatan terhadap lama suatu tugas selama lima siklus berturut-turut menghasilkan data sebagai berikut: 10, 9, 10, 11, 10 menit. Apabila peringkat kinerja dari pekerja yang bersangkutan 110% dan toleransi kelonggaran ditetapkan

sebesar 20% dari waktu tugas, waktu standar untuk tugas itu dapat dihitung, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\bar{X} &= (10 + 9 + 10 + 11 + 10) / 5 = 10 \text{ menit} \\ NT &= \bar{X} \times PR/100 = 10 \times (110/100) = 11 \text{ menit} \\ ST &= NT \times (1 + A) = 11 \times (1 + 0,2) = 13,2 \text{ menit}\end{aligned}$$

Pekerja yang bersangkutan dapat menyelesaikan setiap siklus tugas rata-rata selama 10 menit. Waktu yang diperlukan oleh pekerja itu lebih cepat dari rata-rata pekerja lain karena pekerja itu mempunyai kinerja yang lebih baik dari rata-rata pekerja lain. Waktu normal untuk tugas tersebut 11 menit, artinya rata-rata pekerja dapat menyelesaikan pekerjaan dalam 11 menit. Untuk menjadikan sebagai waktu standar, perlu dimasukkan faktor kelonggaran, sehingga waktu standar menjadi 13,2 menit untuk setiap siklus.

Contoh 3

Apabila toleransi kelonggaran dalam contoh 2 di atas bukan berupa persentase dari waktu tugas melainkan dalam bentuk keperluan personal 30 menit/hari, untuk perawatan mesin 10 menit/hari, dan untuk hal-hal lainnya 8 menit/hari, dan bila waktu kerja per hari selama 8 jam, maka perhitungan waktu standarnya, sebagai berikut:

$$A = \frac{(30 + 10 + 8) \text{ menit / hari}}{480 \text{ menit / hari}} = 0,1$$
$$ST = \frac{NT}{1 - A} = \frac{11}{1 - 0,1} = 12 \text{ menit / unit}$$

2.5 Rangkuman

Bab II ini membahas mengenai peta kerja dan pengukuran kerja. Peta kerja adalah suatu alat yang menggambarkan kegiatan kerja secara sistematis dan jelas. Peta kerja yang dipelajari meliputi: peta tangan kiri dan tangan kanan, peta aliran proses, dan peta regu kerja.

Peta tangan kiri dan tangan kanan ini menggambarkan semua gerakan-gerakan saat bekerja dan saat menganggur yang dilakukan oleh tangan kiri dan tangan kanan. Peta aliran proses menggambarkan urutan operasi, baik gerakan pekerja maupun aliran material. Peta ini juga memperlihatkan bagian proses yang tidak produktif, seperti delay, dan penyimpanan sementara. Sedangkan peta regu kerja adalah menggambarkan satu seri kerja dari seorang operator dibandingkan dengan operator lainnya.

Pengukuran kerja adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu standar. Waktu standar adalah waktu yang diperlukan oleh seorang pekerja terlatih untuk menyelesaikan suatu tugas tertentu, dengan tingkat kecepatan berlanjut dan menggunakan cara kerja dan peralatan tertentu. Salah satu cara dalam pengukuran kerja ini adalah dengan studi waktu.

2.6 Soal

1. Sebutkan fungsi dari peta kerja di bawah ini:
 - a. Peta tangan kiri dan tangan kanan
 - b. Peta aliran proses
 - c. Peta regu kerja
2. Buat peta tangan kiri dan tangan kanan ketika melakukan aktivitas membongkar karburator sepeda motor?

3. Dari pengamatan pendahuluan diperoleh data bahwa rata-rata hitung waktu tugas 10 menit dengan standar deviasi 1,5 menit. Tingkat kepercayaan yang diinginkan 90 %. Jika maksimum kesalahan ditentukan sebesar 20% dari rata-rata waktu pengamatan, tentukan jumlah sampel yang diperlukan.

BAB III

ERGONOMI

3.1 Pendahuluan

Perkembangan teknologi saat ini begitu pesatnya, sehingga peralatan sudah menjadi kebutuhan pokok pada berbagai lapangan pekerjaan. Artinya peralatan dan teknologi merupakan penunjang yang penting dalam upaya meningkatkan produktivitas untuk berbagai jenis pekerjaan. Disamping itu disisi lain akan terjadi dampak negatifnya, bila kita kurang waspada menghadapi bahaya potensial yang mungkin timbul. Hal ini tidak akan terjadi jika dapat diantisipasi pelbagai risiko yang mempengaruhi kehidupan para pekerja. Pelbagai risiko tersebut adalah kemungkinan terjadinya Penyakit Akibat Kerja. Penyakit yang berhubungan dengan pekerjaan dan Kecelakaan Akibat Kerja yang dapat menyebabkan kecacatan atau kematian. Antisipasi ini harus dilakukan oleh semua pihak dengan cara penyesuaian antara pekerja, proses kerja dan lingkungan kerja. Pendekatan ini dikenal sebagai pendekatan ergonomi.

Bab ini akan membahas tiga sub bab, yaitu ergonomi, antropometri dan metode pengolahan data. Sub bab ergonomi meliputi pembahasan gambaran umum ergonomi, ruang lingkup ergonomi dalam dunia kerja, resiko yang timbul akibat kesalahan ergonomi, identifikasi resiko yang berkaitan dengan *Cummulative Trauma Dissorder*, sikap tubuh, posisi kerja, mengenali penyebab keluhan *muskuloskeletal* serta pengendalian ergonomi untuk kesehatan dan keselamatan kerja. Sub bab antropometri akan membahas definisi antropometri, alat ukur yang dipergunakan, cara-cara pengukuran, data-data antropometri yang digunakan dalam perancangan produk, dan persentil.

Dengan mempelajari bab ini diharapkan para siswa memahami dan mampu menerapkan ergonomi dalam dunia kerja. Selain itu siswa diharapkan mengetahui kegunaan data-data antropometri dalam merancang produk.

3.2 Ergonomi

Ergonomi atau *Ergonomics* (bahasa Inggrisnya) sebenarnya berasal dari kata Yunani yaitu *Ergo* yang berarti kerja dan *Nomos* yang berarti aturan atau hukum. Ergonomi mempunyai berbagai batasan arti, di Indonesia disepakati bahwa ergonomi adalah ilmu serta penerapannya yang berusaha untuk menyasikan pekerjaan dan lingkungan terhadap orang atau sebaliknya dengan tujuan tercapainya produktifitas dan efisiensi yang setinggi-tingginya melalui pemanfaatan manusia seoptimal-optimalnya (Nurmianto, 1996).

Pendekatan khusus dalam disiplin ergonomi ialah aplikasi sistematis dari segala informasi yang relevan yang berkaitan dengan karakteristik dan perilaku manusia dalam perancangan peralatan, fasilitas dan lingkungan kerja yang dipakai. Analisis dan penelitian ergonomi meliputi hal-hal yang berkaitan, yaitu:

- a. Anatomi (struktur), fisiologi (bekerjanya), dan antropometri (ukuran) tubuh manusia.
- b. Psikologi yang fisiologis mengenai berfungsinya otak dan sistem syaraf yang berperan dalam tingkah laku manusia.
- c. Kondisi-kondisi kerja yang dapat mencederai baik dalam waktu yang pendek maupun panjang ataupun membuat celaka manusia dan sebaliknya kondisi-kondisi kerja yang membuat nyaman kerja manusia.

Memperhatikan hal-hal tersebut maka penelitian dan pengembangan ergonomi akan memerlukan dukungan dari berbagai disiplin ilmu seperti psikologi, antropometri, anatomi anthropologi, faal, dan teknologi.

3.2.1 Ruang Lingkup Ergonomi

Dalam lapangan kerja, ergonomi ini juga mempunyai peranan yang cukup besar. Semua bidang pekerjaan selalu menggunakan ergonomi. Ergonomi ini diterapkan pada dunia kerja supaya pekerja merasa nyaman dalam melakukan pekerjaannya. Dengan adanya rasa nyaman tersebut maka produktivitas kerja diharapkan menjadi meningkat. Secara garis besar ergonomi dalam dunia kerja akan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Bagaimana orang mengerjakan pekerjaannya.
2. Bagaimana posisi dan gerakan tubuh yang digunakan ketika bekerja.
3. Peralatan apa yang mereka gunakan.
4. Apa efek dari faktor-faktor diatas bagi kesehatan dan kenyamanan pekerja.

3.2.2 Resiko Karena Kesalahan Ergonomi

Sering dijumpai pada sebuah industri terjadi kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja tersebut disebabkan oleh faktor dari pekerja sendiri atau dari pihak manajemen perusahaan. Kecelakaan yang disebabkan oleh pihak pekerja sendiri, karena pekerja tidak hati-hati atau mereka tidak mengindahkan peraturan kerja yang telah dibuat oleh pihak manajemen. Sedangkan faktor penyebab yang ditimbulkan dari pihak manajemen, biasanya tidak adanya alat-alat keselamatan kerja atau bahkan cara kerja yang dibuat oleh pihak manajemen masih belum mempertimbangkan segi ergonominya. Misalnya pekerjaan mengangkat benda kerja di atas 50 Kg tanpa menggunakan alat bantu. Kondisi ini bisa menimbulkan cedera pada pekerja.

Untuk menghindari cedera, pertama-tama yang dapat dilakukan adalah mengidentifikasi resiko yang bisa terjadi akibat cara kerja yang salah. Setelah jenis pekerjaan tersebut diidentifikasi, maka langkah selanjutnya adalah menghilangkan cara kerja yang bisa mengakibatkan cedera.

Tabel 3.1. Tabel Resiko

| FAKTOR RESIKO | DEFINISI | JALAN KELUAR |
|-------------------------|--|--|
| Pengulangan yang banyak | Menjalankan gerakan yang sama berulang-ulang | Desain kembali cara kerja untuk mengurangi jumlah pengulangan gerakan atau meningkatkan waktu jeda antara ulangan, atau menggilirnya dengan pekerjaan lain |
| Beban berat | Beban fisik yang berlebihan selama kerja (menarik, memukul, mendorong). Semakin banyak daya yang harus dikeluarkan, semakin berat beban bagi tubuh | Mengurangi gaya yang diperlukan untuk melakukan kerja, mendesain kembali cara kerja, menambah jumlah pekerja pada pekerjaan tersebut, menggunakan peralatan mekanik. |
| Postur yang kaku | Menekuk atau memutar bagian tubuh | Mendesain cara kerja dan peralatan yang dipakai hingga postur tubuh selama kerja lebih nyaman |
| Beban statis | Bertahan lama pada satu postur sehingga menyebabkan kontraksi otot | Mendesain cara kerja untuk menghindari terlalu lama bertahan pada satu postur, memberi kesempatan untuk mengubah posisi |

Tabel 3.1 Lanjutan

| FAKTOR RESIKO | DEFINISI | JALAN KELUAR |
|--------------------------------|---|---|
| Tekanan | Tubuh tertekan pada suatu permukaan atau tepian | Memperbaiki peralatan yang ada untuk menghilangkan tekanan, atau memberikan bantalan |
| Getaran | Menggunakan peralatan yang bergetar | Mengisolasi tangan dari getaran |
| Dingin atau panas yang ekstrim | Dingin mengurangi daya raba, arus darah, kekuatan dan keseimbangan. Panas menyebabkan kelelahan | Atur suhu ruangan, beri insulasi pada tubuh |
| Organisasi kerja yang buruk | Termasuk bekerja dengan irama mesin, istirahat yang tidak cukup, kerja monoton, beberapa pekerjaan yang harus dikerjakan dalam satu waktu | Beban kerja yang layak, istirahat yang cukup, pekerjaan yang bervariasi, otonomi individu |

3.2.3 Identifikasi Resiko

Apakah pekerjaan anda membuat anda melakukan hal dibawah ini berulang-ulang:

- Membengkokkan dan/atau memutar pergelangan tangan?
- Menahan siku jauh dari badan?
- Meraih di belakang tubuh anda?
- Mengangkat atau melempar sesuatu diatas bahu?

- Mengangkat sesuatu dari bawah lutut?
- Menggunakan jepitan jari?
- Bekerja dengan leher tertekuk?
- Memotong daging dengan keras?
- Mengangkat barang berat?
- Menggunakan satu jari atau jempol untuk mengoperasikan alat?
- Menggunakan alat dengan ujung tang keras dan tajam?
- Menggunakan alat yang bergetar?
- Menggunakan peralatan tangan seperti palu?
- Bekerja dalam ruangan yang dingin?

Jika anda menjawab "ya" pada salah satu pertanyaan di atas, anda mungkin berada dalam resiko untuk mengalami kelainan karena mengalami trauma yang terus menerus (*cumulative trauma disorder* – CTD).

3.2.4 Cumulative Trauma Disorder (CTD)

CTD dapat diterjemahkan sebagai kerusakan trauma kumulative. Penyakit ini timbul karena terkumpulnya kerusakan-kerusakan kecil akibat trauma berulang yang membentuk kerusakan yang cukup besar dan menimbulkan rasa sakit. Hal ini sebagai akibat penumpukan cedera kecil yang setiap kali tidak sembuh total dalam jangka waktu tertentu yang bisa pendek dan bisa lama, tergantung dari berat ringannya trauma setiap hari, yang diekspresikan sebagai rasa nyeri, kesemutan, bengkak dan gejala lainnya.

Gejala CTD biasanya muncul pada jenis pekerjaan yang monoton, sikap kerja yang tidak alamiah, penggunaan atau pengerahan otot yang melebihi kemampuannya. Biasanya gejala yang muncul dianggap sepele atau dianggap tidak ada. Trauma pada jaringan tubuh antara lain disebabkan: *over exertion*, *over stretching*, dan *over compressor*.

CTD dapat digolongkan sebagai penyakit akibat kerja, apabila dapat dibuktikan terdapat pemaparan dari dua atau lebih faktor resiko ergonomi di tempat kerja. Ada beberapa faktor resiko untuk terjadinya CTD, yaitu:

1. Terdapat *posture* atau sikap tubuh yang janggal.
2. Gaya yang melebihi kemampuan jaringan.
3. Lamanya waktu pada saat melakukan posisi janggal.
4. Frekuensi siklus gerakan dengan *posture* janggal per menit.

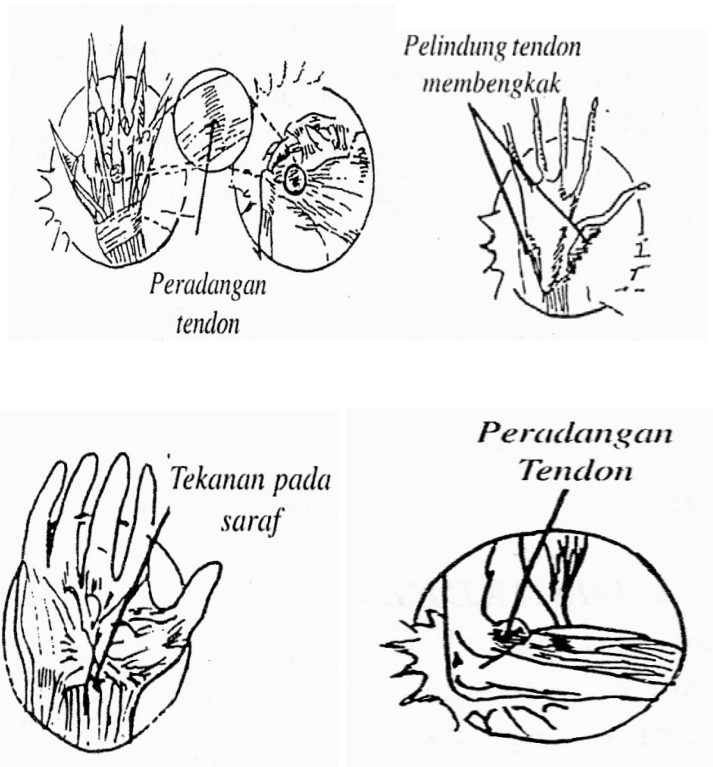
Beberapa contoh CTD:

- a. *Tendinitis*, adalah tendon yang meradang. Gejala yang muncul: sakit, bengkak, nyeri tekan, lemah di tempat yang terpapar (siku, bahu). Gambar 3.1 merupakan contoh CTD.
- b. *Rotator cuff tendinitis*, satu atau lebih dari empat rotator cuff tendonitis pada bahu meradang. Gejala yang muncul: sakit, gerakan terbatas pada bahu.
- c. *Tenosynovitis*, pembengkakan pada tendon dan sarung yang menutupi tendon. Gejalanya: pembengkakan, nyeri tekan, sakit pada tempat yang terpapar (siku, tangan, lengan).
- d. *Carpal tunnel syndrome*, tekanan yang terlalu berat pada syaraf medianus yang melalui

pergelangan tangan. Gejalanya: mati rasa, kesemutan, pegal, dan sakit pada pergelangan tangan.

e. *Tennis elbow*, peradangan pada tendon di siku. Gejala yang muncul: sakit, sedikit bengkak, dan lemah.

f. *White finger*, pembuluh darah di jari-jari rusak. Gejalanya pucat di jari-jari, mati rasa, dan perasaan seakan jari terbakar.



Gambar 3.1 *Cumulative Trauma Disorder*

3.2.5 Sikap Tubuh

Hubungan tenaga kerja dalam sikap dan interaksinya terhadap sarana kerja akan menentukan efisiensi, efektivitas dan produktivitas kerja. Sikap tubuh yang tidak alamiah dalam bekerja, misalnya sikap menjangkau barang yang melebihi jangkauan tangannya harus dihindarkan. Apabila hal ini tidak memungkinkan maka harus diupayakan agar beban statiknya diperkecil. Penggunaan meja dan kursi kerja ukuran baku oleh orang yang mempunyai ukuran tubuh yang lebih tinggi atau sikap duduk yang terlalu tinggi sedikit banyak akan berpengaruh terhadap hasil kerjanya. Pada waktu bekerja diusahakan agar bersikap secara alamiah dan bergerak optimal. Berikut ini sikap tubuh yang baik dan tidak baik.



Best: Arm by Side Elbow at 90°



Better: Arm Below Shoulder

Gambar 3.2 Sikap Tubuh Paling Baik

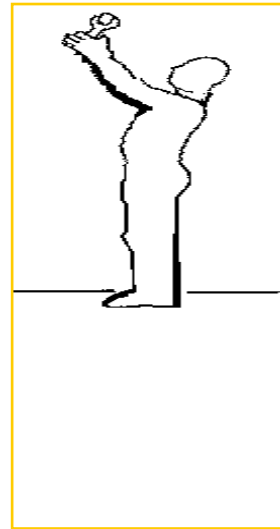
Sedangkan gambar 3.3 berikut ini menggambarkan sikap tubuh yang tidak baik. Karena tangan dipaksa untuk menjangkau benda yang berada di ketinggian.



Gambar 3.3 *Bad: Arm above Shoulder*

3.2.6 Posisi Kerja

Gambar 3.4 menggambarkan seorang pekerja yang bekerja dengan posisi kepala mendongak. Cara kerja seperti pada gambar diperbolehkan dengan syarat waktu kerja tidak melebihi 2 jam per harinya. Kondisi kerja ini bisa mengakibatkan rasa sakit pada leher, tangan dan bahu.



Gambar 3.4 Posisi Kerja Mendongak

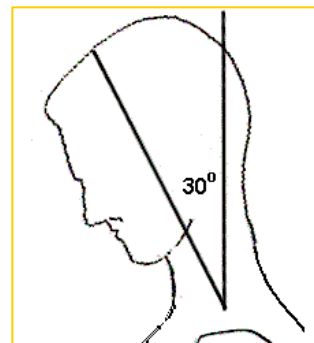
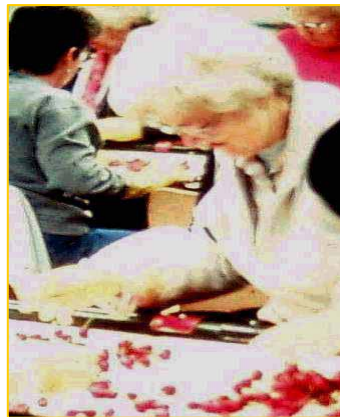
Gambar 3.5 menggambarkan pekerja sedang memotong ranting pohon dengan posisi tangan yang dipaksakan untuk menjangkau ke depan.



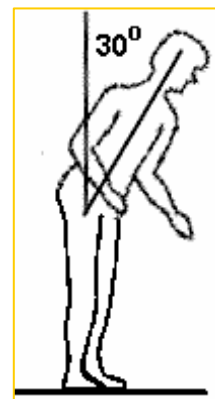
Gambar 3.5 Posisi Kerja Menjangkau

Posisi kerja seperti gambar 3.5 akan mengakibatkan rasa sakit pada siku dan bahu.

Sedangkan bekerja dengan menundukkan leher atau membungkukkan punggung melebihi sudut 30° (gambar 3.6 dan gambar 3.7) diperbolehkan asal jam kerja tidak melebihi 2 jam per harinya. Cara kerja ini akan mengakibatkan rasa sakit pada leher dan tulang belakang.

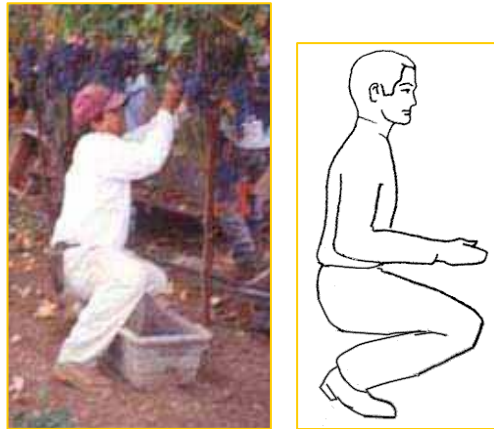


Gambar 3.6 Pekerjaan Menunduk



Gambar 3.7 Pekerjaan Membungkuk

Gambar 3.8 menggambarkan seorang pekerja yang bekerja dengan cara jongkok. Posisi kerja dengan jongkok ini juga akan menimbulkan rasa tidak nyaman pada diri pekerja. Kondisi kerja ini diperbolehkan asal tidak melebihi 2 jam per harinya. Gambar 3.9 memperlihatkan pekerja yang menyelesaikan pekerjaan dengan cara berlutut. Cara kerja ini diperbolehkan dengan syarat waktu kerja tidak melebihi 2 jam per harinya.



Gambar 3.8 Pekerjaan Dengan Jongkok



Gambar 3.9 Pekerjaan Dengan Berlutut

Pekerjaan dengan menggunakan kekuatan tangan yang cukup besar, seperti mengambil benda dengan menjepit dan memencet benda kerja ini juga ada batasannya. Jenis pekerjaan yang menggunakan kekuatan tangan secara terus menerus ini dipersyaratkan tidak lebih dari 2 jam per harinya. Untuk pekerjaan mengambil benda kerja dengan cara menjepit ini batasannya adalah berat tidak melebihi 2 pounds. Sedangkan untuk memencet/meremas batasannya tidak lebih dari 10 pounds beratnya.



Gambar 3.10 Mengambil Benda Dengan Jari



Gambar 3.11 Gerakan Meremas

3.2.7 Mengenali Sumber Penyebab Keluhan Muskuloskeletal

Ada beberapa cara yang telah diperkenalkan dalam melakukan evaluasi ergonomi untuk mengetahui hubungan antara tekanan fisik dengan resiko keluhan otot *skeletal*. Pengukuran terhadap tekanan fisik ini cukup sulit karena melibatkan berbagai faktor subjektif seperti kinerja, motivasi, harapan dan toleransi kelelahan.

Salah satu alat ukur ergonomik sederhana yang dapat digunakan untuk mengenali sumber penyebab keluhan muskuloskeletal adalah *nordic body map*. Melalui *nordic body map* dapat diketahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai sangat sakit. Kuesioner *nordic body map* ada pada lampiran bab 3.

3.2.8 Pengendalian Ergonomi

Pengendalian ergonomi dipakai untuk menyesuaikan tempat kerja dengan pekerja. Pengendalian ergonomi berusaha mengatur agar tubuh pekerja berada di posisi yang baik dan mengurangi resiko kerja. Pengendalian ini harus dapat mengakomodasi segala macam pekerja. Pengendalian ergonomi dikelompokkan dalam tiga katagori utama, yang disusun sesuai dengan metoda yang lebih baik dalam mencegah dan mengendalikan resiko ergonomi.

1. Pengendalian teknik adalah metoda yang lebih diutamakan karena lebih permanen dan efektif dalam menghilangkan resiko ergonomi. Pengendalian teknik yang bisa dilakukan adalah memodifikasi, mendesain kembali atau mengganti tempat kerja, bahan, obyek, desain tempat penyimpanan dan pengoperasian peralatan.
2. Pengendalian administratif. Pengendalian ini berhubungan dengan bagaimana pekerjaan disusun, seperti:

- Jadwal kerja
 - Penggiliran kerja dan waktu istirahat
 - Program pelatihan
 - Program perawatan dan perbaikan
3. Cara kerja. Pengendalian cara kerja berfokus pada cara pekerjaan dilakukan, yakni :
- menggunakan mekanik tubuh yang baik
 - menjaga tubuh untuk berada pada posisi netral

3.3 Konsep Antropometri

Istilah antropometri berasal dari “*anthro*” yang berarti manusia dan “*metri*” yang berarti ukuran. Antropometri adalah pengetahuan yang menyangkut pengukuran tubuh manusia khususnya dimensi tubuh. Antropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam proses perancangan (*design*) produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia.

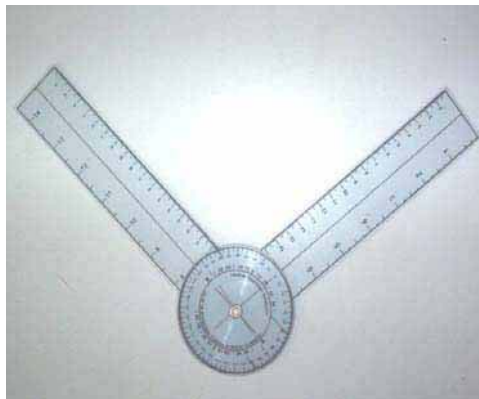
Manusia pada umumnya berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Beberapa faktor yang mempengaruhi ukuran tubuh manusia, yaitu:

1. Umur,
Ukuran tubuh manusia akan berkembang dari saat lahir sampai sekitar 20 tahun untuk pria dan 17 tahun untuk wanita. Setelah itu, tidak lagi akan terjadi pertumbuhan bahkan justru akan cenderung berubah menjadi pertumbuhan menurun ataupun penyusutan yang dimulai sekitar umur 40 tahunan.
2. Jenis kelamin (*sex*),
Jenis kelamin pria umumnya memiliki dimensi tubuh yang lebih besar kecuali dada dan pinggul.
3. Suku bangsa (*etnik*),
Setiap suku bangsa ataupun kelompok etnik tertentu akan memiliki karakteristik fisik yang berbeda satu dengan yang lainnya.

4. Sosio ekonomi,
Tingkat sosio ekonomi sangat mempengaruhi dimensi tubuh manusia. Pada negara-negara maju dengan tingkat sosio ekonomi tinggi, penduduknya mempunyai dimensi tubuh yang besar dibandingkan dengan negara-negara berkembang.
5. Posisi tubuh (*posture*),
Sikap ataupun posisi tubuh akan berpengaruh terhadap ukuran tubuh oleh karena itu harus posisi tubuh standar harus diterapkan untuk survei pengukuran.

3.3.1 Alat Ukur Antropometri

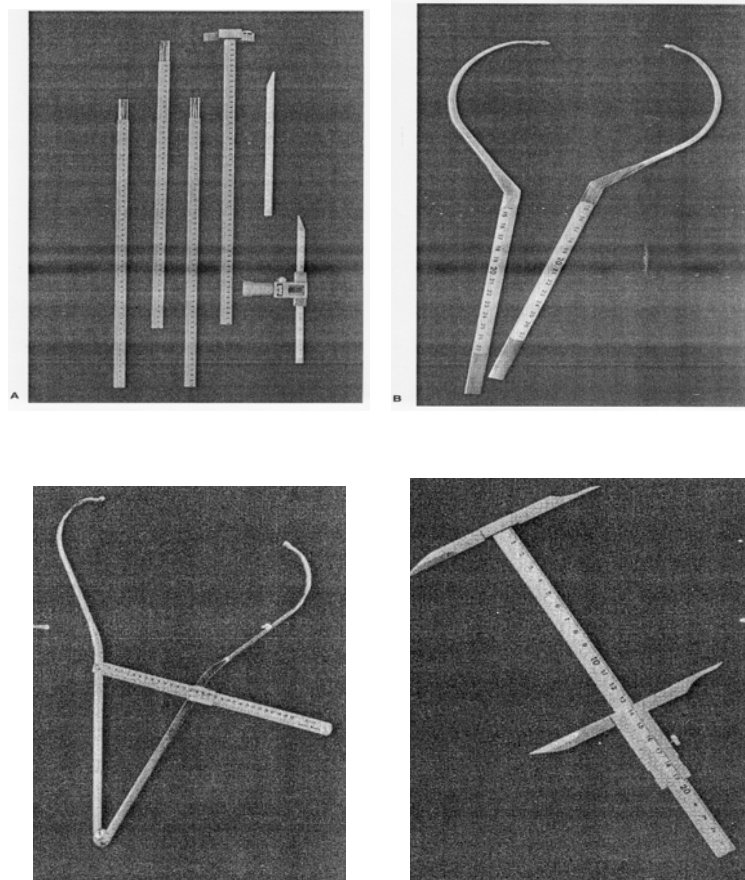
Peralatan yang digunakan untuk mendapatkan data-data antropometri adalah sebagai berikut:



Gambar 3.12 Goniometer Untuk Mengukur Sudut

Goniometer ini dipakai untuk mengukur lekukan-lekukan tubuh manusia.

Sedangkan gambar 3.13 memperlihatkan berbagai macam antropometer. Alat ini dipakai untuk mengukur bagian-bagian tubuh manusia.



Gambar 3.13 Jenis-jenis Antropometer

Kursi antropometri seperti pada gambar 3.14 ini dipakai untuk mengukur data-data antropometri manusia dalam posisi duduk. Data yang diperoleh biasanya dipakai untuk merancang kursi dan ketinggian meja kerja serta untuk perancangan fasilitas kerja yang berhubungan dengan manusia pemakainya. Orang yang akan diukur data antropometrinya harus duduk di kursi ini.



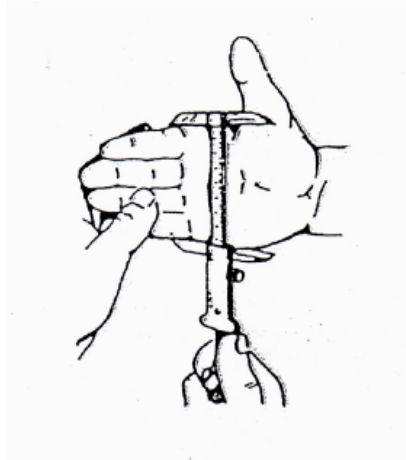
Gambar 3.14 Kursi Antropometri

3.3.2 Cara Pengukuran

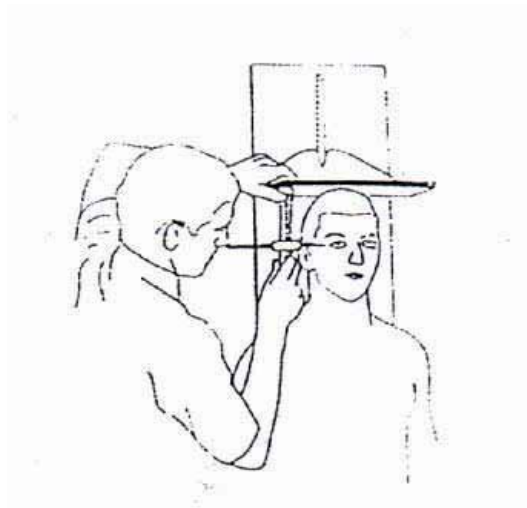
Secara umum deskripsi dari pengukuran data antropometrik terdiri dari setidaknya tiga buah tipe *terminology* dasar yaitu :

1. *Locator* yang mengidentifikasi suatu titik atau daerah dari tubuh yang menjadi dasar pengukuran titik atau bidang.
2. *Orienter* yang mengidentifikasi arah atau tujuan dari suatu dimensi tubuh.
3. *Potensioner* yang menandakan asumsi dari posisi tubuh subyek dalam pengukuran, seperti posisi duduk.

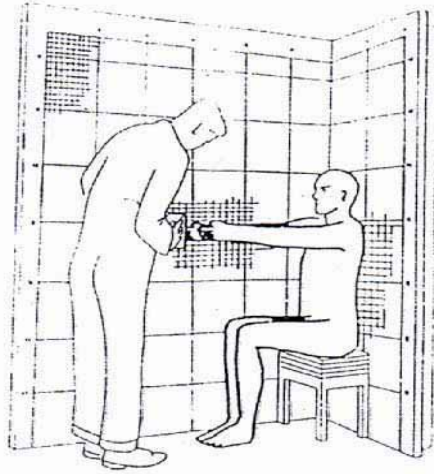
Berikut ini cara-cara pengukuran yang sering digunakan:



Gambar 3.15 Mengukur Lebar Telapak Tangan



Gambar 3.16 Penggunaan Antropometer Papan Kepala Bergeser
(*Sliding Head Board*)



Gambar 3.17 Penggunaan Antropometer Dengan Sistem *Grid* dan *Board* di Sudut

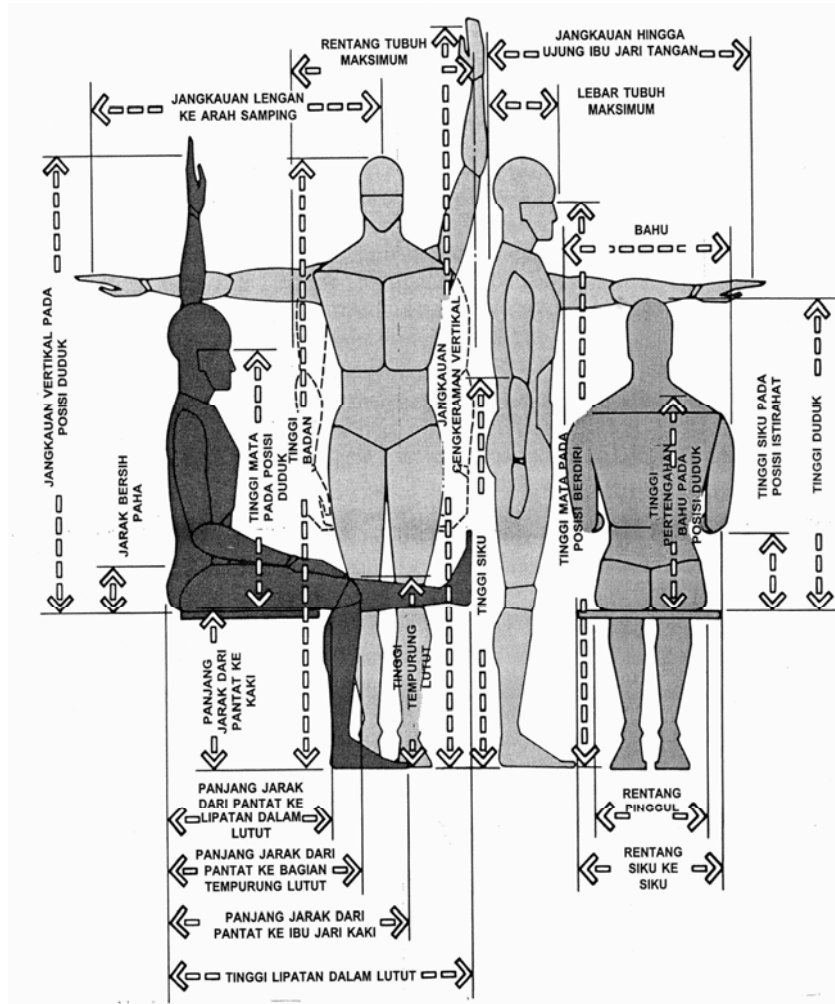
3.3.3 Data Antropometri

Dimensi tubuh manusia untuk perancangan produk terdiri dari dua jenis, yaitu struktural dan fungsional. Dimensi tubuh struktural yaitu pengukuran tubuh manusia dalam keadaan tidak bergerak. Sedangkan dimensi tubuh fungsional adalah pengukuran tubuh manusia dalam keadaan bergerak. Secara umum data antropometri yang sering digunakan untuk merancang produk dan stasiun kerja ada pada gambar 3.18

A. Antropometri Struktural

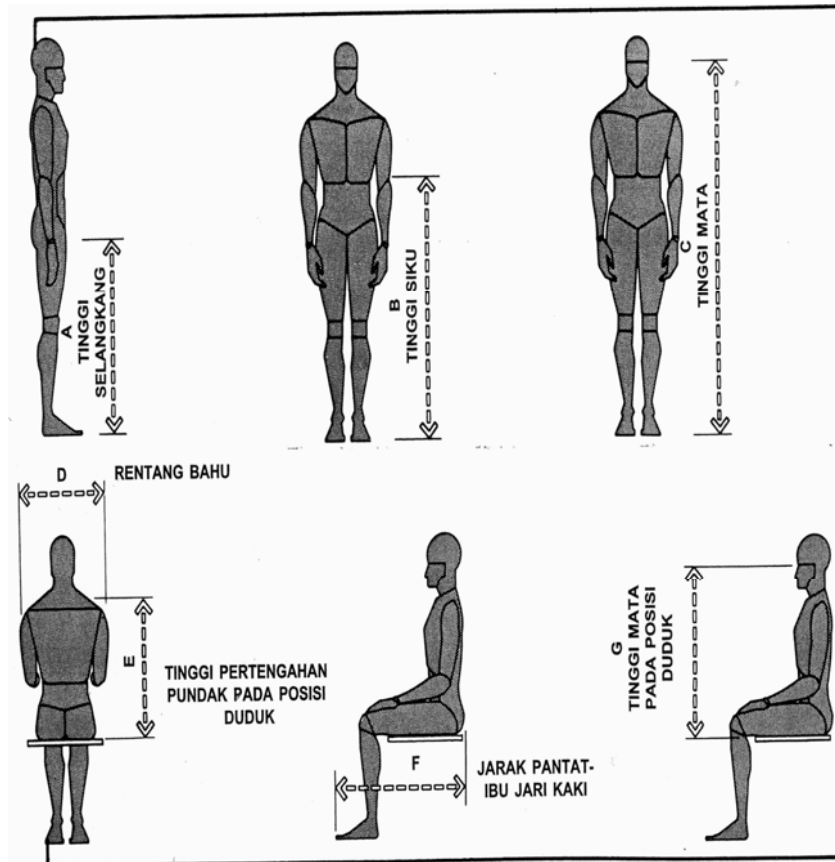
Pengukuran manusia pada posisi diam dan linier pada permukaan tubuh. Ada beberapa metode pengukuran tertentu agar hasilnya *representative*. Disebut juga pengukuran dimensi struktur tubuh dimana tubuh diukur dalam berbagai posisi standar dan tidak bergerak (tetap tegak sempurna). Dimensi tubuh yang diukur dengan posisi tetap antara lain meliputi berat

badan, tinggi tubuh dalam posisi berdiri maupun duduk, ukuran kepala, tinggi atau panjang lutut pada saat berdiri atau duduk, panjang lengan, dan sebagainya.



Gambar 3.18 Ukuran Tubuh Manusia yang Sering Digunakan Untuk Merancang Produk

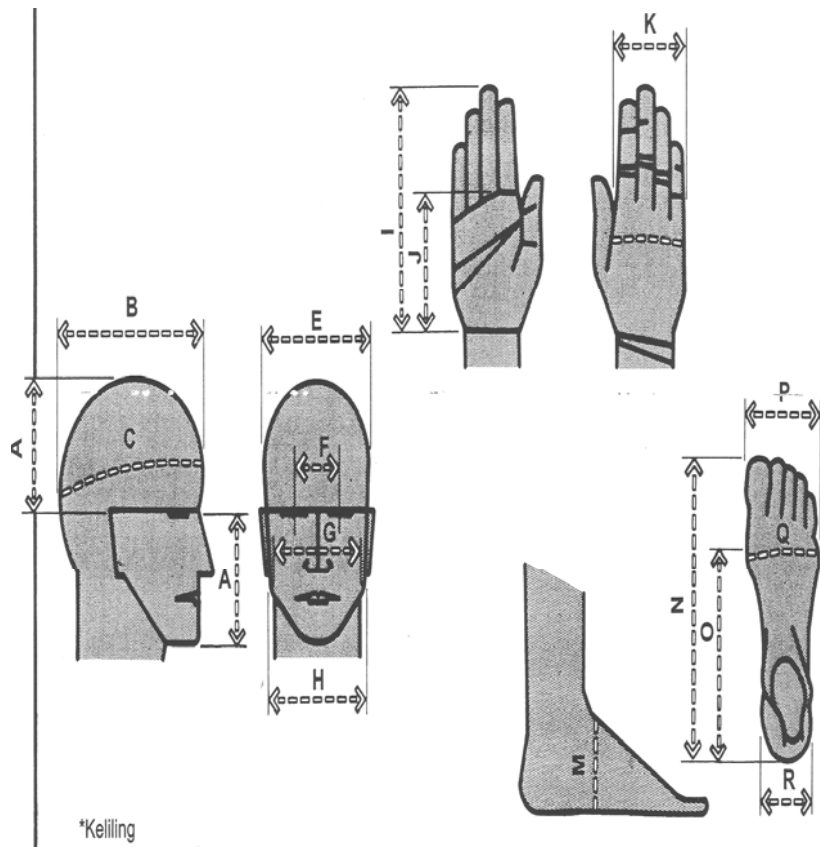
Gambar 3.19 di bawah ini memperlihatkan antropometri struktural. Antropometri struktural ini diantaranya: tinggi selangkang, tinggi siku, tinggi mata, rentang bahu, tinggi pertengahan pundak pada posisi duduk, jarak pantat-ibu jari kaki, dan tinggi mata pada posisi duduk.



Gambar 3.19 Antropometri Struktural Posisi Berdiri dan Duduk

Dimensi Kepala, Wajah, Tangan dan Kaki

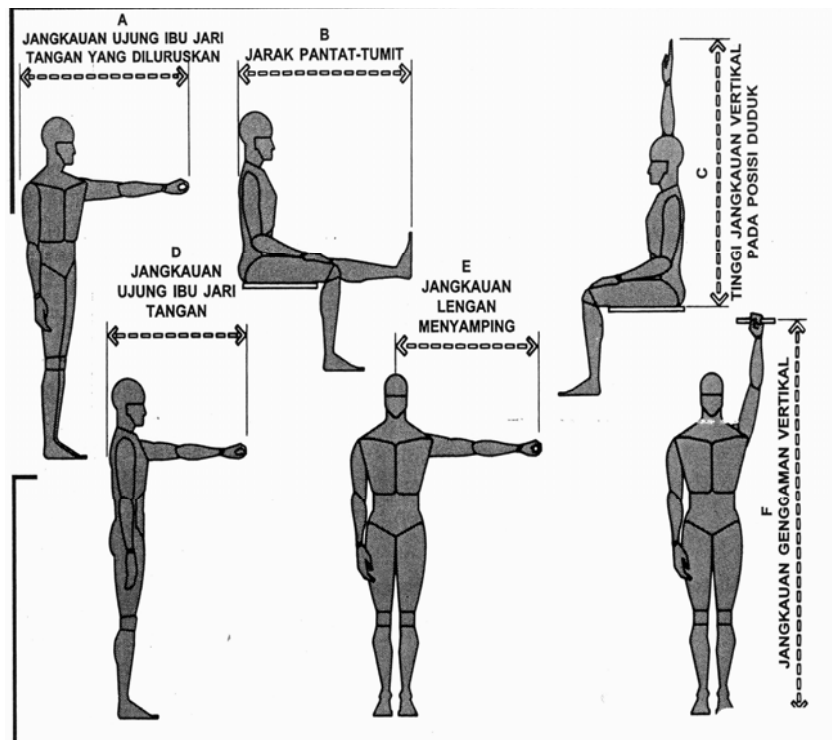
Penerapan data ini untuk merancang terali untuk keamanan, jeruji, panel visual dan pencapaian panel, peralatan rekreasi, pengaturan dan peralatan tempat penyimpanan sepatu di rumah, dan sebagainya.



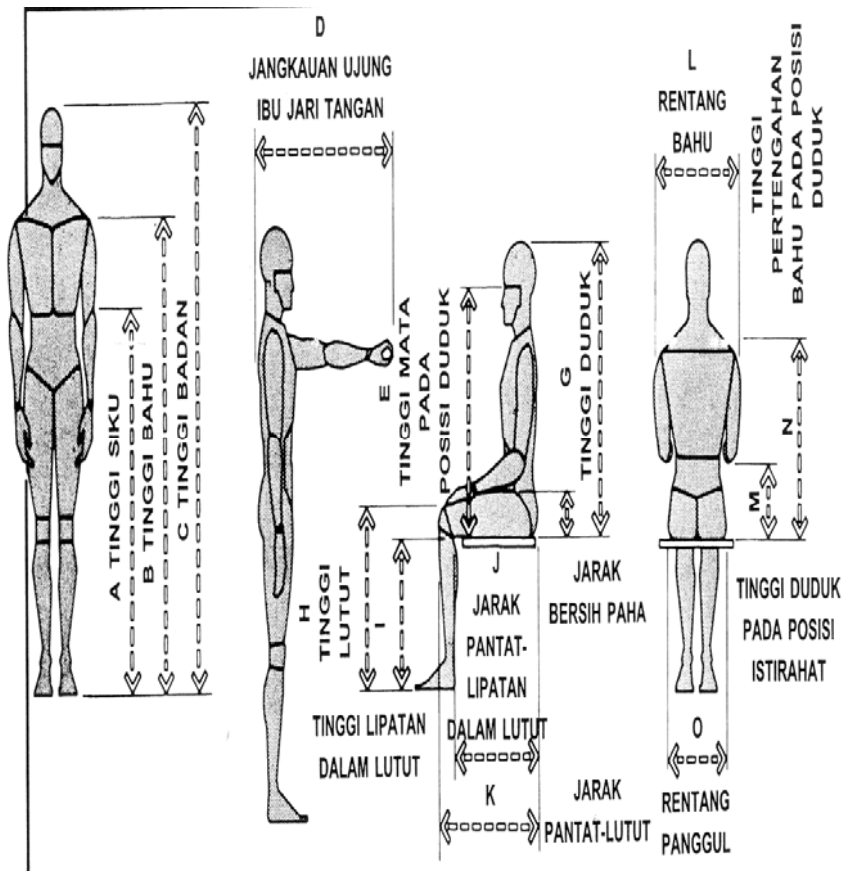
Gambar 3.20 Antropometri Struktural Kepala, Wajah, Tangan dan Kaki

B. Antropometri Fungsional

Antropometri fungsional adalah pengukuran keadaan dan ciri-ciri fisik manusia dalam keadaan bergerak atau memperhatikan gerakan-gerakan yang mungkin terjadi saat pekerja tersebut melaksanakan kegiatannya. Hasil yang diperoleh merupakan ukuran tubuh yang nantinya akan berkaitan erat dengan gerakan-gerakan nyata yang diperlukan tubuh untuk melaksanakan kegiatan-kegiatan tertentu. Antropometri dalam posisi tubuh melaksanakan fungsinya yang dinamis akan banyak diaplikasikan dalam proses perancangan fasilitas ataupun ruang kerja.



a

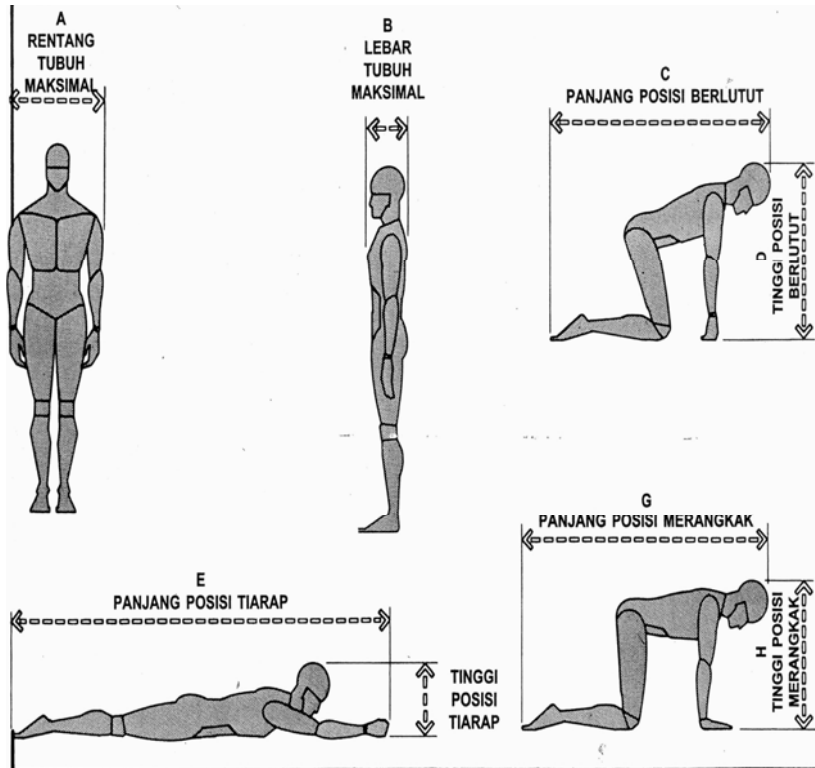


b

Gambar.3.21 (a,b) Antropometri Fungsional/dinamis

Posisi Kerja

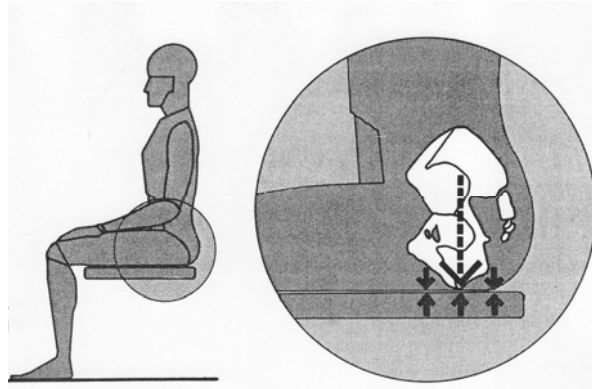
Data ini berfungsi untuk merancang ruang mekanik dan utilitas, ruang latihan fisik, ruang terapi fisik, dan area sejenis lainnya.



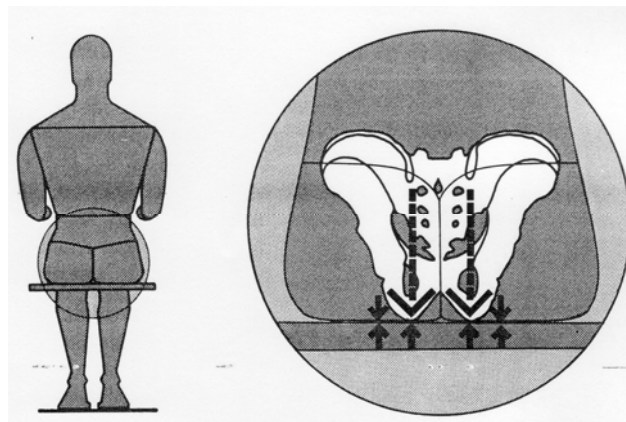
Gambar 3.22 Antropometri Fungsional Posisi Kerja

3.3.4 ANTROPOMETRI PADA POSISI DUDUK

Dinamika posisi duduk dapat lebih mudah digambarkan dengan mempelajari mekanika sistem penyangga dan keseluruhan struktur tulang yang terlibat di dalam gerakannya. Sumbu penyangga dari batang tubuh yang diletakkan dalam posisi duduk adalah sebuah garis pada bidang datar koronal, melalui titik terendah dari tulang duduk (*ischial tuberosities*) di atas permukaan tempat duduk. Gambar berikut memperlihatkan *tuberosities*.



Gambar 3.23 Tulang Duduk (*Ischial Tuberosities*) dalam Posisi Duduk

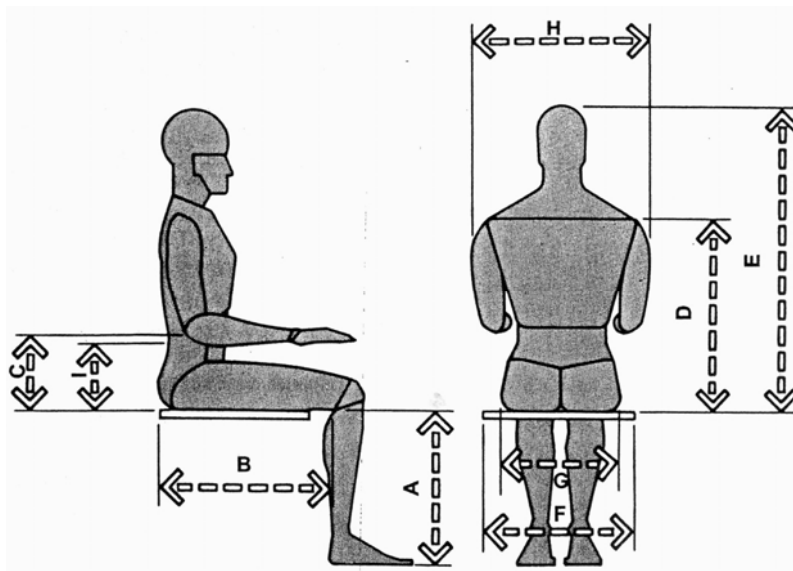


Gambar 3.24 Potongan Tulang Duduk Pada Bagian *Posterior*

Sebuah penelitian menunjukkan bahwa sekitar 75% dari keseluruhan berat badan hanya disangga oleh daerah seluas 4 inci persegi atau 26 cm persegi dari tulang duduk ini. Kondisi ini memperjelas bahwa berat badan yang diterima, disebarkan hanya pada daerah yang kecil saja. Akibatnya, terjadi tegangan yang sangat besar pada daerah pantat di bawahnya.

Tekanan-tekanan ini menimbulkan perasaan lelah dan tidak nyaman. Bertahan pada posisi duduk dalam jangka waktu yang lama tanpa mengubah-ubah posisinya, di bawah kondisi tekanan kompresi yang terjadi, dapat menyebabkan kurangnya aliran darah pada suatu daerah, gangguan pada sirkulasi darah, menyebabkan nyeri, sakit dan rasa kebal.

Suatu perancangan tempat duduk harus diupayakan sedemikian rupa sehingga berat badan yang disangga oleh tulang duduk tersebar pada daerah yang cukup luas. Alas yang tepat pada landasan tempat duduk dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Harus diupayakan agar subyek yang sedang duduk di atas tempat duduk tersebut dapat mengubah-ubah posisi atau postur tubuhnya untuk mengurangi rasa ketidaknyamanannya. Kondisi ini mendasari diperlukannya data antropometri yang tepat. Berikut ini data-data antropometri untuk perancangan kursi.



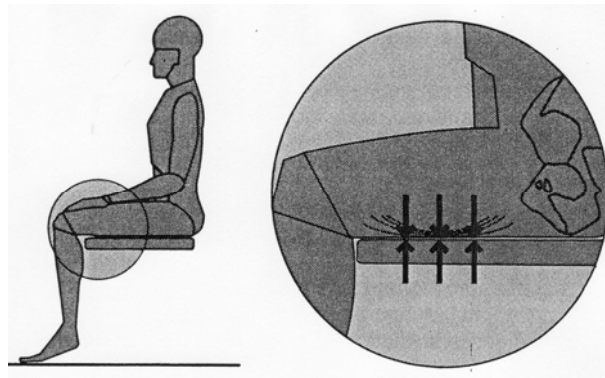
Gambar 3.25 Dimensi Antropometri untuk Perancangan Kursi

Keterangan:

- A = Tinggi lipatan dalam lutut
- B = Jarak pantat-lipatan dalam lutut
- C = Tinggi siku posisi istirahat
- D = Tinggi bahu
- E = Tinggi duduk normal
- F = Rentang antar siku
- G = Rentang panggul
- H = Rentang bahu
- I = Tinggi lumbar

Tinggi Tempat Duduk

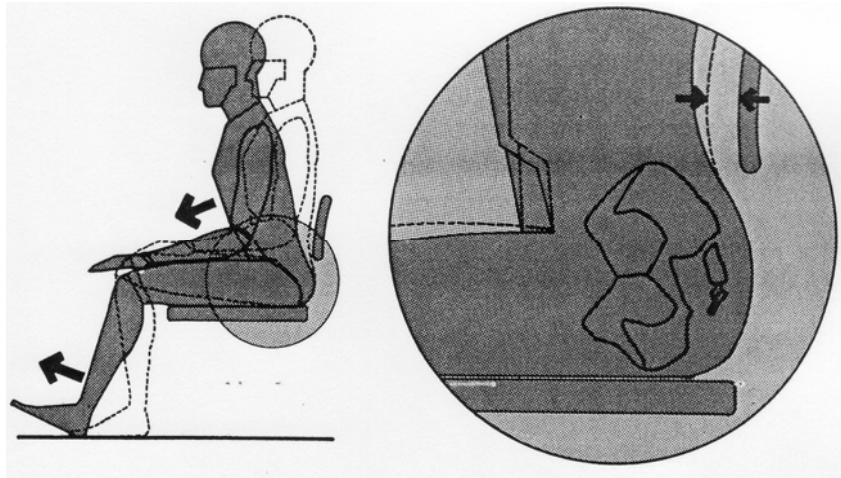
Salah satu pertimbangan dasar dalam perancangan suatu tempat duduk adalah tinggi permukaan bagian atas dari landasan tempat duduk diukur dari permukaan lantai. Jika suatu landasan tempat duduk terlalu tinggi letaknya, bagian bawah paha akan tertekan seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.26 Tempat Duduk Terlalu Tinggi

Landasan tempat duduk yang letaknya terlalu tinggi dapat menyebabkan paha tertekan dan peredaran darah terhambat. Sebagai tambahan pula, telapak kaki tidak dapat menapak dengan baik di atas permukaan lantai yang mengakibatkan melemahnya stabilitas tubuh.

Jika, letak suatu landasan tempat duduk terlalu rendah seperti gambar berikut ini.



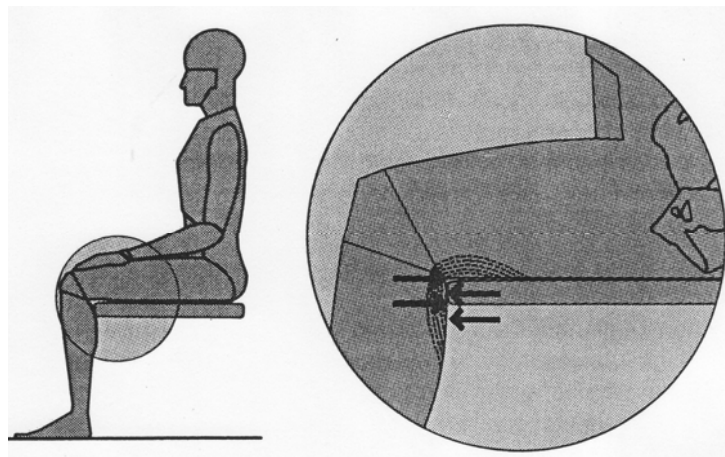
Gambar 3.27 Tempat Duduk Terlalu Rendah

Landasan tempat duduk yang letaknya terlalu rendah dapat menyebabkan kaki condong terjulur ke depan, menjauhkan tubuh dari keadaan stabil. Sebagai tambahan pula, pergerakan tubuh ke depan akan menjauhkan punggung dari sandaran sehingga penopangan lumbar tidak terjaga dengan tepat. Bagi orang yang bertubuh tinggi akan dapat lebih merasa nyaman walau menggunakan kursi dengan landasan tempat duduk yang rendah dibandingkan dengan seseorang yang bertubuh pendek menggunakan kursi yang landasan duduknya terlalu tinggi.

Secara antropometrik, tinggi lipatan dalam lutut haruslah menjadi ukuran pada data yang digunakan untuk menentukan tinggi landasan tempat duduk. Rentang data terkecil, misal data persentil ke-5, akan menjadi pedoman yang tepat karena data ini mencakup bagian populasi mereka yang berukuran tubuh paling kecil. Alasannya jelas, seperti yang telah dikemukakan terdahulu, bahwa tinggi duduk yang dapat mengakomodasi mereka dengan ukuran tinggi lipatan lutut paling pendek, juga dapat mengakomodasi mereka dengan ukuran tinggi lipatan lutut yang lebih tinggi.

Kedalaman Tempat Duduk

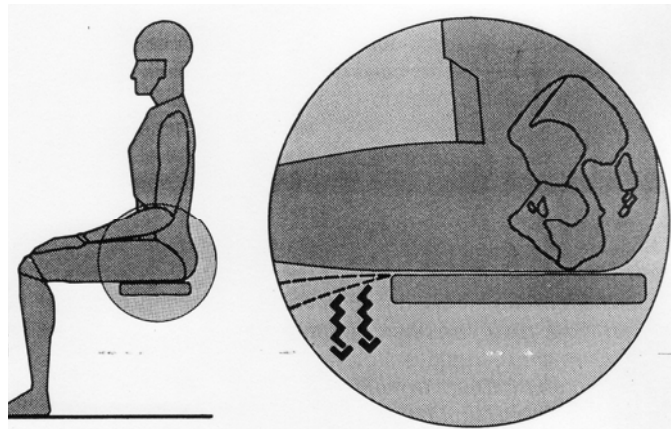
Pertimbangan dasar lain dari perancangan sebuah kursi adalah kedalaman landasan tempat duduk (jarak yang diukur dari bagian depan sampai bagian belakang sebuah tempat duduk). Bila kedalaman landasan tempat duduk terlalu besar, bagian depan dari permukaan atau ujung dari tempat duduk tersebut akan menekan daerah tepat di belakang lutut, memotong peredaran darah di bagian kaki, seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 3.28 Landasan Tempat Duduk Terlalu Lebar

Tekanan pada jaringan-jaringan akan menyebabkan iritasi dan ketidaknyamanan. Bahaya lebih besar ialah terjadinya penggumpalan darah jika subyek tidak mengubah posisi tubuhnya. Untuk menghindarkan ketidaknyamanan pada bagian kaki, subyek akan memajukan posisi pantatnya dan hal ini menyebabkan bagian punggungnya tidak dapat bersandar sehingga stabilitas tubuh melemah dan tenaga otot yang diperlukan menjadi semakin besar sebagai upaya untuk menjaga keseimbangan. Hasilnya adalah kelelahan, ketidaknyamanan dan sakit di bagian punggung.

Bila kedalaman landasan tempat duduk terlalu sempit, seperti pada gambar di bawah ini, akan menimbulkan situasi yang buruk. Kondisi ini dapat menimbulkan perasaan terjatuh atau terjungkal dari kursi. Sebagai akibatnya, kedalaman landasan tempat duduk yang terlalu sempit akan menyebabkan berkurangnya penopangan pada bagian bawah paha.



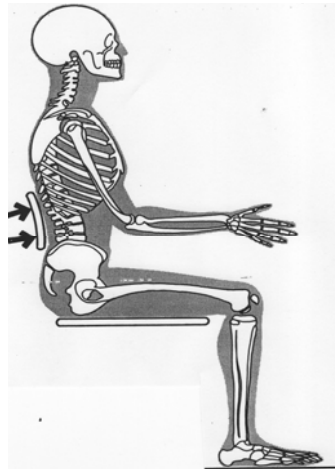
Gambar 3.29 Landasan Tempat Duduk Terlalu Sempit

Secara antropometri, jarak dari pantat ke lipatan dalam lutut merupakan pedoman penentuan kedalaman tempat duduk yang tepat.

Sandaran Punggung

Fungsi utama dari sandaran punggung adalah untuk mengadakan penopangan bagi daerah lumbar, atau bagian kecil dari punggung, yaitu bagian bawah yang berbentuk cekung dimulai dari bagian pinggang sampai pertengahan punggung. Konfigurasi dari sandaran punggung harus dapat menyokong sesuai profil dari tulang belakang, terutama pada daerah lumbar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.30, namun harus diperhatikan supaya tidak membuatnya terlalu pas untuk menghindarkan pemakai mengubah-ubah posisinya.

Keseluruhan tinggi sandaran punggung dapat bervariasi sesuai dengan jenis dan maksud pemakaian suatu kursi. Sebuah kursi untuk sekretaris lebih cocok bila penopang lumbarnya hanya pada suatu daerah kecil saja. Kursi santai akan lebih cocok bila sandarannya mencapai bagian belakang kepala ataupun tengkuk. Perlu diingat untuk menyediakan ruang tambahan bagi penonjolan daerah pantat. Jarak bersih ini dapat berupa daerah terbuka berbentuk ceruk antara permukaan tempat duduk dan penopang lumbar. Bantal yang empuk pada bagian ini akan mengakomodasi penonjolan bagian pantat ini.



Gambar 3.30 Sandaran Punggung

Sandaran Lengan

Sandaran lengan ini memiliki beberapa fungsi. Sandaran ini menopang berat dari lengan dan membantu pemakai ketika akan duduk atau bangkit dari tempat duduknya. Jika suatu kursi digunakan untuk suatu kegiatan tertentu, misalnya bagi seseorang yang bertugas dengan putaran-putaran tuts yang sensitif atau panel kontrol, maka sandaran tangan tersebut dapat berfungsi untuk menjaga agar lengan tetap stabil sepanjang pelaksanaan pekerjaannya. Tinggi siku pada posisi istirahat adalah pengukuran antropometri yang tepat sebagai pedoman bagi penentuan tinggi sandaran lengan.

Bantalan

Tujuan dari pemberian bantalan pada dasarnya adalah sebagai upaya penyebaran tekanan, sehubungan dengan berat badan pada titik persinggungan antar permukaan dengan daerah yang lebih luas. Bahayanya, seorang perancang seringkali beranggapan bahwa makin empuk, dalam, dan lembut suatu bantalan, akan semakin besar kenyamanan yang dihasilkannya. Padahal bukan demikian kenyataannya. Seringkali justru sebuah kursi yang tampaknya terlalu empuk justru dapat menyebabkan kelelahan, ketidaknyamanan dan rasa sakit.

3.3.5 Persentil

Persentil adalah suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau dibawah nilai tersebut. Sebagai contoh, persentil ke-95 akan menunjukkan 95% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran tersebut, sedangkan persentil ke-5 akan menunjukkan 5% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran itu. Dalam antropometri, angka persentil ke-95 akan menggambarkan ukuran manusia yang “terbesar” dan persentil ke-5 sebaliknya akan menunjukkan ukuran “terkecil”. Bilamana diharapkan ukuran yang mampu mengakomodasikan 95% dari populasi

yang ada, maka diambil rentang 2.5-th dan 97.5-th persentil sebagai batas-batasnya.

Pemakaian nilai-nilai persentil yang umum diaplikasikan dalam perhitungan data antropometri ada pada tabel berikut.

Tabel 3.2 Persentil dan Perhitungan

| Persentil | Perhitungan |
|-----------|----------------------------|
| Ke-1 | $\bar{x} - 2.325 \sigma_x$ |
| Ke-2,5 | $\bar{x} - 1.96 \sigma_x$ |
| Ke-5 | $\bar{x} - 1.645 \sigma_x$ |
| Ke-10 | $\bar{x} - 1.28 \sigma_x$ |
| Ke-50 | \bar{x} |
| Ke-90 | $\bar{x} + 1.28 \sigma_x$ |
| Ke-95 | $\bar{x} + 1.645 \sigma_x$ |
| Ke-97,5 | $\bar{x} + 1.96 \sigma_x$ |
| Ke-99 | $\bar{x} + 2.325 \sigma_x$ |

Contoh Perhitungan Persentil

Dari hasil pengukuran tubuh manusia Indonesia (dewasa, laki-laki, usia antara 18 – 45 tahun) diperoleh data dengan distribusi normal, tinggi rata-rata 165 cm dan standard deviasi 6,5 cm. Berapakah ukuran persentil 90.

Jawab

$$\begin{aligned}
 90\text{-th ukuran} &= \bar{X} + 1,28 \sigma_x \\
 &= 165 + 1,28 (6,5) = 173,32 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

3.3.6 Data Antropometri Untuk Perancangan Produk

Penggunaan data antropometri dalam penentuan ukuran produk harus mempertimbangkan prinsip-prinsip di bawah ini agar produk yang dirancang bisa sesuai dengan ukuran tubuh pengguna sebagai berikut :

1. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran ekstrim. Rancangan produk dibuat agar bisa memenuhi 2 sasaran produk, yaitu :
 - a. Sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim.
 - b. Tetap digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada).

Agar dapat memenuhi sasaran pokok tersebut maka ukuran diaplikasikan yaitu:

- a. Dimensi *minimum* yang harus ditetapkan dari suatu rancangan produk umumnya didasarkan pada nilai *percentile* terbesar misalnya *90-th*, *95-th*, atau *99-th percentile*.
 - b. Dimensi maksimum yang harus ditetapkan diambil berdasarkan *percentile* terkecil misalnya *1-th*, *5-th*, atau *10-th percentile*
2. Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan diantara rentang ukuran tertentu (*adjustable*). Produk dirancang dengan ukuran yang dapat diubah-ubah sehingga cukup fleksible untuk dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh. Mendapatkan rancangan yang fleksibel semacam ini maka data antropometri yang umum diaplikasikan adalah dalam rentang nilai *5-th* sampai dengan *95-th*.

3. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata. Produk dirancang berdasarkan pada ukuran rata-rata tubuh manusia atau dalam rentang *50-th percentile*.

3.4 Rangkuman

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani yaitu ergo yang berarti kerja dan nomos yang berarti aturan atau hukum. Jadi ergonomi adalah aturan-aturan mengenai keserasian dalam mengerjakan sebuah pekerjaan. Ergonomi memerlukan dukungan dari berbagai disiplin ilmu seperti psikologi, antropometri, antropologi, faal, anatomi, dan teknologi.

Pengendalian ergonomi ada tiga kelompok utama untuk mengendalikan resiko. Pengendalian itu adalah sebagai berikut:

- Pengendalian teknik
- Pengendalian administratif
- Cara kerja

Antropometri adalah pengetahuan yang menyangkut pengukuran tubuh manusia khususnya dimensi tubuh. Antropometri ini digunakan sebagai dasar pertimbangan ergonomis dalam perancangan produk maupun sistem kerja yang memerlukan interaksi manusia.

3.5 Soal

- a. Sebutkan 4 macam produk rancangan fasilitas kerja yang saudara bisa identifikasikan melanggar prinsip-prinsip ergonomi.
- b. Untuk mendapatkan data antropometri tinggi tubuh manusia Indonesia (laki-laki, umur 20 – 30 tahun), telah dilakukan pengukuran terhadap 30 mahasiswa yang

memberikan data pengukuran sebagai berikut (dalam cm):

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 169 | 165 | 170 | 167 | 168 | 165 |
| 170 | 164 | 164 | 165 | 167 | 170 |
| 169 | 165 | 167 | 164 | 173 | 165 |
| 171 | 174 | 175 | 165 | 157 | 160 |
| 160 | 164 | 165 | 170 | 175 | 180 |
| 160 | 160 | 165 | 165 | 170 | 185 |

Berdasarkan data tersebut hitunglah berapa ukuran persentil 5, persentil 50, persentil 95?

Lampiran Bab 3

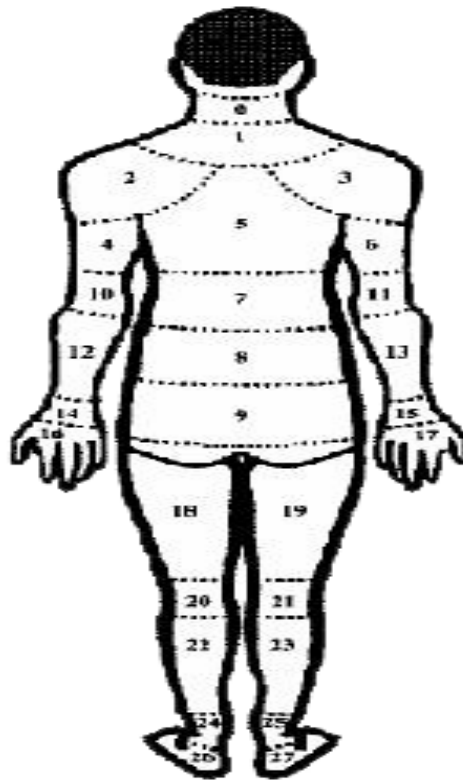
Nordic Body Map

Nordic Body Map ini dipakai untuk mengetahui keluhan-keluhan yang dirasakan oleh para pekerja. Kuesioner ini diberikan sebelum dan setelah melakukan pekerjaan.

Tabel 3.3 Kuesioner Nordic Body Map

| No | Bagian Tubuh | Ya | Tidak |
|----|--|----|-------|
| 0 | Sakit pada leher bagian atas | | |
| 1 | Sakit pada leher bagian bawah | | |
| 2 | Sakit pada bahu kiri | | |
| 3 | Sakit pada bahu kanan | | |
| 4 | Sakit pada lengan atas bagian kiri | | |
| 5 | Sakit pada bagian punggung | | |
| 6 | Sakit pada lengan atas bagian kanan | | |
| 7 | Sakit pada daerah pinggang ke belakang | | |
| 8 | Sakit pada daerah pinggul ke belakang | | |
| 9 | Sakit pada daerah pantat | | |
| 10 | Sakit pada siku kiri | | |
| 11 | Sakit pada siku kanan | | |
| 12 | Sakit pada lengan bawah bagian kiri | | |
| 13 | Sakit pada lengan bawah bagian kanan | | |
| 14 | Sakit pada pergelangan tangan kiri | | |
| 15 | Sakit pada pergelangan tangan kanan | | |
| 16 | Sakit pada telapak tangan bagian kiri | | |
| 17 | Sakit pada telapak tangan bagian kanan | | |
| 18 | Sakit pada paha kiri | | |
| 19 | Sakit pada paha kanan | | |

| | | | |
|----|-----------------------------------|--|--|
| 20 | Sakit pada lutut kiri | | |
| 21 | Sakit pada lutut kanan | | |
| 22 | Sakit pada betis kiri | | |
| 23 | Sakit pada betis kanan | | |
| 24 | Sakit pada pergelangan kaki kiri | | |
| 25 | Sakit pada pergelangan kaki kanan | | |
| 26 | Sakit pada telapak kaki kiri | | |
| 27 | Sakit pada telapak kaki kanan | | |



Gambar 3.31 *Nordic Body Map*

BAB IV

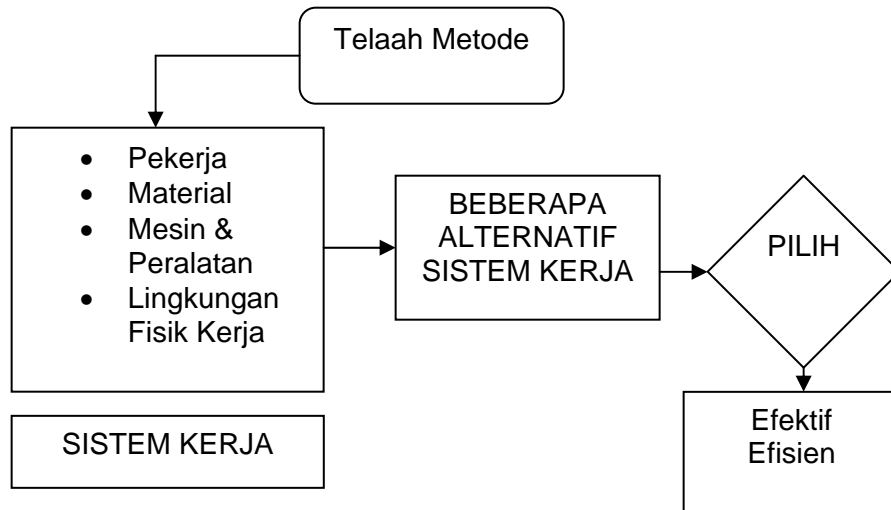
TELAAH METODE

4.1 Pendahuluan

Telaah metode adalah kegiatan pencatatan secara sistematis dan pemeriksaan dengan seksama mengenai cara-cara yang berlaku atau diusulkan untuk melaksanakan kerja. Sasaran pokok dan efektifitas ini adalah mencari, mengembangkan dan menerapkan metode kerja yang lebih efektif dan efisien; dengan tujuan akhir adalah waktu penyelesaian pekerjaan akan bisa lebih singkat/cepat. Dengan telaah metode kerja - atau bahasa asingnya lazim disebut dengan istilah "*methods analysis*" - maka hal ini dimaksudkan untuk mempelajari prinsip-prinsip dan teknik-teknik pengaturan kerja yang optimal dalam suatu sistem kerja. Sistem kerja adalah suatu sistem dimana komponen-komponen kerja seperti manusia (operator), mesin dan/atau fasilitas kerja lainnya, material lingkungan kerja fisik akan berinteraksi. Hubungan ini ditunjukkan seperti gambar 4.1.

Untuk mendapatkan hasil kerja yang baik, diperlukan sistem kerja yang baik pula, oleh karena itu sistem kerja tersebut harus dirancang sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan karya yang diinginkan.

Dengan mempelajari bab ini para siswa diharapkan bisa menerapkan cara kerja yang benar sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan. Selain itu para siswa diharapkan bisa memperbaiki kesalahan-kesalahan cara kerja berdasarkan prinsip ekonomi gerakan.



Gambar 4.1 Tahapan Dalam Telaah Metode Kerja

4.2 Prinsip-Prinsip Ekonomi Gerakan

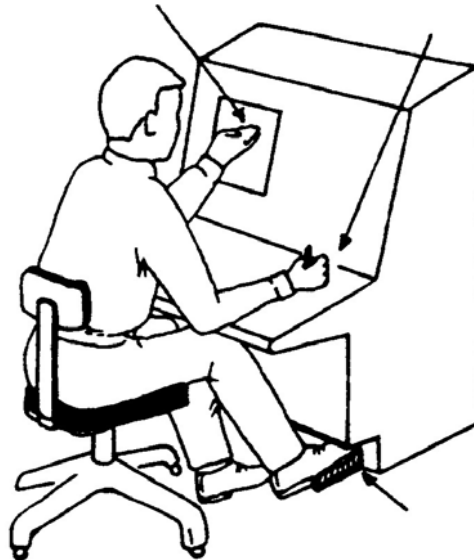
Prinsip ekonomi gerakan bisa dipergunakan untuk menganalisa gerakan-gerakan kerja setempat yang terjadi dalam sebuah stasiun kerja dan bisa juga untuk kegiatan-kegiatan kerja yang berlangsung secara menyeluruh dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja yang lainnya. Secara ringkas prinsip ekonomi gerakan, ini akan membahas:

- Tubuh manusia dan gerakan-gerakannya.
- Tata letak tempat kerja dan gerakan-gerakannya.
- Perancangan peralatan dan gerakan-gerakannya.

4.2.1 Tubuh Manusia dan Gerakan-Gerakannya

Ekonomi gerakan yang dihubungkan dengan penggunaan anggota tubuh manusia:

- ❖ Manusia memiliki kondisi fisik dan struktur tubuh yang memberi keterbatasan dalam melaksanakan kerja
- ❖ Kedua tangan sebaiknya memulai dan mengakhiri gerakan pada saat yang bersamaan



Gambar 4.2 Distribusi Beban Kegiatan Kerja antara Tangan dan Kaki Guna Mengoperasikan Suatu Peralatan Kerja

Sumber: Sritomo Wignjosoebroto, 2000

- ❖ Kedua tangan sebaiknya tidak menganggur pada saat yang sama kecuali pada waktu istirahat.

- ❖ Gerakan tangan harus 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 memanfaatkan momentum untuk membantu pekerjaan, yaitu dengan mengurangi kerja otot.
- ❖ Hindari gerakan patah-patah karena akan mempercepat menimbulkan kelelahan.
- ❖ Pekerjaan harus diatur sedemikian rupa sehingga gerak mata terbatas pada bidang yang menyenangkan tanpa perlu sering mengubah fokus.
- ❖ Gerakan balistik akan lebih cepat dan menyenangkan serta lebih teliti dan pada gerakan yang dikendalikan.
- ❖ Pekerjaan sebaiknya dirancang semudah-mudahnya dan jika memungkinkan irama kerjanya alamiah.

4.2.2. Tata Letak Tempat Kerja dan Gerakan-Gerakannya

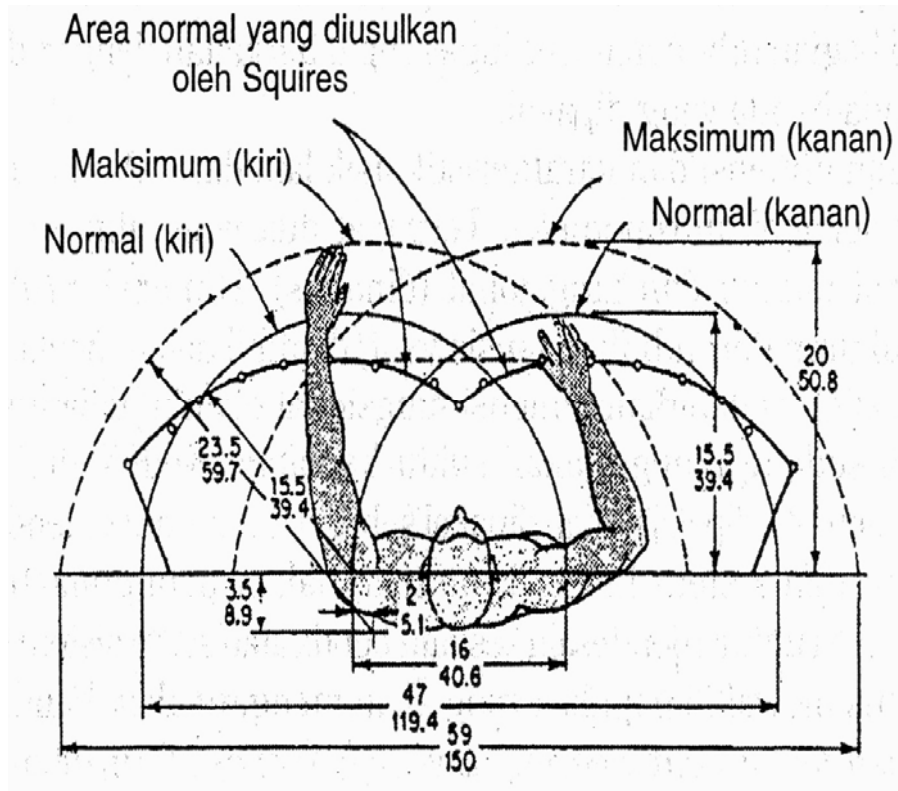
Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan tempat kerja berlangsung:

- ✚ Tempat-tempat tertentu yang tidak sering dipindah-pindah harus disediakan untuk semua alat dan bahan sehingga dapat menimbulkan kebiasaan tetap (gerak rutin).
- ✚ Letakkan bahan dan peralatan pada jarak yang dapat dengan mudah dan nyaman dicapai pekerja sehingga mengurangi usaha mencari-cari. Berikut contoh meletakkan material benda kerja yang memungkinkan gerakan kerja normal dan standard jangkauan dan pekerja yang umum dipergunakan didalam mengatur penempatan material atau peralatan kerja (Gambar 4.3).

- ✚ Penyimpanan bahan/parts yang akan dikerjakan sebaiknya memanfaatkan prinsip gaya berat (gravitasi).
- ✚ Sebaiknya untuk menyalurkan obyek yang sudah selesai dirancang dengan menggunakan mekanisme yang baik.
- ✚ Tata letak bahan dan peralatan kerja diatur sedemikian rupa sehingga memungkinkan urutan gerakan yang terbaik.
- ✚ Tinggi tempat kerja (mesin, meja kerja, dan lain-lain) harus sesuai dengan ukuran tubuh manusia sehingga pekerja dapat melaksanakan kegiatannya dengan mudah dan nyaman. Di sini prinsip-prinsip anthropometri mutlak harus dipelajari pada saat akan merancang fasilitas kerja tersebut.
- ✚ Tinggi tempat kerja dan kursi sebaiknya sedemikian rupa, sehingga berdiri atau duduk dalam menghadapi pekerjaan merupakan suatu hal yang menyenangkan.
- ✚ Tipe dan tinggi kursi harus sedemikian rupa, agar sikap atau postur tubuh badan menjadi baik.
- ✚ Kondisi ruangan pekerja seperti penerangan, temperatur, kebersihan, ventilasi udara, dan lain-lain yang berkaitan dengan persyaratan ergonomis harus pula diperhatikan benar-benar sehingga dapat diperoleh area kerja yang lebih baik.

4.2.3 Perancangan Peralatan dan Gerakan-Gerakan

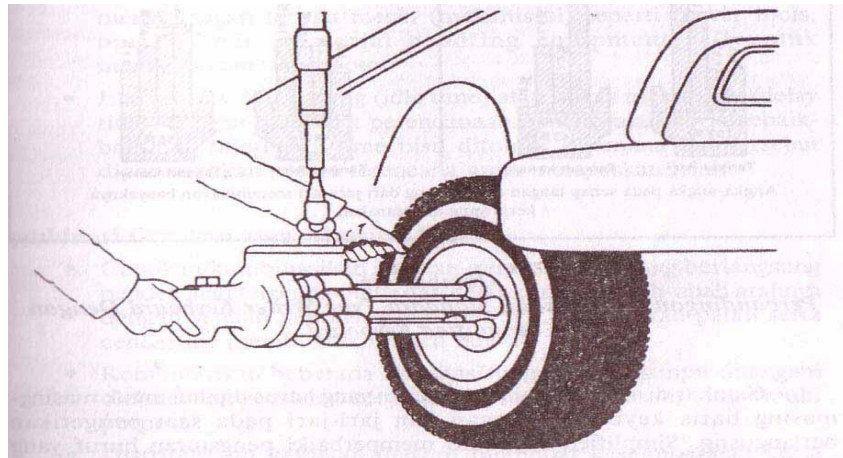
- ✚ Kurangi sebanyak mungkin pekerjaan tubuh (manual), apabila hal tersebut dapat dilaksanakan dengan peralatan kerja.
- ✚ Usahakan menggunakan peralatan kerja yang dapat melaksanakan berbagai macam pekerjaan sekaligus, baik yang sejenis maupun yang berlainan, Gambar 4.4



Gambar 4.3 Dimensi Standard dari Normal dan Maksimum Area Kerja dalam Tiga Dimensi

- ✚ Sebaiknya penggunaan perkakas pembantu (jig & fixture) atau alat-alat yang digerakan dengan kaki ditingkatkan.
- ✚ Sebaiknya peralatan dirancang sedemikian rupa, agar mempunyai lebih dari satu kegunaan.
- ✚ Peralatan sebaiknya dipasang sedemikian rupa, sehingga memudahkan dalam pemegangan dan penyimpanan.

- ✚ Pendistribusian beban disesuaikan dengan kekuatan jari-tangan ataupun kaki.
- ✚ Roda tangan, palang dan peralatan yang sejenis dengan itu sebaiknya diatur sedemikian rupa, sehingga badan dapat melayaninya dengan posisi yang baik dan dengan tenaga yang minimum.



Gambar 4.4 *Multiple Spindle Air Operated* yang Mampu Mengencangkan 5 Buah Mur Sekaligus dalam Satu Langkah Kerja

Sumber: Sritomo Wignjosoebroto, 2000

Untuk mencari hal-hal yang akan diperbaiki atau mencari ide-ide perbaikan dalam ekonomi gerakan, dapat dilakukan pencarian dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan, misalnya sebagai berikut:

Pertanyaan-pertanyaan yang bisa diajukan untuk mencari ide perbaikan:

- ❖ Bagaimana kalau proses produksi dibalikkan
- ❖ Bagaimana kalau proses produksi dipermudah
- ❖ Apakah pekerjaan dapat disatukan
- ❖ Apakah Jig dapat disatukan
- ❖ Apakah dapat dihentikan
- ❖ Apakah bisa bekerja dengan menggunakan dua tangan
- ❖ Apakah dapat dihilangkan.

4.3 Penerapan Ekonomi Gerakan

Penerapan ekonomi gerakan dalam suatu stasiun kerja atau aktivitas bisa dilakukan dengan beberapa cara, seperti: eliminasi kegiatan, kombinasi gerakan atau aktivitas kerja, dan penyederhanaan kegiatan.

4.3.1 Eliminasi Kegiatan

- Eliminasi semua kegiatan/aktivitas yang memungkinkan, langkah-langkah atau gerakan-gerakan (dalam hal ini banyak berkaitan dengan aplikasi anggota badan, kaki, lengan, tangan, dll)
- Eliminasi kondisi yang tak beraturan dalam setiap kegiatan. Letakkan segala fasilitas kerja dan material/komponen pada lokasi yang tetap (hal ini akan bisa menyebabkan gerakan-gerakan kerja yang otomatis).
- Eliminasi penggunaan tangan (baik satu atau keduanya) sebagai "*holding device*", karena hal ini merupakan aktivitas

tidak produktif yang menyebabkan kerja kedua tangan tidak seimbang.

- Eliminasi penggunaan tenaga otot untuk melaksanakan kegiatan statis atau *fixed position*. Demikian pula sebisa mungkin untuk menggunakan tenaga mesin (mekanisasi) seperti *rower tools, power feeds, Material handling equipment*, dll untuk menggantikan tenaga otot.
- Eliminasi waktu kosong (*idle time*) atau waktu menunggu (*delay time*) dengan membuat perencanaan/penjadwalan kerja sebaik-baiknya. *Idle/delay time* bisa ditolerir bilamana hal tersebut diperuntukkan secara terencana guna melepaskan lelah.

4.3.2 Kombinasi Gerakan atau Aktivitas Kerja

- Gantikan/kombinasikan gerakan-gerakan kerja yang berlangsung pendek atau terputus-putus dan cenderung berubah-ubah arahnya dengan sebuah gerakan yang kontinyu, tidak patah-patah serta cenderung membentuk sebuah kurva.
- Kombinasikan beberapa aktivitas/fungsi yang mampu ditangani oleh sebuah peralatan kerja dengan membuat desain yang "*multi purpose*"
- Distribusikan kegiatan dengan membuat keseimbangan kerja antara kedua tangan. Pola gerakan kerja yang simultan dan simetris akan memberi gerakan yang paling efektif. Bilamana kegiatan dilaksanakan secara kelompok maka diupayakan agar supaya terjadi beban kerja yang merata di antara anggota kelompok.

4.3.3 Penyederhanaan Kegiatan

- Laksanakan setiap aktivitas/kegiatan kerja dengan prinsip kebutuhan energi otot yang digunakan minimal.

- Kurangi kegiatan mencari-cari obyek kerja (peralatan kerja, material, dll) dengan meletakkannya dalam tempat yang tidak berubah-ubah.
- Eliminasi gerakan-gerakan yang tidak semestinya, abnormal, dll. Hindari pula gerakan-gerakan yang membahayakan dan melanggar prinsip-prinsip keselamatan atau kesehatan kerja berubah-ubah.
- Letakkan fasilitas kerja berada dalam jangkauan tangan yang normal. Hal ini akan menyebabkan gerakan tangan berada pada jarak yang sependek-pendeknya.
- Sesuaikan letak dan *gandles, pedals, levers, buttons*, dll dengan memperhatikan dimensi- tubuh manusia (anthropometri) dan kekuatan otot yang dibutuhkan.

4.4 Studi Gerakan untuk Menganalisa Kerja

Studi gerakan yang lebih dikenal dengan “*motion study*” adalah suatu studi tentang gerakan-gerakan yang dilakukan pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya. Tujuan dari studi ini ingin diperoleh gerakan-gerakan standar untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Gerakan standar ini adalah gerakan-gerakan yang efektif dan efisien. Oleh karena itu, maka perlu dilakukan kegiatan untuk mengamati kondisi pekerjaan yang ada. Studi mengenai ini dikenal sebagai studi ekonomi gerakan yaitu studi yang menitik-beratkan pada penerapan prinsip-prinsip ekonomi gerakan.

Orang-orang yang berjasa dalam mengembangkan studi gerakan ini adalah Frank dan Lillian Gilberth. Gilberth telah mengawali studi gerakan manual dan mengembangkan prinsip-prinsip dasar ekonomi gerakan yang sampai sekarang masih dipertimbangkan sebagai landasan pokok untuk melakukan studi gerakan. Disamping itu Gilberth juga berhasil menciptakan teknik-teknik perekaman gambar-gambar detail yang dikenal sebagai *micromotion studies* (bermanfaat di dalam usaha mempelajari gerakan kerja manual yang dilakukan secara cepat dan berulang-ulang). Frank dan Lillian Gilberth

menciptakan simbol-simbol yang dikenal dengan nama '*Therbligs*'. Elemen gerakan therbligs ini terdiri dari 17 gerakan dasar. Berikut ini penjelasan mengenai gerakan-gerakan dasar tersebut. Elemen gerakan dan simbol secara lengkap ada pada tabel 4.1.

Mencari (*Search*)

Elemen gerakan mencari merupakan gerakan dasar dari pekerja untuk menemukan lokasi obyek. Pada gerakan ini yang bekerja adalah mata. Gerakan ini dimulai pada saat mata bergerak mencari obyek dan berakhir bila obyek sudah ditemukan. Tujuan dari analisa therblig ini adalah untuk menghilangkan sedapat mungkin gerak yang tidak perlu. Mencari merupakan gerak yang tidak efektif dan masih dapat dihindarkan misalnya dengan menyimpan peralatan atau bahan-bahan pada tempat yang tetap sehingga proses mencari dapat dihilangkan.



Gambar 4.5 Pekerja Sedang Mencari Peralatan Obeng


















Untuk mengurangi atau menghilangkan waktu untuk mencari-cari maka seorang perancang kerja harus memperhatikan beberapa pertanyaan berikut:

- ❖ Sudah jelaskah ciri-ciri obyek yang akan diambil? Pemasangan label dan warna-warna tertentu diharapkan akan mempermudah proses mencari obyek.
- ❖ Apakah tata letak (*layout*) area kerja sudah diatur sebaik-baiknya sehingga mampu mengeliminir proses mencari? Pengaturan letak material, peralatan atau fasilitas kerja lainnya harus ditempatkan sedemikian rupa dan tidak berubah-ubah sehingga tidak ada waktu terbuang untuk mencari (gerakan tangan otomatis tanpa harus menggerakkan mata).
- ❖ Dapatkah dipakai tempat obyek yang tembus pandang? Dengan tempat tembus pandang, obyek akan terlihat dengan jelas sekalipun dilihat dari luar. Dengan demikian akan mempermudah pencarian.
- ❖ Apakah pencahayaan untuk area kerja yang ada sudah memenuhi persyaratan ergonomis yang seharusnya? Cahaya merupakan faktor yang sangat penting dalam gerakan mencari karena menentulkan terlihat tidaknya obyek secara jelas.
- ❖ Sudah tetapkah tempatnya? Obyek yang sudah ditempatkan secara tetap akan memudahkan pencariannya. Hal ini kadang-kadang dapat menghilangkan gerakan mencari karena bila obyek sudah tertentu tempatnya, tangan dengan sendirinya akan langsung mengambil obyek tanpa harus mencari-cari terlebih dahulu.

Memilih (*Select*)

Memilih adalah elemen Therbligs yang merupakan gerakan kerja menemukan/memilih suatu obyek di antara dua atau lebih obyek yang sama lainnya. Elemen Therbligs ini dimulai pada saat tangan dan mata mulai bergerak memilih dan berakhir bila obyek yang dikehendaki sudah ditemukan. Elemen memilih biasanya mengikuti langsung elemen therbligs mencari (*search*). Batas antara memulai memilih dan akhir dari mencari agak sulit untuk ditentukan karena ada pembaharuan pekerjaan di antara dua gerakan tersebut yaitu gerakan yang dilakukan oleh mata. Gambar 4.6 memperlihatkan aktivitas memilih.

Tabel 4.1 Elemen Gerakan Therbligs

| Nama Therbligs | Lambang Huruf | Kode Warna | Lambang Gambar |
|---|----------------------|----------------------|---|
| Mencari (<i>Search</i>) | Sh | <i>Black</i> |  |
| Memilih (<i>Select</i>) | Sl | <i>Gray, Light</i> |  |
| Memegang (<i>Grasp</i>) | G | <i>Lake Red</i> |  |
| Menjangkau / Membawa Tanpa Beban (<i>Transport Empty</i>) | TE | <i>Olive Green</i> |  |
| Membawa dengan Beban (<i>Transport Loaded</i>) | TL | <i>Green</i> |  |
| Memegang (<i>Hold</i>) | H | <i>Gold Ochre</i> |  |
| Melepas (<i>Release Load</i>) | RL | <i>Carmine Red</i> |  |
| Mengarahkan (<i>Position</i>) | P | <i>Blue</i> |  |
| Mengarahkan Awal (<i>Pre Position</i>) | PP | <i>Sky Blue</i> |  |
| Memeriksa (<i>Inspection</i>) | I | <i>Burn Ochre</i> |  |
| Merakit (<i>Assemble</i>) | A | <i>Violet, Heavy</i> |  |
| Mengurai Rakit (<i>Disassemble</i>) | DA | <i>Violet</i> |  |
| Memakai (<i>Use</i>) | U | <i>Purple</i> |  |
| Keterlambatan yang tak terhindarkan (<i>Unavoidable Delay</i>) | UD | <i>Yellow Ochre</i> |  |
| Keterlambatan yang dapat dihindarkan (<i>Avoidable Delay</i>) | AD | <i>Lemon Yellow</i> |  |
| Merencana (<i>Plan</i>) | Pn | <i>Brown</i> |  |
| Istirahat untuk menghilangkan lelah (<i>Rest to Overcome Fatigue</i>) | R | <i>Orange</i> |  |



Gambar 4.6 Aktivitas Memilih Obeng

Untuk menghindari elemen gerakan memilih ini maka beberapa pertanyaan berikut ini bisa dipakai pedoman *motion analysis* yaitu:

- ✚ Apakah obyek-obyek (*part*) yang berbeda ditempatkan dalam tempat yang sama? Gerakan memilih dapat dihilangkan bila obyek yang berbeda diletakkan secara terpisah tidak tercampur lagi.
- ✚ Dapatkah permukaan wadah diperluas? Makin luas permukaan wadah akan makin memudahkan pemilihan karena tangan akan lebih leluasa bergerak dan memudahkan mata membantu pelaksanaan elemen gerakan ini.
- ✚ Apakah obyek yang sama telah memenuhi persyaratan *interchangeability*? Part atau obyek seharusnya standard

sehingga tidak ada perbedaan antara obyek yang satu dengan lain. Di sini mereka memiliki kemampuan untuk dipertukarkan (*interchange ability*) tanpa ada pengerjaan tambahan.

- ✚ Dapatkah dipakai tempat yang tembus pandang? Selain berguna untuk memudahkan mencari, tempat yang tembus pandang juga akan memudahkan elemen gerakan memilih. Hal ini terjadi karena obyek dapat terlihat dari luar meskipun obyek yang dipilih berada di bawah dalam satu tumpukan.
- ✚ Dapatkah dipergunakan suatu tempat material (*rack* atau *tray*) yang mampu mengatur posisi obyek sedemikian rupa sehingga tidak menyulitkan pada saat mengambil tanpa harus memilih lagi?.

Memegang (*Grasp*)

Memegang adalah gerakan untuk memegang obyek, biasanya didahului oleh gerakan menjangkau dan dilanjutkan oleh gerakan membawa. Memegang adalah termasuk elemen Therbligs yang diklasifikasikan sebagai elemen gerakan efektif yang biasanya dapat dihilangkan akan tetapi dalam beberapa hal bisa diperbaiki. Gambar 4.7 merupakan aktivitas memegang.



Gambar 4.7 Aktivitas Memegang

Untuk memperbaiki elemen gerak memegang ini beberapa pertanyaan di bawah ini bisa dipakai sebagai berikut :

- ❖ Dapatkah beberapa obyek dipegang sekaligus pada saat yang bersamaan ? Jika hal ini memungkinkan maka waktu kerja yang ada akan bisa dihemat dan pekerjaan bisa diselesaikan lebih cepat.
- ❖ Dapatkah obyek tersebut digelincirkan? Bila obyek dapat digelincirkan, tangan tidak usah membawa secara penuh ke tempat kerja selanjutnya, sehingga memegang lebih bersifat kontak-kontak antara tangan dengan obyek dari pada memegang sepenuhnya.
- ❖ Dapatkah obyek yang akan dipegang diletakkan sedemikian rupa sehingga memudahkan usaha gerakan memegang ? Letak yang teratur memungkinkan pemegangan obyek lebih mudah dibandingkan kalau letak dan obyek tersebut berserakan.
- ❖ Dapatkah dipergunakan peralatan-peralatan pembantu (vacuum, magnet, *rubber fingertip*, dan lain-lain). Untuk mempermudah gerakan-gerakan memegang obyek ? Bila ada peralatan yang dapat dipakai untuk mengganti fungsi tangan, untuk memegang, maka perbaikan akan diperoleh untuk elemen gerakan ini karena dengan demikian kerja anggota badan bisa dikurangi, sehingga datangnya kelelahan dapat ditunda lebih lama lagi.

Menjangkau/membawa tanpa beban (*Transport Empty*)

Menjangkau adalah elemen gerak Therbligs yang menggambarkan gerakan tangan berpindah tempat tanpa beban atau hambatan (*resistence*) baik gerakan menuju atau menjauhi obyek atau lokasi tujuan lainnya dan berakhir segera disaat tangan berhenti bergerak setelah mencapai obyek tujuannya. Elemen gerakan ini biasanya didahului oleh gerakan melepas (*release*) dan diikuti oleh gerakan memegang (*grasp*). Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan elemen gerak menjangkau akan sangat tergantung dengan jarak gerakan tangan yang dilakukan kearah obyek yang dituju dan tipe gerakan menjangkaunya. Seperti halnya dengan elemen

gerakan memegang (*grasp*), maka elemen menjangkau ini dapat diklasifikasikan sebagai elemen Therbligs yang efektif dan sulit untuk dihilangkan secara keseluruhan dari siklus kerja yang ada. Meskipun demikian masih bisa dimungkinkan untuk diperbaiki dengan cara memperpendek jarak jangkauan serta memberikan lokasi yang tetap untuk obyek yang harus dicapai selama siklus berlangsung.



Gambar 4.8 Gerakan Menjangkau

Membawa Dengan Beban (*Transport Loaded*)

Elemen gerakan membawa adalah juga merupakan gerak perpindahan tangan, hanya saja di sini tangan bergerak dalam kondisi membawa beban (obyek). Elemen gerakan ini diawali dan diakhiri pada saat yang sama dengan elemen gerakan menjangkau (*reach*) hanya saja di sini tangan dalam kondisi membawa beban (obyek). Faktor-faktor yang mempengaruhi waktu gerakannya pun hampir sama yaitu jarak perpindahan tangan, tipe gerakan dan berat ringan beban dibawa oleh tangan.



Gambar 4.9 Gerakan Membawa Dengan Beban

Elemen gerakan membawa biasanya didahului oleh elemen gerakan memegang (*grasp*) dan dilanjutkan oleh elemen gerakan melepas (*release*) atau mengarahkan (*position*). Elemen gerak membawa termasuk Therbligs yang efektif yang sulit sekali dieliminir dari siklus kerja yang berlangsung. Meskipun demikian waktu yang diperlukan untuk melaksanakan elemen gerak ini bisa dihemat dengan cara mengurangi jarak perpindahan, meringankan beban yang harus dipindahkan, dan memperbaiki tipe pemindahan beban dengan menggunakan prinsip gravitasi atau memakai peralatan *material handling* lainnya. Elemen gerakan menjangkau atau membawa dapat diperbaiki dengan mengikuti pedoman-pedoman berikut ini:

- ❖ Dapatkah jarak perpindahan obyek diperpendek? Penyusunan tata letak bahan sangat berpengaruh pada jarak tempuh ini.

Harus diusahakan agar obyek yang paling sering dipakai diletakkan paling dekat.

- ❖ Apakah cara yang terbaik sudah dipakai ? Membawa atau memindahkan obyek dari satu lokasi ke lokasi yang lain bisa dilaksanakan dengan berbagai cara baik - secara manual maupun menggunakan peralatan material handling (*conveyor*, *crane*, kereta dorong dan lain-lain).
- ❖ Apakah anggota badan - seharusnya digerakkan sudah tepat ? Dengan hanya menggerakkan anggota badan yang diperlukan, jari-jari, pergelangan tangan, bahu, kaki dan lain-lain), diharapkan tidak akan terjadi pemborosan tenaga sehingga waktu dapat pula dihemat.
- ❖ Dapatkah waktu dikurangi dengan mengangkat sekaligus banyak? Dengan mengangkat sekaligus beberapa obyek maka waktu yang diperlukan untuk memindahkan per unit obyek lebih kecil.
- ❖ Dapatkah perubahan arah gerak yang mendadak dihindari ? Perubahan arah gerak mengakibatkan penambahan jarak yang harus dilakukan oleh tangan, dengan demikian waktu gerakpun akan bertambah. Selain itu ada pula faktor kelambatan yang diakibatkan oleh perubahan arah gerak tadi.
- ❖ Dapatkah obyek yang harus dipindahkan ini digelincirkan (manfaat prinsip gravitasi) ?. Bila obyek dapat bergerak sendiri atau berguling (tergelincir) karena pengaruh gravitasi, maka tenaga yang seharusnya digunakan untuk memindahkan obyek ini dapat dihemat. Tenaga yang diperlukan di sini mungkin hanya dibutuhkan untuk mendorong obyek tersebut.

Memegang Untuk Memakai (*Hold*)

Pengertian memegang untuk memakai disini adalah memegang tanpa menggerakkan obyek yang dipegang tersebut; perbedaannya dengan memegang yang terdahulu adalah pada perlakuan pada obyek yang dipegang. Pada memegang, pemegangan dilanjutkan dengan gerak membawa, sedangkan memegang untuk memakai tidak demikian.



Gambar 4.10 Gerakan Memegang untuk Memakai

Therblig ini merupakan gerakan yang tidak efektif, dengan demikian sedapat mungkin harus dihilangkan atau paling tidak dikurangi. Gerakan ini sering dijumpai pada pekerjaan perakitan, satu tangan memegang untuk memakai dan satu tangan lagi melakukan pekerjaan memasang. Satu contoh lain adalah pada waktu melakukan pekerjaan memasang buah kancing, tangan kiri tidak bergerak memegang kancing sedangkan tangan kanan bekerja menggerak-gerakkan jarum. Dalam hal ini tangan kiri melakukan elemen gerak memegang untuk memakai. Untuk melakukan perbaikan sehubungan dengan therblig diatas, pertanyaan-pertanyaan berikut ini bisa dipakai sebagai pedoman:

- ✚ Dapatkah pemegangan dilakukan oleh peralatan? Dengan mengganti tangan oleh peralatan dalam therblig ini berarti ada kemungkinan untuk meningkatkan produktivitas kerja karena

tangan yang tadinya dipakai untuk memegang sekarang dapat melakukan pekerjaan lain. Contoh pemakaian jig.

- ✚ Dapatkah diusahakan suatu penyangga tangan? Bila tidak memungkinkan memakai peralatan sebagai alat pemegang, maka tangan harus diusahakan tidak cepat mengalami kelelahan. Tangan dapat dibantu dengan alat penyangga.

Melepas (*Release Load*)

Elemen gerak melepas terjadi pada saat tangan operator melepaskan obyek yang dipegang sebelumnya. Dengan demikian elemen gerak ini diawali sesaat jari-jari tangan membuka lepas dan obyek yang dibawa dan berakhir secara begitu semua jari jelas tidak menyentuh atau memegang obyek lagi.



Gambar 4.11 Gerakan Tangan Melepas Mur

Bila dibandingkan dengan elemen-elemen gerak Therbligs lainnya, gerakan melepas merupakan gerakan yang relatif singkat. Elemen gerak melepas ini biasanya didahului oleh gerakan

menjangkau (*reach*). Elemen gerak melepas termasuk elemen Therbligs yang efektif dan bisa diperbaiki dengan memperhatikan peranyaan-pertanyaan berikut :

- ❖ Dapatkah gerakan ini dilaksanakan bersamaan dengan gerakan membawa (*move*) ? Di sini obyek dibawa dan sekaligus dilepas sehingga dengan demikian akan dapat mengefisiensikan waktu.
- ❖ Apakah tempat obyek setelah dilepas telah dirancang dengan baik? Bila faktor kehati-hatian untuk melepas dapat dihilangkan pada waktu melepas, waktu yang diperlukan untuk therblig ini akan menjadi lebih singkat. Hal ini tercapai misalnya dengan memberi landasan yang lunak (*bush*) pada tempat obyek setelah dilepas, sehingga dengan demikian pekerja tidak usah terlalu hati-hati untuk melepaskan obyek yang dipegangnya.
- ❖ Dapatkah peralatan dipakai untuk melepas? Fungsi tangan untuk melepas dapat diganti oleh suatu alat misalnya dengan pelontar mekanis.

Mengarahkan (*Position*)

Therblig ini merupakan gerakan mengarahkan suatu obyek pada suatu lokasi tertentu. Gerakan mengarahkan ini biasanya didahului oleh elemen gerakan (*move*) dan diikuti oleh gerakan merakit (*assembling*) atau melepas (*release*). Gerakan dimulai sejak tangan memegang/mengontrol obyek tersebut kearah lokasi yang dituju dan berakhir pada saat gerakan berakhir atau melepas/memakai dimulai.

Waktu yang diperlukan untuk gerak mengarahkan ini juga dipengaruhi oleh kerja mata, karena selama tangan mengarahkan obyek, mata tentu mengontrol (elemen mencari paling tidak ikut berperan pula di sini) agar obyek dapat dengan mudah ditempatkan pada lokasi yang telah ditetapkan. Elemen gerak mengarahkan ini termasuk elemen therblig yang tidak efektif, sehingga untuk itu harus diusahakan menghilangkannya.



Gambar 4.12 Gerakan Mengarahkan Mur & Clamp

Waktu untuk mengarahkan sering bisa diefisienkan dengan memperhatikan pedoman-pedoman berikut ini :

- ✚ Apakah pengarahannya diperlukan? Untuk obyek-obyek yang tidak memerlukan pengarahannya, misalnya karena boleh diletakkan secara tidak beraturan, proses pengarahannya sebaiknya dihilangkan karena dengan tidak adanya elemen gerak mengarahkan, elemen gerak membawa akan menjadi lebih singkat.
- ✚ Apakah obyek yang akan dipegang telah diletakkan sedemikian rupa sehingga memudahkan pengarahannya? Bila obyek telah diletakkan sedemikian rupa sehingga untuk pengarahannya tidak diperlukan gerak yang banyak, maka akan diperoleh penghematan waktu kerja karena berkurangnya waktu pengarahannya.
- ✚ Dapatkah dipakai peralatan sebagai penuntun obyek yang akan ditempatkan? Dengan adanya penuntun, diharapkan waktu untuk pengarahannya dapat dikurangi. Penuntun disini

adalah salah satu peralatan yang termasuk perkakas pembantu (jig).

Mengarahkan Sementara (*Pre-Position*)

Elemen gerak mengarahkan awal adalah elemen kerja therbligs yang mengarahkan obyek pada suatu tempat sementara sehingga pada saat kerja mengarahkan obyek benar-benar dilakukan maka obyek tersebut dengan mudah akan bisa dipegang dan dibawa kearah tujuan yang dikehendaki. Elemen therbligs ini sering terjadi bersamaan dengan therblig yang diantaranya adalah membawa (*move*) dan melepaskan (*release*). Untuk mengurangi waktu kerja mengarahkan awal bisa dilakukan dengan merancang peralatan pembantu untuk memegang (*holding device*) perkakas kerja atau obyek pada arah gerakan kerja yang semestinya. Berikut ini uraian perbedaan antara therblig mengarahkan dengan therblig mengarahkan sementara.

Tabel 4.2 Uraian Gerakan Menulis

| Langkah Dalam Penulisan | Nama Gerakan |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Mengambil pulpen | Menjangkau |
| Memegang pulpen | Memegang |
| Membawa pulpen ke kertas | Membawa |
| Mengarahkan pulpen untuk menulis | Mengarahkan |
| Menulis | Menamai |
| Mengembalikan pulpen ke tempatnya | Membawa |
| Memasukkan pulpen ke dalam tempatnya | Mengarahkan sementara |
| Melepaskan pulpen | Melepas |
| Menggerakkan kembali tangan ke kertas | Menjangkau (<i>transport empty</i>) |

Memeriksa (*Inspect*)

Elemen therblig ini termasuk cara kerja untuk menjamin bahwa obyek telah memenuhi persyaratan kualitas yang ditetapkan. Gerakan kerja dilaksanakan dengan pengecekan secara rutin oleh operator selama proses kerja berlangsung. Elemen dapat berupa gerakan melihat seperti memeriksa warna, meraba seperti memeriksa kehalusan permukaan benda kerja dan lain-lain. Aktivitas yang prinsipnya memeriksa obyek kerja untuk dibandingkan dengan standard yang ada. Waktu yang diperlukan untuk kegiatan memeriksa ini akan bergantung kepada kecepatan operator menemukan perbedaan antara obyek dengan performansi standard yang dibandingkan. Elemen kerja ini termasuk dalam elemen Therbligs yang tidak efektif dan dapat dihindari dengan mengikuti petunjuk-petunjuk berikut:

- ❖ Dapatkah gerakan ini dilakukan sekaligus bersamaan dengan therblig yang lain? Dengan adanya kombinasi operasi antara pemeriksaan dengan gerak yang lain, berarti waktu pemeriksaan secara tersendiri dapat dihindarkan.
- ❖ Dapatkah dipakai suatu alat yang dapat memeriksa beberapa obyek sekaligus?
- ❖ Apakah penambahan cahaya dapat mempercepat pemeriksaan?
- ❖ Apakah jarak obyek yang diperiksa sudah tepat dari mata operator? Jarak penglihatan manusia sangat terbatas kemampuannya. Jarak yang lebih dekat atau lebih jauh dari jarak optimal bagi seseorang akan mengakibatkan ketidakjelasan penglihatan bagi orang tersebut, dan pada saatnya akan mengakibatkan kerusakan pada mata.
- ❖ Apakah dapat dimanfaatkan peralatan khusus untuk inspeksi yang dapat membantu atau menggantikan fungsi bagian tubuh (tangan, mata, dan lain-lain ?) Adanya lensa pembesar, peralatan elektronik ataupun mekanik untuk pemeriksaan, dan lain-lain akan bisa diaplikasikan guna melakukan pemeriksaan secara lebih mudah dan teliti.

Merakit (*Assemble*)

Perakitan adalah gerakan untuk menggabungkan satu obyek dengan obyek yang lain sehingga menjadi satu kesatuan. Gerakan ini biasanya didahului oleh salah satu *therblig* membawa atau mengarahkan dan dilanjutkan oleh *therblig* melepas. Pekerjaan perakitan dimulai bila obyek sudah siap dipasang dan berakhir bila obyek tersebut sudah tergabung secara sempurna.



Gambar 4.13 Merakit

Mengurai Rakit (*Diassembly*)

Elemen gerak ini merupakan kebalikan dari elemen *therblig* merakit (*assemble*). Di sini dilakukan gerakan memisahkan atau menguraikan dua obyek yang tergabung satu menjadi obyek-obyek terpisah. Gerakan mengurai rakit biasanya diawali oleh elemen memegang (*grasp*) dan dilanjutkan dengan membawa (*move*) atau melepas (*release*). Gerakan ini dimulai pada saat pemegangan atas obyek telah selesai yang dilanjutkan dengan usaha memisahkan dan berakhir di saat obyek telah terurai sempurna (biasanya terus diikuti dengan gerakan *Therblig* lainnya yaitu membawa atau melepas).



Gambar 4.14 Melepas Rakit

Memakai (Use)

Memakai adalah elemen gerakan therblig dimana salah satu atau kedua tangan digunakan untuk memakai/mengontrol suatu alat/obyek untuk tujuan-tujuan tertentu selama kerja berlangsung. Lama waktu yang dipergunakan untuk gerakan ini tergantung pada jenis pekerjaan atau kecakapan operator untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

Merakit, mengurai rakit dan memakai dapat diperbaiki dengan mempertanyakan hal-hal berikut ini:

- ✚ Dapatkah dipakai perkakas bantu (Jig & Fixture)? Pemakaian alat-alat ini akan meringankan dan memudahkan kerja tangan. Dengan demikian diharapkan produktivitas kerja akan meningkat.

- ✚ Dapatkah aktivitas pekerjaan dilakukan oleh peralatan secara otomatis?
- ✚ Dapatkah melakukan perakitan dengan beberapa unit sekaligus? Bila keadaan ini memungkinkan, maka akan mempersingkat waktu kerja.
- ✚ Apakah mesin atau peralatan kerja telah dijalankan secara efisien sesuai dengan kapasitas dan spesifikasi yang dimiliki?. Untuk mencapai tingkat efisiensi yang tinggi, maka pekerjaan harus dilakukan dalam kondisi yang optimal. Mesin perkakas misalnya harus dijalankan pada pemilihan kecepatan potong (*cutting speed*), pemakanan (*feed*) dan kondisi-kondisi pemotongan lainnya yang seoptimal mungkin.

Kelambatan Yang Tak Terhindarkan (*Unavoidable Delay*)

Kelambatan yang dimaksudkan disini adalah kelambatan yang diakibatkan oleh hal-hal yang terjadi diluar kemampuan pengendalian pekerja. Hal ini timbul karena ketentuan cara kerja yang mengakibatkan satu tangan menganggur sedangkan tangan yang lainnya bekerja.

Misalnya operator mesin drill, menurut ketentuan cara kerja yang ditetapkan, sebagai akibat dari sifat pekerjaannya hanya memungkinkan satu tangan bekerja. Gangguan-gangguan yang terjadi seperti padamnya listrik, rusaknya alat dan lain-lain menyebabkan kelambatan juga. Kelambatan ini dapat dikurangi dengan mengadakan perubahan atau perbaikan pada proses operasi.

Kelambatan Yang Dapat Dihindarkan (*Avoidable Delay*)

Setiap waktu menganggur (*idle time*) yang terjadi pada siklus kerja yang berlangsung merupakan tanggung jawab operator baik secara sengaja maupun tidak sengaja akan diklasifikasikan sebagai kelambatan yang bisa dihindarkan. Kegiatan ini menunjukkan situasi yang tidak produktif yang dilakukan oleh operator (merokok, mengobrol, mondar-mandir tanpa tujuan jelas, dan lain-lain) sehingga perbaikan/penanggulangan yang perlu dilakukan lebih ditujukan kepada operatornya sendiri tanpa harus mengubah proses operasi kerjanya.

Merencanakan (*Plan*)

Merencana merupakan proses mental, dimana operator berpikir untuk menentukan tindakan yang akan diambil selanjutnya. Waktu untuk *therblig* ini lebih sering terjadi pada seorang pekerja baru. Cara untuk memperbaiki adalah dengan jalan melatih atau training terhadap karyawan baru.

Istirahat Untuk Menghilangkan Lelah (*Rest To Overcome Fatigue*)

Elemen ini tidak terjadi pada setiap siklus kerja akan tetapi berlangsung secara periodik. Waktu untuk memulihkan kondisi badan dan kelelahan fisik akibat kerja berbeda-beda, tidak saja tergantung pada karakteristik pekerjaan yang ada tetapi juga tergantung individu pekerjanya. Untuk memperbaiki elemen-elemen *therblig* yang diklasifikasikan sebagai nilai bisa dilaksanakan dengan memperhatikan faktor-faktor ergonomi yang secara signifikan berpengaruh besar terhadap performans kerja manusia.

4.5 Perbaikan Dengan Ekonomi Gerakan

Melakukan pekerjaan dengan gerakan gerakan yang lebih efisien adalah merupakan dasar utama perbaikan yang harus dipraktekkan dalam melakukan pekerjaan sehari-hari. Untuk memperdalam pengertian dan mempermudah penerapannya, maka berikut ini akan dijelaskan secara sederhana disertai contoh-contoh berdasarkan prinsip-prinsip ekonomi gerakan.





4.5.1 Mengurangi Jumlah Gerakan

Aktivitas yang bisa dikerjakan dalam perbaikan ekonomi gerakan yang berkaitan dengan mengurangi jumlah gerakan adalah:

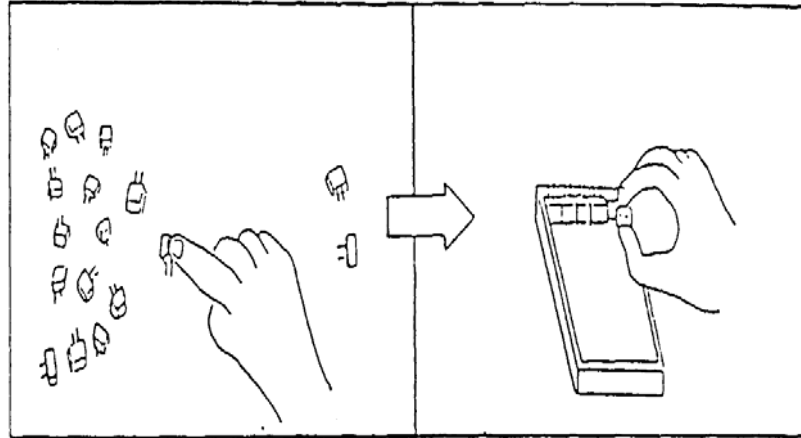
A. Mengenai Cara Gerakan

Menghapus Gerakan yang Tidak Perlu

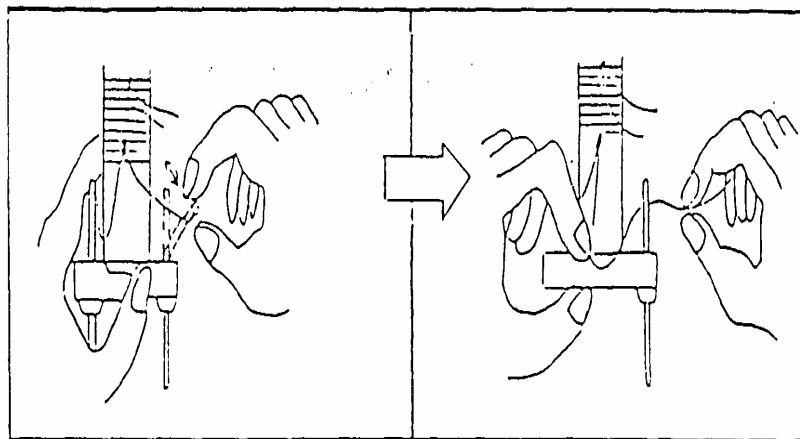
Tabel 4.3 Penilaian Gerakan

| Macam Gerakan | Penilaian Gerakan |
|---|---|
| Gerakan yang diperlukan dalam pekerjaan: Angkut, Tangan kosong, Pegang, Pakai, Gabungkan, Uraikan, Letakkan, Lepas |  Memang diperlukan, tapi terus dipikirkan, bisakah dihilangkan dengan cara proses tertentu, urutan atau penggabungan gerakan.  Terus dipikirkan, bisakah dilakukan lebih mudah dan cepat |
| Gerakan bantu yang cenderung memperlambat kerja: Cari, Temukan, Siapkan, Pilih, Pikir, Periksa |  Merupakan kerja psikologis. Jadi perlu dipikirkan, agar tata letak, pemakaian jig atau mesin sedemikian rupa, sehingga pekerja tidak perlu mempertimbangkan perlunya melakukan gerakan-gerakan tersebut |
| Gerakan tidak perlu atau tidak kerja |  Merupakan gerakan yang hanya memperlambat. Segera pikirkan perubahan cara kerja, pemakaian jig dan sebagainya. |

- ❖ Satukan perhitungan dengan menggunakan kotak penghitung



- ❖ Menghilangkan pelengkungan terminal dengan menggunakan tangan kiri

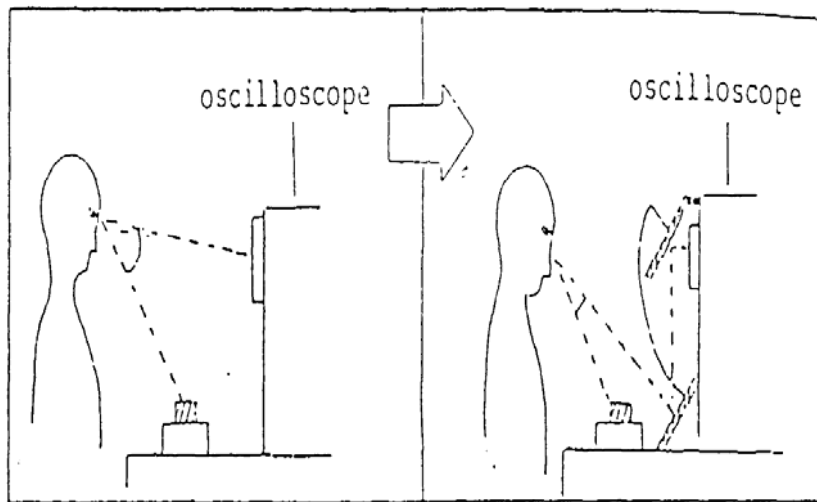


Mengurangi / Memperkecil Gerakan Mata

Mata berfungsi untuk memastikan benda-benda yang memberikan reaksi terhadap tubuh kita, ia bergerak melalui gerakan tangan atau kaki. Jadi jika wilayah gerakan mata terlalu besar

akibatnya akan memperlambat gerakan yang lain. Gerakan mata terbagi dua; "pandangan langsung "memastikan benda tanpa mengatur fokus pandang" dan "pandangan tidak langsung" memastikan "benda tanpa mengatur fokus pandang". Jika banyak gerakan pandang langsung akan menimbulkan keterlambatan gerakan. Maka posisi benda perlu diatur dalam wilayah dimana benda bisa dilihat dengan pandangan tak langsung. Jika benda-benda bisa dilihat dengan pandangan tak langsung, maka kepala, tubuh dan lain-lainnya akan bergerak mengikuti, akibatnya waktu bekerja menjadi lebih cepat.

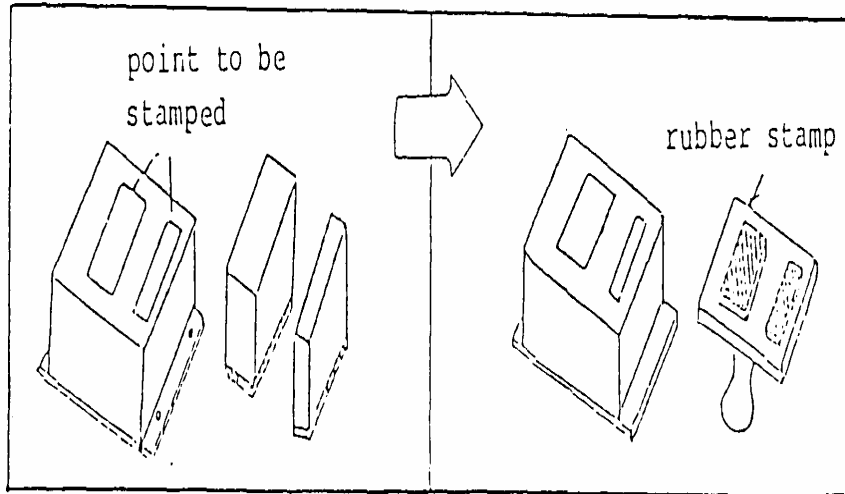
- ❖ Kurangi wilayah penglihatan dengan penggunaan cermin



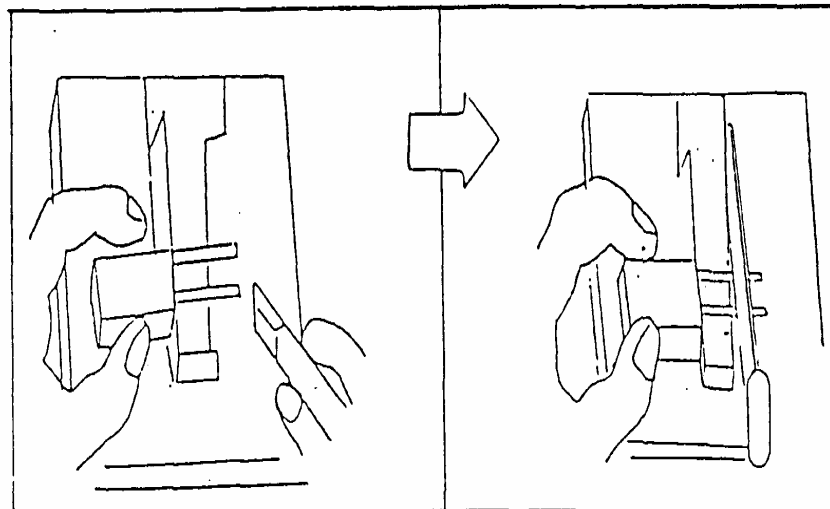
Menggabungkan Dua atau Lebih Gerakan Menjadi Satu Gerakan

Suatu gerakan yang memiliki lebih dari satu tujuan secara bersamaan merupakan gerakan rasional dan memperpendek waktu kerja. Berikut ini aktivitas untuk penggabungan gerakan:

- ❖ Kurangi pengecapan dengan menggabungkan dua stempel



- ❖ Sinkronkan pemotongan dua kawat timah dengan memakai mata pisau yang lebih panjang.



B. Mengenai Tempat Kerja

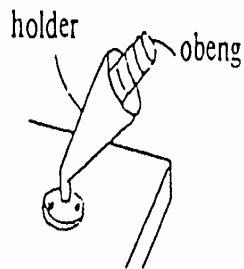
Beberapa perbaikan yang bisa dilakukan berkaitan dengan tempat kerja adalah sebagai berikut:

Meletakkan Material atau Peralatan di Tempat Tertentu di Depan Pekerja

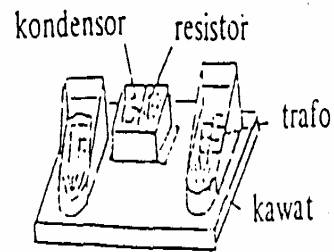
Jika benda yang diperlukan ada di depan pekerja, di tempat yang sudah ditentukan, dan dalam wilayah jangkauan tangannya, maka pekerja tidak perlu mencari-cari lagi.

Contoh:

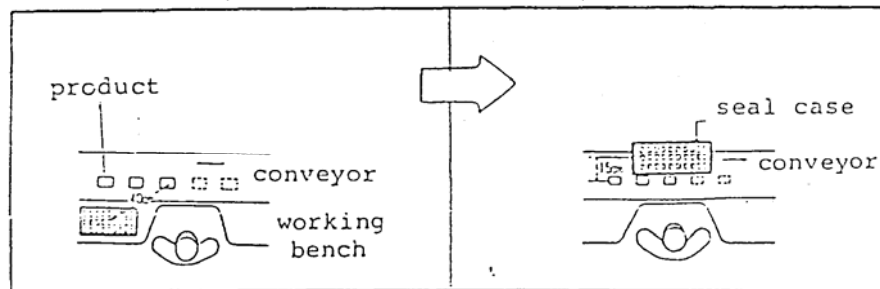
° Penetapan Wadah Penyimpanan.



° Penetapan Penyimpanan Bahan.



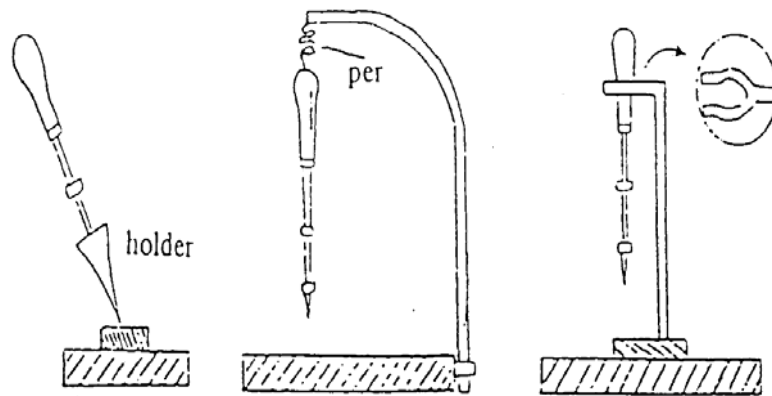
❖ Lokalisir kembali seal stock untuk mengurangi gerakan tubuh



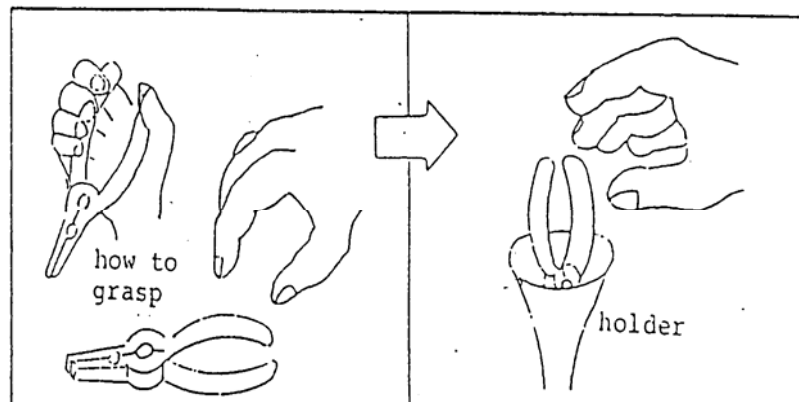
Meletakkan Material dan Peralatan pada Tempatnya

Material dan peralatan harus diusahakan untuk ditempatkan pada tempat yang mudah diambil, diarahkan dan mudah dibawa atau pada kepentingan yang mudah dijangkau.

Contoh:

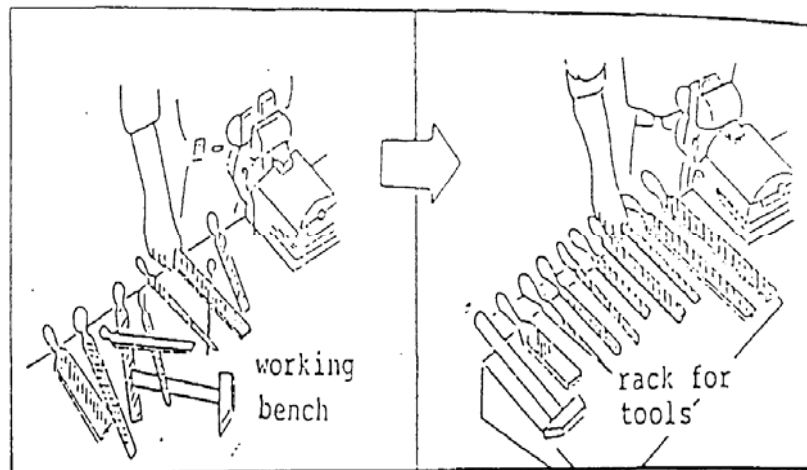


- ❖ Pemakaian holder akan mempermudah pemegangan tang/gunting



Peletakan Material atau Peralatan pada Tempat yang Urutannya Sama dengan Urutan Langkah Kerja

Gerakan mencari atau mengangkat bisa dieliminir apabila material dan peralatan telah ditempatkan menurut urutan cara kerja. Sehingga pekerja tidak kebingungan lagi dalam mencari material atau peralatan.

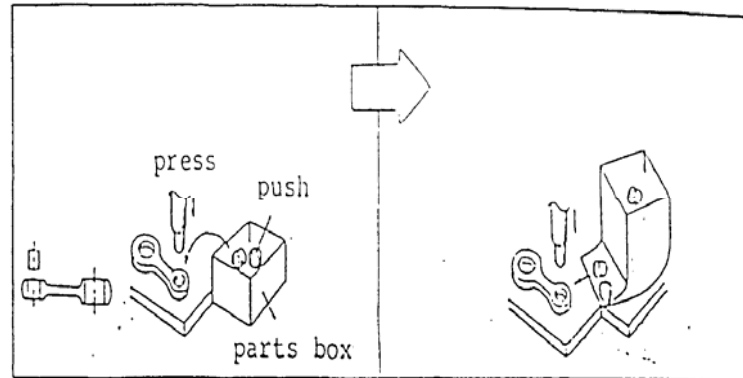


C. Jig dan Mesin

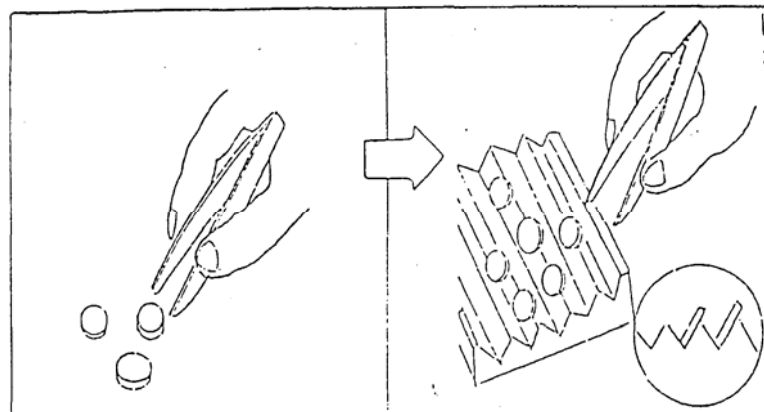
Menggunakan Tempat Material untuk Mempermudah Pengambilan Material

Tempat material akan berbeda tergantung kepada bentuk atau berat material. Gerakan "mengambil pada umumnya merupakan gerakan tambahan, jadi harus dipikirkan cara termudah untuk melakukannya. Untuk itu, waktu menjulurkan tangan atau renggenggam, hendaknya benda itu bisa terambil secara gampang tanpa memerlukan perhatian dan penyesuaian lagi, karena benda itu selalu berada didepan pekerja.

- ✚ Lebih mudah mengambil part yang keluar dari saluran



- ✚ Lebih mudah mengambil part tipis dengan papan bergelombang



Menggabungkan Dua atau Lebih Suatu Alat Menjadi Satu

Dengan menggabungkan alat-alat yang tingkat pemakaiannya tinggi dapat mengurangi frekuensi penanganan alat atau gerakan mencari alat tersebut.

Contoh:

- ✚ Gabungkan alat-alat yang sering dipakai; gunting kaleng dengan pembuka tutup botol
- ✚ Gabungkan alat berbentuk sama; bolpoint warna-warni
- ✚ Gabungkan alat yang diperlukan dalam kerja; pensil dengan penghapus, palu dengan pengungkit paku

Menggunakan Mekanisme yang Sedikit Gerakannya untuk Pemasangan pada Jig

Gerakan pemasangan pada jig merupakan gerakan ikutan. Karena itu hendaknya dipilih alat pemasangan yang sederhana pemakaiannya dan memuaskan hasilnya.

Contoh

Daftar perbandingan waktu (jig pada mesin).

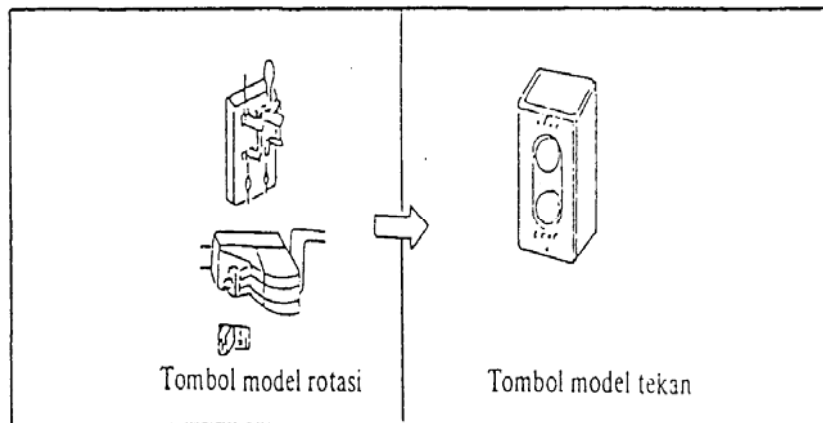
| Cara Pasang Jig | Waktu (1/10.000 menit) |
|--------------------------|--------------------------|
| Pasang dengan mur | 787 |
| Pasang dengan skrup kupu | 569 |
| Pasang dengan clamp | 191 |

- ✚ Sederhanakan pengencangan dengan mengubah sebuah skrup menjadi sebuah clamp

Buat Mekanisme Agar Menjalankan Mesin Dapat Dilakukan Dengan Satu Gerakan

Pengoperasian mesin biasa dilakukan memakai tombol atau tuas (level). Tapi ada yang memerlukan banyak gerakan ada juga yang sedikit saja tergantung dan mekanisme yang dipakai. Perlu dipikirkan mekanisme yang sederhana yang tidak banyak memerlukan waktu. Misalnya, jenis tombol model rotasi (tuas, lever) merupakan jenis yang bisa diubah jadi tombol model tekan.

Contoh jenis tombol



4.5.2 Lakukan Gerakan Bersamaan Waktunya

Sering terlihat salah satu tangan menggantikan alat pemegang yang sebenarnya sia-sia. Perlu dipikirkan perbaikan keadaan, tempat kerja dan jig agar kedua belah tangan bisa dipakai bersamaan waktunya. Begitu juga akan efektif bila ada alat yang dipergunakan dengan memakai kaki.

A. Mengenai Cara Gerakan

Kedua Tangan Mulai dan Berakhir Secara Bersamaan

Sebelah tangan yang menganggur bukan saja suatu kesediaan tetapi juga menyebabkan beban yang tak seimbang bagi sebelah tangan lainnya, ini penyebab ketidakseimbangan gerakan. Jadi sedapat mungkin usaha penggunaan kedua tangan bersamaan waktunya. Dilihat dan segi ekonomi gerakan, diluar waktu istirahat sebetulnya kedua belah tangan tidak dalam keadaan istirahat. Pada saat “diam” hendaknya dicari alasan nya yang tepat dan jelas, perbaiki sebab-sebab dan usahakan penyamaan waktu gerakan kedua belah tangan. Perlu diusahakan agar gerakan tangan tidak terganggu akibat tangan lain yang diam. Berikut ini diperlihatkan daftar kesukaran gerakan bersamaan kedua belah tangan. Kita perlu memikirkan cara termudah dengan melihat daftar ini.

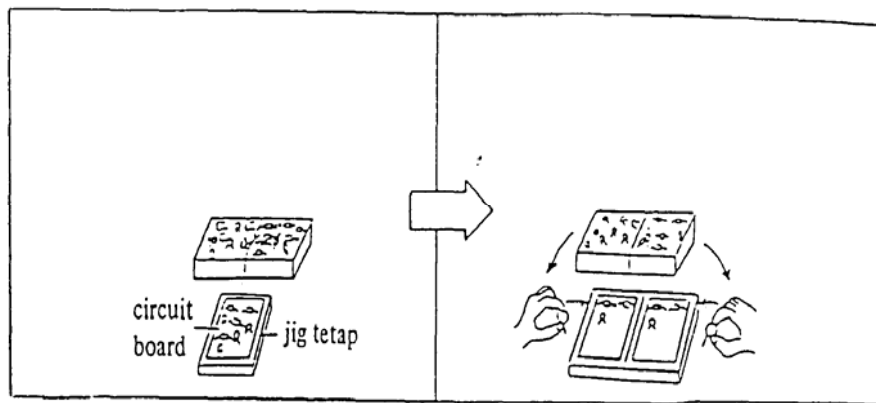
Tabel 4.4 Derajat Kesukaran Gerakan Dua Tangan Secara Bersamaan

| Kanan \ Kiri | Kosong | Angkut | Pegang | Siapkan | Gabung | Uraikan | Lepas |
|--------------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|-------|
| Kosong | Blue | Blue | Red | Red | Red | Red | Blue |
| Angkut | Blue | Blue | Red | Red | Red | Red | Blue |
| Pegang | Blue | Blue | Red | Blue | Red | Red | Blue |
| Siapkan | Blue | Blue | Red | Red | Blue | Red | Blue |
| Gabung | Blue | Blue | Red | Red | Red | Red | Blue |
| Uraikan | Blue | Blue | Red | Red | Red | Blue | Blue |
| Lepas | Blue | Blue | Blue | Blue | Blue | Blue | Blue |

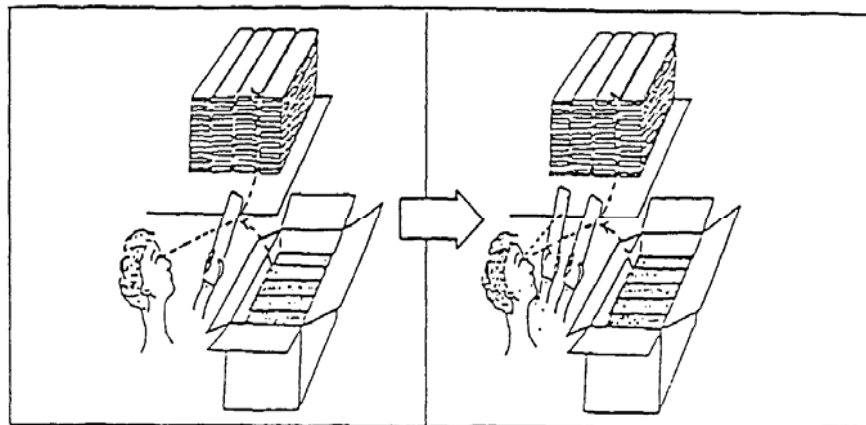
Keterangan warna:

| | | |
|-------|---------------|------------------------------|
| | | |
| Sukar | Perlu latihan | Kedua tangan mampu bersamaan |

❖ Sisipkan Parts Dengan Kedua Tangan



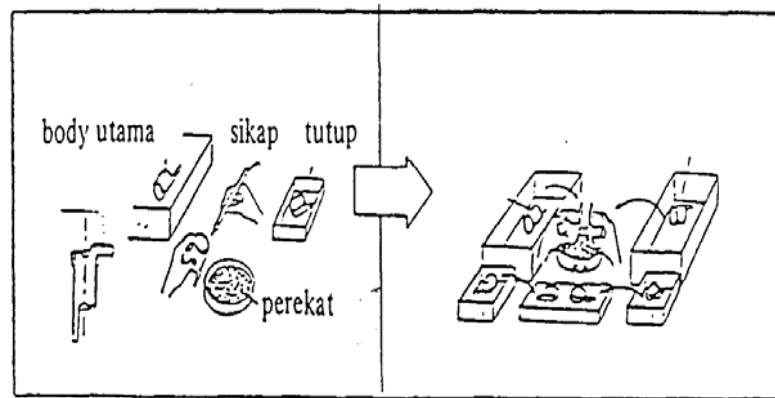
❖ Periksa Parts Dengan Kedua Tangan



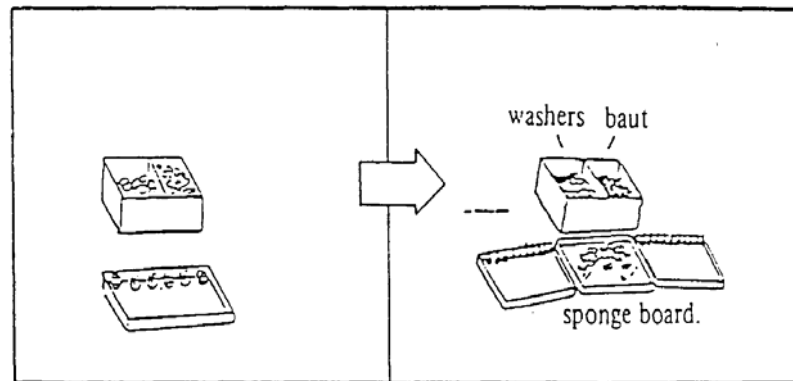
Gerakan Kedua Tangan Ke arah Berlawanan, Simetris

Dilihat dan kemudahannya, gerakan badan berulang mengikuti jejak gerakan yang sama adalah gerakan yang alamiah, jika arah gerakannya berlawanan atau simetris maka akan diperoleh keseimbangan dan timbul irama gerakan. Kemudian, akan hilang selisih waktu gerakan dan bisa dicegah timbulnya kekeliruan kerja.

- ❖ Rekatkan part dengan kedua tangan.



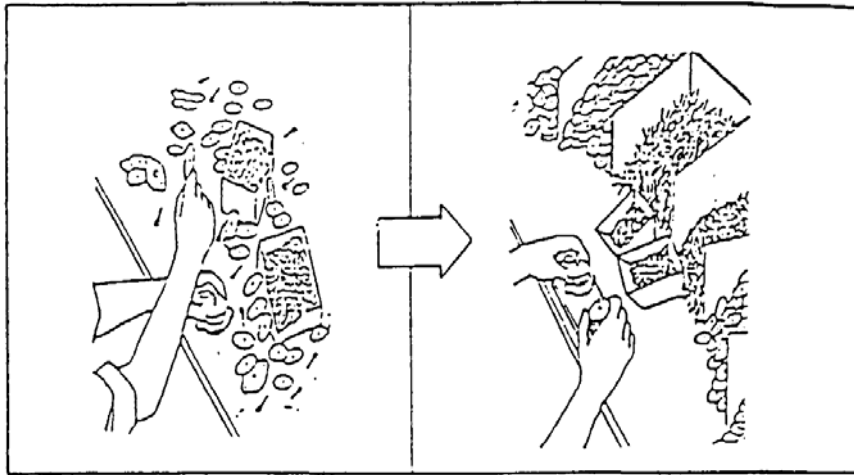
- ❖ Gabungkan baut dan washer dengan kedua tangan dengan memakai sponge board



B. Mengenai Tempat Kerja

Letakkan Tempat Part Sedemikian, Agar Dua Tangan Bisa Bergerak Bersamaan.

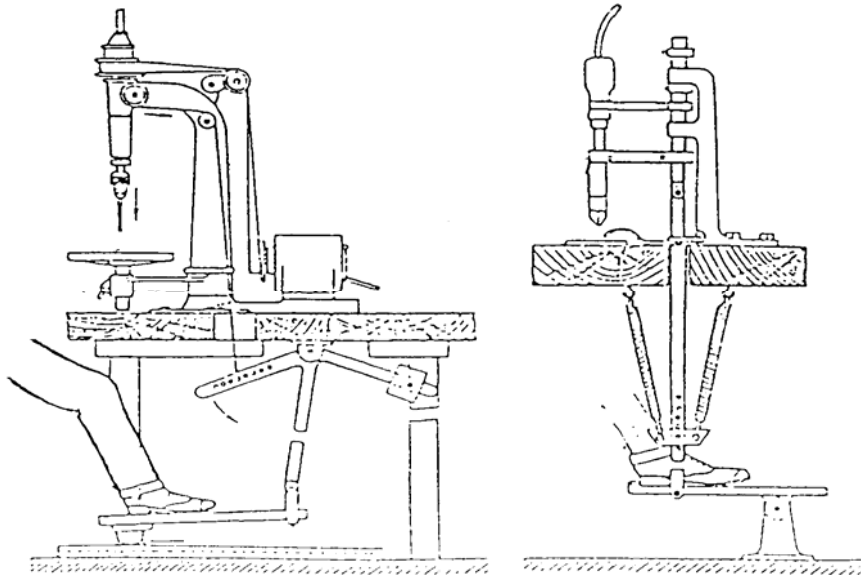
Penempatan parts secara simetris memungkinkan kedua tangan bekerja



C. Mengenai Jig dan Mesin

Menggunakan Alat Pemegang Benda, bila ada Gerakan Memegang Benda untuk Waktu yang Lama

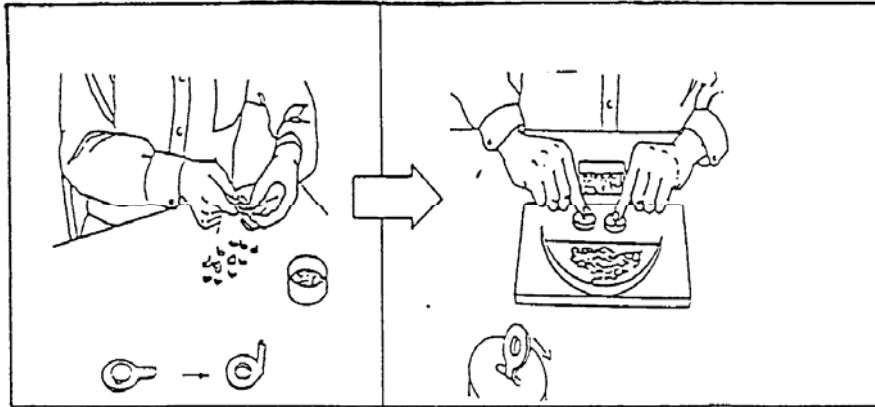
- ❖ Gunakan kaki untuk pekerjaan sederhana atau pekerjaan yang memerlukan tenaga



Memikirkan Jig yang Memungkinkan Penggunaan Kedua Tangan Bersamaan

Perlu ada pengaturan letak di wilayah kerja, agar kedua tangan dapat bergerak bersamaan, dan jig yang tidak menimbulkan adanya tangan yang menganggur. Bersamaan dengan itu perlu dipikirkan jig yang pemasukan materialnya mudah serta kedudukan jig yang sesuai dengan keadaan fisik pekerja.

- ❖ Lengkungkan terminal washer dengan kedua tangan dan memakai jig khusus

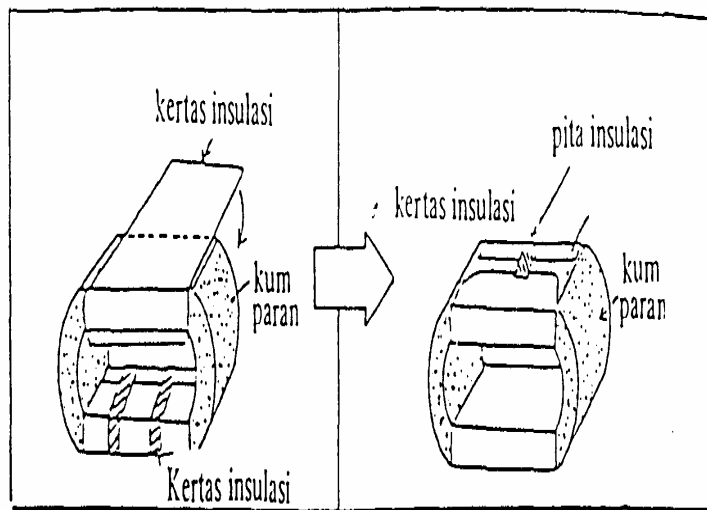


4.5.3 Mempermudah Gerakan

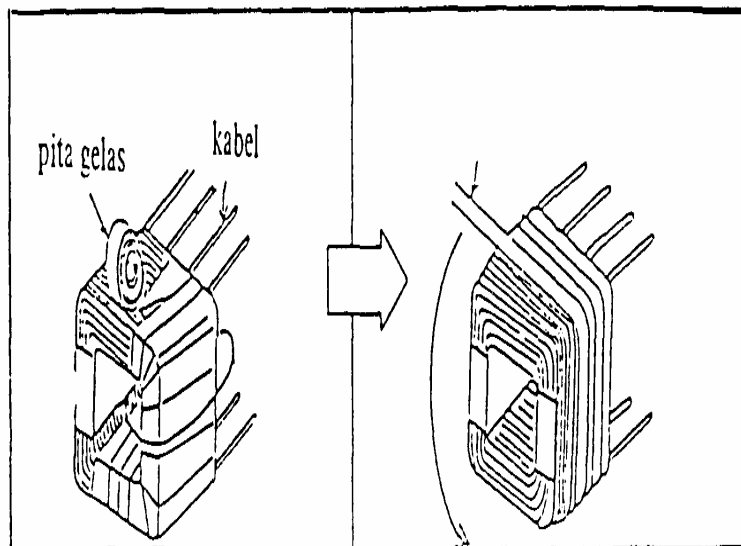
Mempermudah gerakan adalah mengusahakan agar dalam gerakan itu sedapat mungkin dihilangkan gerakan 'mengontrol', berhati-hati atau 'menghentikan gerakan' atau juga 'menyesuaikan posisi' dan sebagainya. Paling umum adalah mengusahakan agar tidak perlu memegang benda-benda berat. Kita perlu secara aktif menggunakan perlengkapan pemegang alat atau pemegang parts, atau menggunakan stopper serta memanfaatkan gaya berat, spring dan juga tekanan udara.

A. Mengenai Cara Gerakan

- ❖ Perbaiki aturan prosedur kerja menjadikannya lebih mudah untuk menggulung pita gelas.



- ❖ Perbaiki prosedur kerja menjadikannya lebih mudah untuk mencantumkan pita insulasi.



Menggunakan Gaya Berat Atau Tenaga/Gaya Lain.

Membuat ujung palu memiliki sifat magnetis dapat menghilangkan gerakan 'memegang paku' oleh tangan, adalah merupakan contoh pemanfaatan gaya/tenaga lain yang sering digunakan. Contoh yang lainnya : pemanfaatan spring (pegas), tekanan hidrolik, tekanan udara (atmosfir).

Contoh penggunaan gaya magnet

Memegang, menggantung, mengangkat benda-benda logam besi dengan magnet.

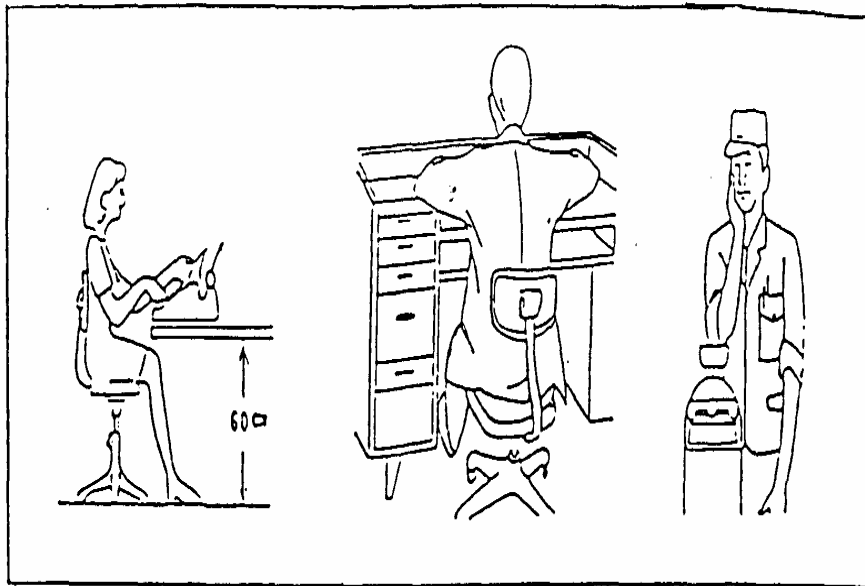
Contoh pemakaian tekanan udara dan hidrolik

Menghimpit, mengangkat benda, menggerakkan mesin. Atau juga menghembus sampah dengan tekanan udara atau menghisapnya dengan tabung vakum.

B. Mengenai Tempat Kerja

Membuat Ketinggian Tempat Kerja yang Tepat

Tinggi meja kerja berbeda-beda tergantung dari jenis pekerjaan yang dilakukan. Artinya, penting kita mempertimbangkan jenis pekerjaan yang memerlukan tenaga besar, pekerjaan yang memerlukan lengan atau jari dan sebagainya. Berdasarkan jenis pekerjaan itulah kita menentukan tinggi meja kerja. Jika melakukan kerja sambil duduk, perlu kita perlukan sandaran dan tempat menaruh kaki.

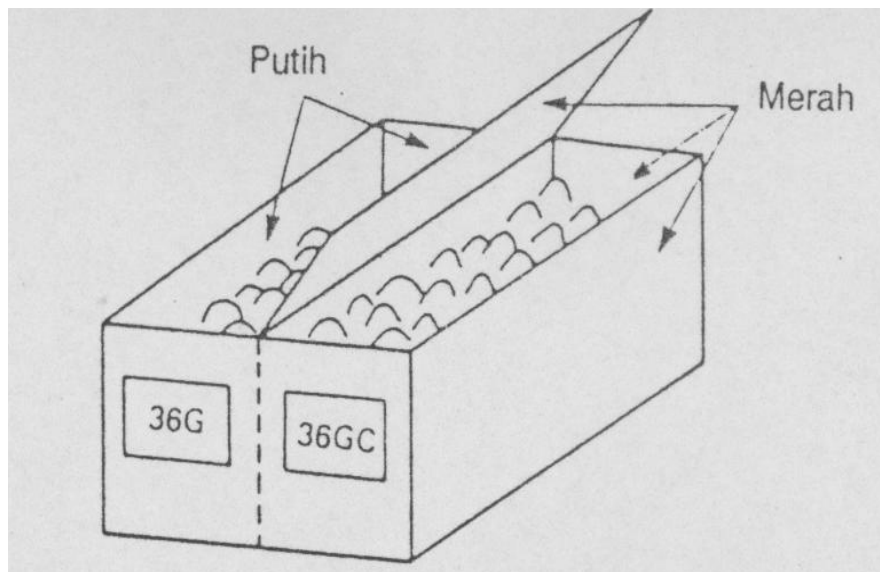


4.6 Contoh Aplikasi Perbaikan Kerja

Berikut ini beberapa cara yang bisa dilakukan untuk perbaikan kerja. Cara yang dipakai antara lain: penyederhanaan, penggabungan, penghapusan, penataan tempat kerja, metode penyimpanan, kontrol visual. Penjelasan masing-masing metode ada di bawah ini.

4.6.1 Penyederhanaan

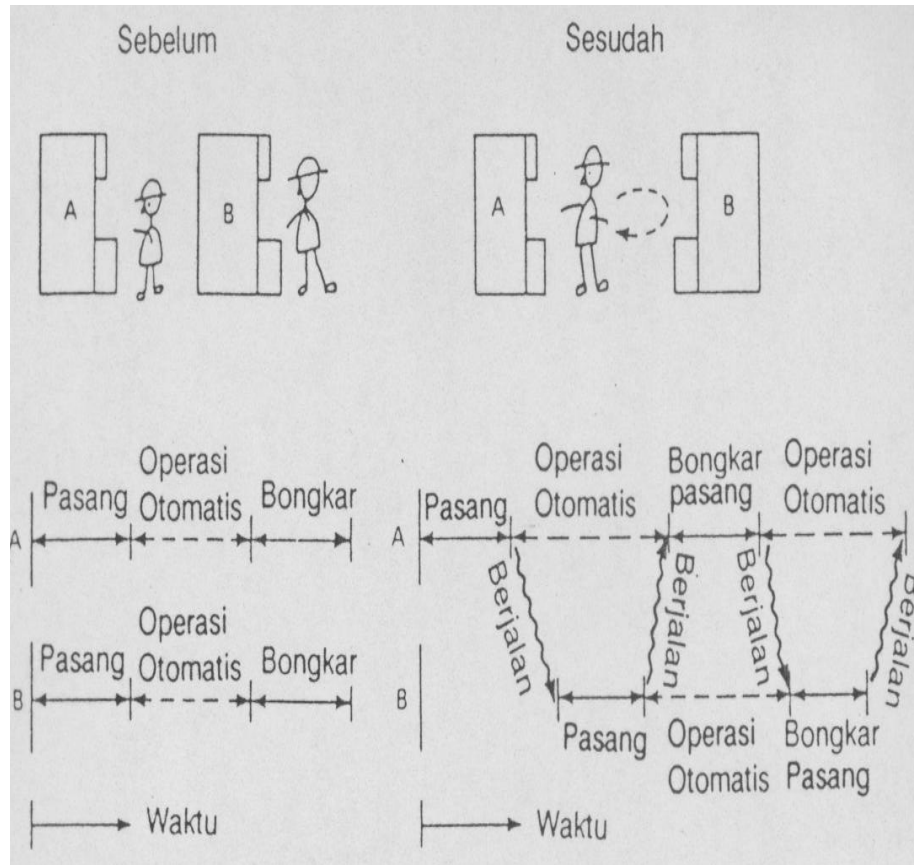
Kasus: di sebuah operasi pemasangan, seorang operator memasang dua komponen yang berbeda. Karena komponen itu mirip satu sama lain, seringkali terjadi kekeliruan pemasangan. Pemecahan sederhana dapat dikembangkan untuk mengurangi kerancuan pemasangan komponen itu. Setiap kotak tempat komponen dicat dengan warna yang berbeda. Warna yang dipakai pada wadah komponen sesuai dengan warna yang tertera di lembar perintah kerja.



Gambar 4.15 Kode Warna Menghindari Kesalahan

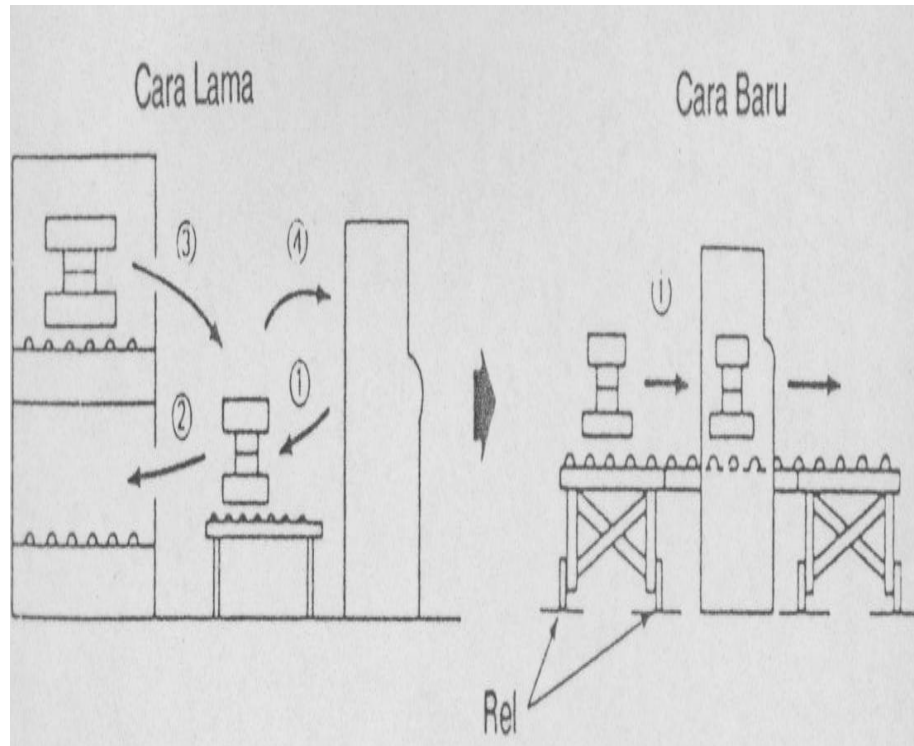
4.6.2 Penggabungan

Kasus: suatu proses pengolahan logam dijalankan dengan menggunakan dua mesin, masing-masing dilayani oleh seorang operator. Tugas operator hanyalah memasang dan mengambil benda kerja ke/dari mesin, tugas mengerjakan produk pada dasarnya dilakukan oleh mesin otomatis ini. Karena satu mesin dilayani oleh satu operator, maka pemanfaatan waktu operator menjadi kurang efektif. Mereka menghabiskan banyak waktu hanya untuk mengawasi bagaimana mesin itu bekerja mengolah benda kerja tanpa memberi nilai tambah apapun. Supaya kondisi ini menjadi lebih baik, maka mesin perlu ditata ulang. Letak kedua mesin didekatkan, sehingga operator dapat melayani kedua mesin sekaligus dan tetap menghasilkan volume kerja yang sama pada saat dilayani dua operator.



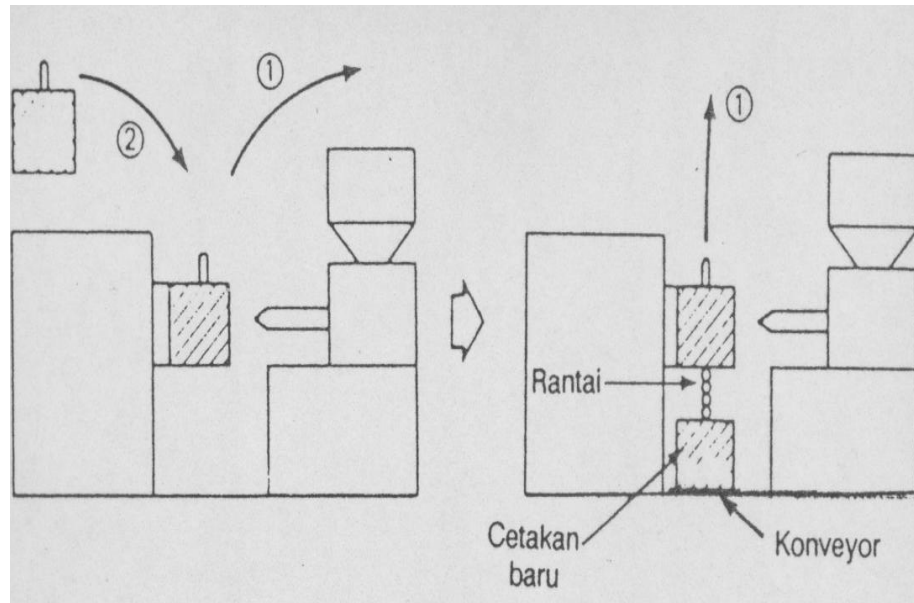
Gambar 4.16 Menangani Beberapa Mesin Sekaligus

Kasus: pada suatu kegiatan penyetelan mesin karena pergantian produksi (set up); cetakan (die) yang lama harus dipindahkan sebelum cetakan baru digunakan. Pelaksanaannya memerlukan 4 langkah untuk pemasangan yang sempurna. Sebuah rencana baru disusun, yaitu dengan menggabungkan kegiatan pemindahan cetakan lama dan kegiatan pemasangan cetakan baru dengan menggunakan kereta rel yang dirancang khusus. Metode baru ini menghapuskan 3 langkah operasi dan mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk set up secara drastis.



Gambar 4.17 Pergantian Cetakan dengan Cepat

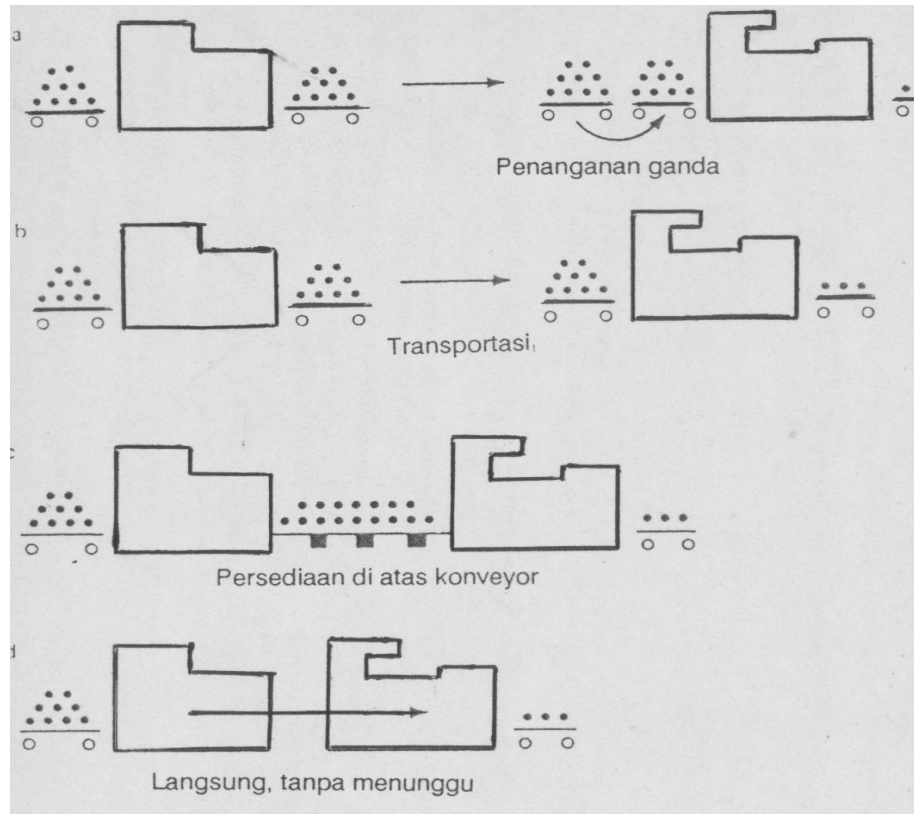
Kasus: gagasan yang dikembangkan untuk set up operasi mesin cetakan injeksi plastik. Cetakan yang akan menggantikan cetakan terpasang dipanaskan lebih dulu dengan panas yang berasal dari mesin. Metode ini menghemat waktu karena dengan pemanasan awal tidak diperlukan lagi proses penyesuaian panas cetakan baru. Namun untuk itu perlu dicari teknik yang memadai agar penanganan mudah. Salah satu pemecahan adalah dengan menempatkan cetakan pengganti persis di bawah cetakan terpasang menggunakan ikatan rantai. Selanjutnya, pada saat penggantian dilakukan, satu gerakan ke atas mesin derek cukup untuk menarik dan melepas cetakan terpasang sekaligus menempatkan cetakan pengganti pada posisi yang tepat.



Gambar 4.18 Set-up Cepat pada Mesin Injeksi Plastik

4.6.3 Penghapusan

Kasus: pada aktivitas pemindahan barang antar proses yang berurutan, usaha yang tidak perlu sering terbuang percuma, seperti untuk penanganan barang, mengambil, mengangkat, dan meletakkan pada kereta dorong. Pemborosan ini dapat dihilangkan dengan merangkai proses yang berurutan agar terjadi aliran produksi satu demi satu, melewati satu pos kerja ke pos kerja berikutnya. Gambar di bawah ini memperlihatkan penghapusan kegiatan penanganan barang dan transportasi yang tidak perlu. Penghapusan ini bukan hanya sekedar menghemat waktu produksi tetapi juga mengurangi persediaan antar proses, mengurangi kebutuhan tempat persediaan maupun waktu anjang-angang produksi secara drastis.



Gambar 4.19 Menghapuskan Transportasi yang Tidak Perlu

4.6.4 Penataan Tempat Kerja

Pemeliharaan tempat kerja erat kaitannya dengan penataan tempat kerja yang lebih baik. Apa yang kita ingin capai bukan hanya lantai yang bersih dan rak-rak yang rapi. Sasaran utama kegiatan ini justru untuk mengurangi biaya produksi. Sebagai contoh, dalam mengatur cetakan, menumpuk begitu saja cetakan yang ada, adalah tidak masuk akal. Lebih baik jika cetakan yang paling sering dipakai disimpan dekat mesin untuk memudahkan pengambilannya. Penataan tempat kerja ternyata mempunyai basis ekonomi.

Lantai, peralatan dan mesin dibersihkan bukan sekedar untuk memperbaiki penampilan. Lebih dari itu, dengan permukaan yang bersih, masalah potensial seperti kebocoran oli atau keretakan mesin akan lebih mudah terlihat dan tindakan perbaikan dapat dilakukan sedini mungkin.

Lembar Periksa untuk Pemeliharaan dan Penataan Tempat Kerja

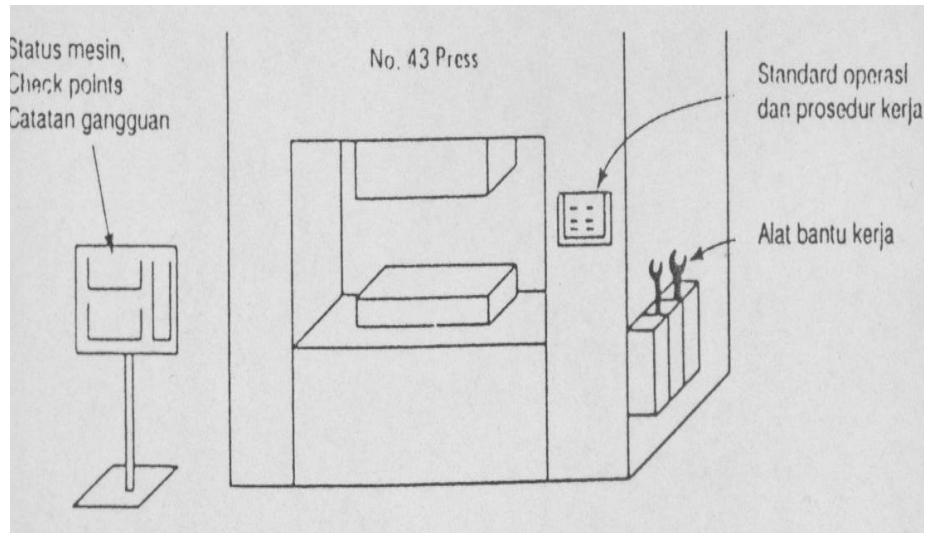
Untuk lantai, mesin, alat bantu kerja, instrumen, cetakan, komponen dan dokumen, daftar periksa ini dapat digunakan.

- ✚ Penataan: Menata barang-barang pada tempat yang telah ditetapkan.
- ✚ Kerapihan: Menetapkan penempatan barang dengan sistem alamat menggunakan garis batas, kode warna dan sebagainya
- ✚ Kebersihan: Menyapu, mengepel dan memelihara pada kondisi yang terbaik
- ✚ Keselamatan Kerja: Perhatian terhadap keselamatan kerja dan kemudahan kerja terkait dengan pribadi pekerja.
- ✚ Disiplin: Usahakan agar tindak disiplin dapat teramati semua orang, sehingga kebiasaan baik dapat ditingkatkan.
- ✚ Penyederhanaan: Singkirkan barang yang tidak perlu sehingga terjadi penyederhanaan lingkungan kerja.

Gambar 4. 20 Lembar Periksa

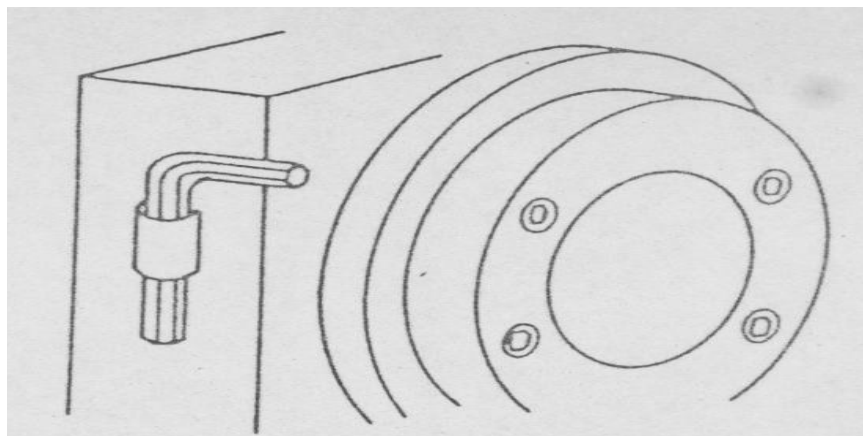
Metode Penyimpanan

- ✚ Gunakan rak atau wadah untuk menyimpan berbagai alat maupun lembar instruksi operator yang berkaitan pada mesin



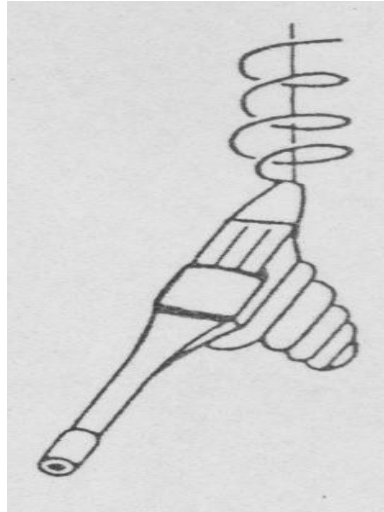
Gambar 4.21 Petunjuk Kerja maupun Alat Kerja Tersedia

- ✚ Simpan alat kerja dekat tempat penggunaan



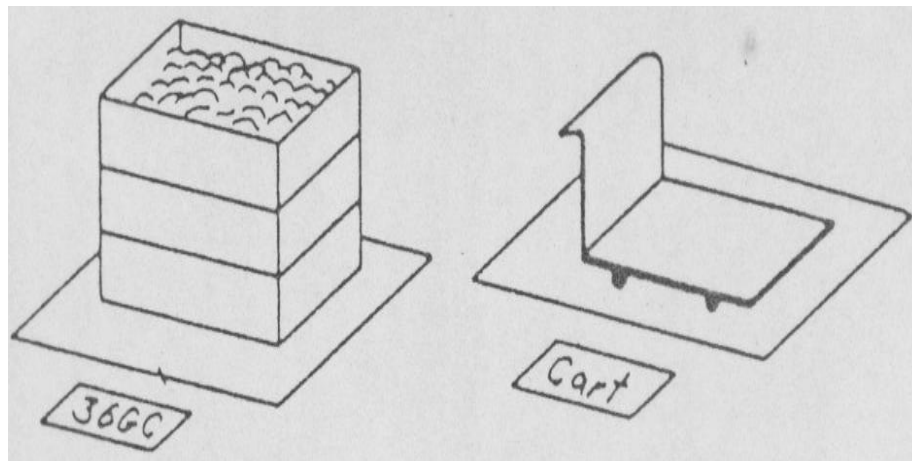
Gambar 4.22 Alat Bantu Kerja Berada di dekat Lokasi Kegiatan

- ✚ Gantungkan alat-alat yang sering digunakan di tempat yang mudah dijangkau agar tidak menghabiskan waktu untuk mengambil dan mengembalikan.



Gambar 4.23 Alat Kerja Digantung

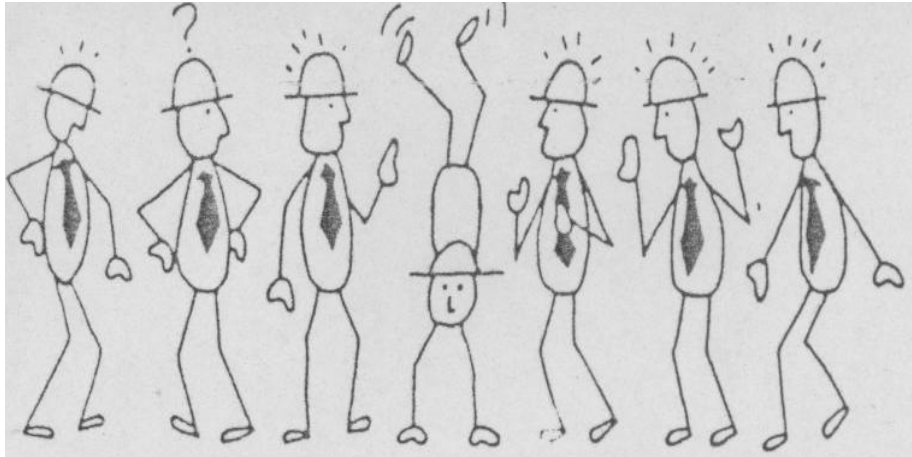
- ✚ Tentukan tempat untuk menyimpan barang persediaan, kereta dorong, dan lain-lain



Gambar 4.24 Tempat Khusus Untuk Setiap Benda

Kontrol Visual

Kontrol visual ini diperlukan untuk mengetahui kesalahan-kesalahan yang terjadi pada aktivitas proses produksi.

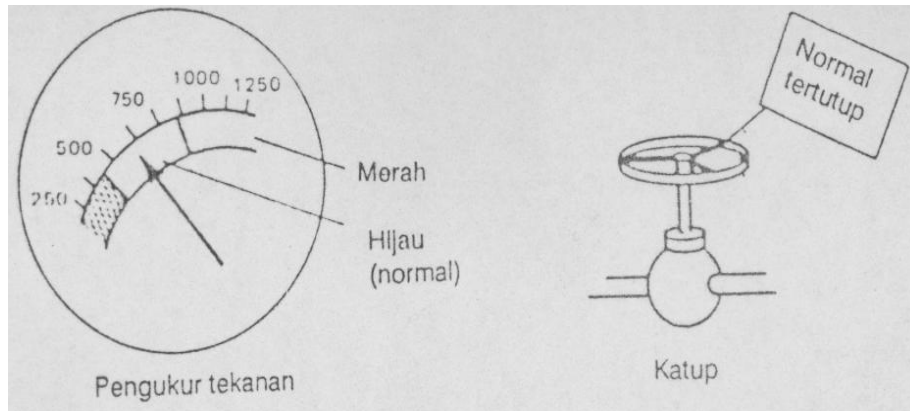


Bila ada penyimpangan terhadap standar, maka hal ini harus tampak bagi semua orang agar tindakan perbaikan dapat dilakukan.

Gambar 4.25 Kontrol Visual

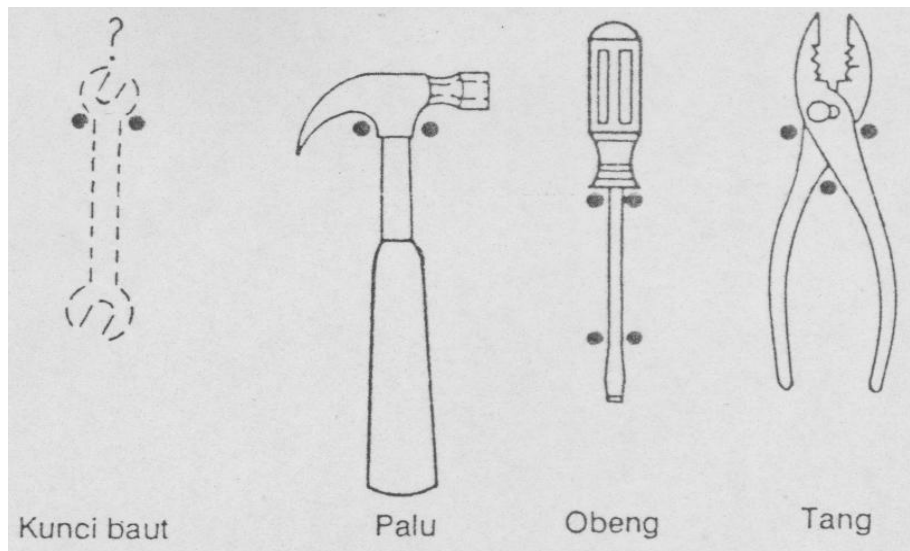
Contoh Penerapan

Identifikasi dari kondisi-kondisi operasi. Indikator jarum, meteran, alat ukur, katup pengontrol dan berbagai alat lain, diberi tanda tertentu untuk menunjukkan kondisi operasi yang normal sehingga setiap orang dapat memahaminya. Meteran dengan indikator jarum untuk mengukur tekanan diberi kode warna untuk menunjukkan mana daerah kondisi operasi normal. Katup pengontrol diberi label kartu untuk mengungkapkan bagaimana katup harus dipasang pada kondisi normal. Lebih jauh lagi, nama orang yang bertanggung jawab dan nomor telepon ditempel agar semua orang yang melihat timbulnya masalah dapat melapor secepatnya.

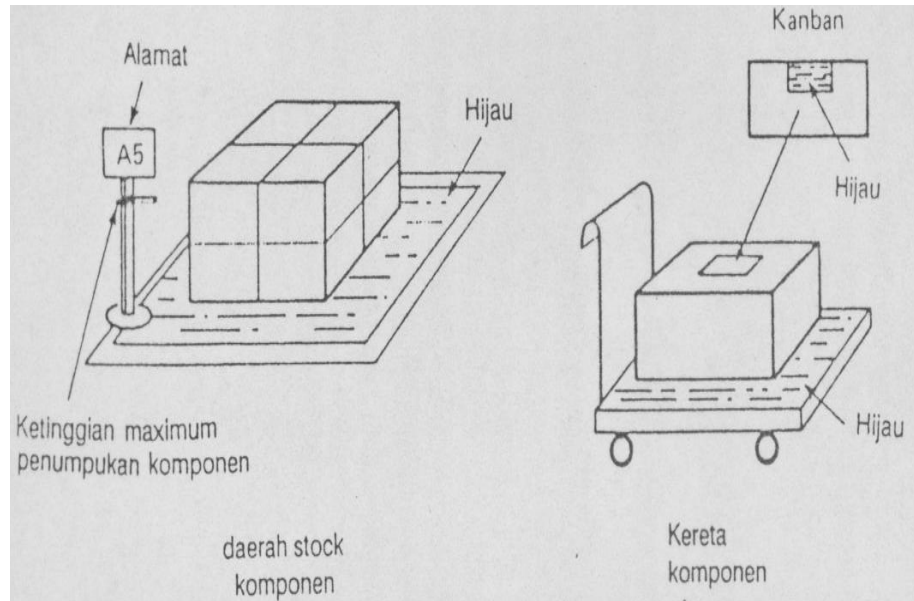


Gambar 4.26 Penerapan Kontrol Visual untuk Standard Produksi

Bila alat kerja disimpan pada lokasi menurut selera masing-masing operator, maka yang biasa terjadi adalah kebingungan dan hilangnya waktu bagi yang ingin menggunakannya, karena mereka harus mencarinya lebih dahulu.



Gambar 4.27 Penerapan Kontrol Visual pada Penataan Alat Kerja













Gambar 4.28 Kontrol Visual Untuk *Material Handling*

4.6.5 Pemborosan karena Proses



Metode pengolahan produksi dapat menjadi sumber dari pemborosan yang seharusnya tidak perlu ada. Sebagai contoh, pada suatu operasi pembuatan benda kerja dengan proses cetak tuang. Tenaga kerja tambahan mungkin dibutuhkan untuk mengikir dan menghaluskan permukaan hasil produksi. Pada dasarnya, tenaga tambahan untuk penyelesaian akhir ini dapat saja dihilangkan, yaitu bila fasilitas produksi berupa cetakan selalu terpelihara dengan baik, lagi pula kehalusan permukaan cetakan sudah dipertimbangkan pada saat merancang produk maupun prosesnya.

Suatu contoh dari perbaikan operasi pengeboran untuk menghilangkan pemborosan karena proses digambarkan pada peraga berikut.

Tabel 4. 5 Perbaikan Proses Pengeboran

| No | Waktu Operasi | Uraian |
|----|---|---|
| 1 |  | Bor tangan |
| 2 |  | Bor tangan dengan penjepit benda |
| 3 |  | Bor mesin stasioner dengan tuas |
| 4 |    | Penggunaan tangan hanya untuk memasang dan membongkar benda kerja |
| 5 |   | Penerapan perkakas pelempar benda (<i>ejection/unloading</i>) |
| 6 |  | Penerapan otomatisasi loading- <i>unloading</i> |
| 7 |  ? | Perubahan desain, misalnya tidak lagi diperlukan lubang |

Catatan

| | |
|---|----------------|
|  | Kerja operator |
|  | Kerja mesin |

4.7 Rangkuman

Telaah metode adalah kegiatan pencatatan secara sistematis dan pemeriksaan dengan seksama mengenai cara-cara yang berlaku atau diusulkan untuk melaksanakan kerja. Sasaran adalah mencari, mengembangkan dan menerapkan metode kerja yang lebih efektif dan efisien dengan tujuan untuk mencari waktu penyelesaian pekerjaan menjadi lebih cepat.

Salah satu metode adalah dengan menggunakan prinsip ekonomi gerakan. Prinsip ini dipakai untuk menganalisa gerakan-gerakan kerja setempat yang terjadi dalam sebuah stasiun kerja dan

bisa juga untuk kegiatan kerja yang berlangsung secara menyeluruh dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja yang lainnya. Prinsip ekonomi gerakan ini akan membahas: tubuh manusia dan gerakan-gerakannya, tata letak tempat kerja dan gerakan-gerakannya serta perancangan peralatan dan gerakan-gerakannya.

Penerapan ekonomi gerakan dalam suatu stasiun kerja atau aktivitas bisa dilakukan dengan beberapa cara, seperti: eliminasi kegiatan, kombinasi gerakan atau aktivitas kerja, dan penyederhanaan kegiatan. *Motion study* adalah suatu studi tentang gerakan-gerakan yang dilakukan pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya. Ada 17 elemen gerakan dasar yang disebut dengan therbligs. Perbaikan dengan ekonomi gerakan bisa dilakukan dengan berbagai cara, misalnya: mengurangi jumlah gerakan, lakukan gerakan bersamaan waktunya, mempermudah gerakan

4.8 Soal

- ❖ Apakah yang dimaksud dengan penyederhanaan kerja?
- ❖ Apakah yang dimaksud dengan elemen-elemen Therbligs itu?
- ❖ Uraikan elemen-elemen gerakan pada saat membuka mur pada baut?

BAB V

WAKTU SET-UP

5.1 Pendahuluan

Setiap perusahaan/industri dituntut untuk memberikan pelayanan yang sesuai dengan permintaan konsumen dengan tujuan untuk memenuhi kepuasan konsumen. Konsumen menghendaki waktu penyelesaian order yang cepat dan waktu pengiriman yang singkat. Untuk memenuhi hal tersebut, perusahaan harus meningkatkan kecepatan pelayanannya. Jika suatu perusahaan tidak meningkatkan kecepatan pelayanannya, maka perusahaan tersebut tidak dapat bersaing dengan perusahaan yang lain. Karena konsumen akan lebih memilih perusahaan yang memberikan pelayanan dengan cepat.

Untuk meningkatkan kecepatan pelayanan terhadap konsumen, perusahaan harus mengkaji beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas perusahaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain adalah waktu setup, waktu proses, kondisi mesin dan lain-lain. Waktu setup dan waktu proses sangat mempengaruhi waktu siklus pembuatan suatu produk. Untuk meningkatkan kecepatan pelayanan, perusahaan harus bisa meminimalisasi waktu *set-up* dan waktu proses, sehingga permintaan konsumen dapat terpenuhi dan kepuasan konsumen akan tercapai.

Bab ini akan membahas pengurangan waktu *set-up*, teknik kecepatan *set-up*. Setelah mempelajari bab ini para siswa diharapkan mampu untuk mempercepat waktu *set-up*.

5.2 Pengurangan Waktu Set-Up

Kebanyakan operator, spesialis *set-up*, dan supervisor, tidak menyukai kegiatan *set-up* yang biasanya dilakukan pada saat penggantian jenis produk atau produk *change over*. Perancang mesin, pembuat perkakas, perekayasa peralatan dan cetakan serta para insinyur rekayasa produk tidak banyak memberikan perhatian pada kegiatan *set-up* secara umum. Celaknya, hal ini berlangsung terus menerus walaupun variasi permintaan pasar telah menjadi semakin rumit.

Karena banyaknya variasi produk untuk memenuhi berbagai selera, industri seringkali bersaing dengan menawarkan pilihan produk yang cukup beragam. Walaupun jumlah variasi produk meningkat, total volume untuk satu jenis produksi tidak harus meningkat secara proporsional pula. Oleh karena itu jelas, ukuran lot produksi untuk setiap jenis produk sebaiknya dikurangi.

Di masa kompetisi seperti ini, mempercepat waktu *set-up* adalah suatu keharusan. Dengan mempersingkat waktu *set-up*, ada peluang untuk mengurangi ukuran lot dan tingkat persediaan, di samping juga mengurangi lead time produksi. Dampaknya, operasi pabrik menjadi fleksibel dan mampu menanggapi setiap perubahan pasar. Menurunkan ukuran lot juga akan memudahkan pengendalian prioritas kerja. Inilah alasan utama yang mendasari mengapa kita harus melakukan pengurangan waktu *set-up*. Peningkatan kapasitas bukanlah alasan utama untuk menurunkan waktu *set-up*. Tetapi justru pengaruhnya pada bisnis secara menyeluruh.

Tabel 5.1 Pemilahan Kegiatan *External* dan *Internal Set-Up*

| Kegiatan <i>External Set-Up</i> | Kegiatan <i>Internal Set-Up</i> |
|--|---|
| Persiapan cetakan, alat bantu dan sebagainya | Bongkar dan pasang pada mesin |
| Pemindahan cetakan | Penyetelan lokasi, ketinggian, tekanan dan sebagainya |

Bagaimana, kemudian kita dapat mengurangi waktu set-up?

- Langkah pertama, adalah memisahkan pekerjaan *set-up* yang harus diselesaikan selagi mesin berhenti (*internal set-up*) terhadap pekerjaan yang dapat dikerjakan selagi mesin beroperasi (*external set-up*).
- Langkah kedua, adalah mengurangi *internal set-up* dengan mengerjakan lebih banyak *external set-up* (contohnya persiapan cetakan, pemindahan cetakan, peralatan dll)
- Langkah ketiga, adalah mengurangi *internal set-up* dengan mengurangi kegiatan penyesuaian, menyederhanakan alat bantu dan kegiatan bongkar pasang, menambah personel pembantu, dan sebagainya.
- Langkah keempat, adalah mengurangi total waktu untuk seluruh pekerjaan *set-up*, baik *internal* maupun *eksternal*.

Proyek pengurangan waktu *set-up* yang baik dilaksanakan dengan melibatkan operator, teknisi, tim perawatan, dan petugas pengendalian kualitas akan meningkatkan semangat mereka. Waktu *set-up* kurang dari 10 menit, dalam banyak kasus biasanya dapat dicapai, bila secara serius diusahakan.

5.3 Teknik Kecepatan *Set-Up*

Ada beberapa cara yang bisa dilakukan untuk mengurangi waktu *set-up* ini. Cara-cara tersebut antara lain:

5.3.1 Pisahkan Kegiatan *Set-Up Eksternal* dan *Internal*

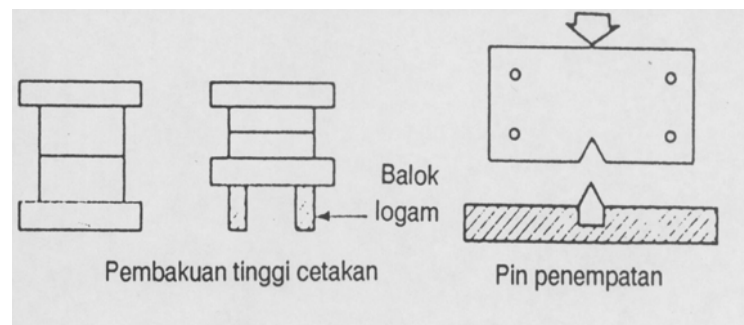
Dalam mengkaji kegiatan *set-up*, kita seringkali menemukan kesalahan umum yang biasa dilakukan orang, yaitu ketidak mampuan membedakan kegiatan *set-up internal* dan

eksternal. Dalam banyak hal, keduanya dicampur aduk dan diperlakukan sebagai kegiatan *set-up internal*. Oleh karenanya, langkah pertama yang penting adalah melihat kembali kegiatan *set-up* secara menyeluruh dan merinci setiap komponen kegiatannya sehingga kegiatan *set-up internal* maupun *eksternal* dapat dipisahkan.

5.3.2 Memperbaiki Kegiatan *Set-Up Internal*

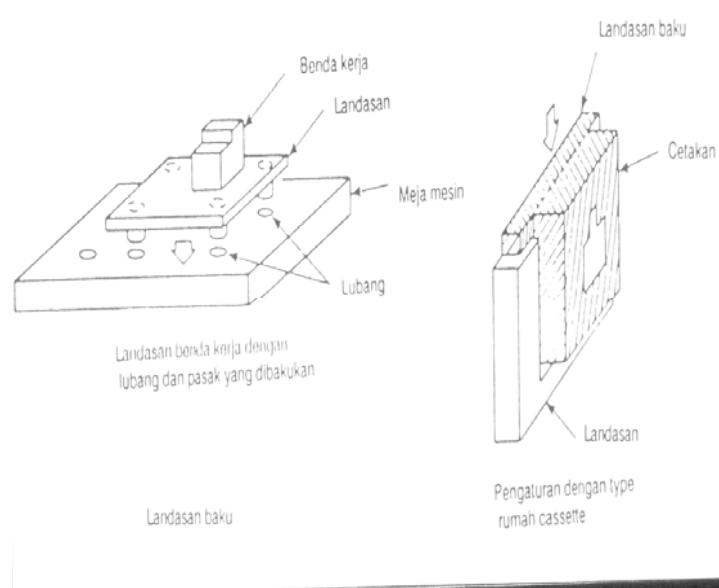
Walaupun kegiatan *set up eksternal* dan *internal* telah dipisahkan, masih ada saja beberapa kegiatan *set-up internal* yang ternyata terbukti dapat dikerjakan secara *eksternal*. Sebagai contoh, kegiatan pemanasan cetakan untuk mesin cetak tuang atau mesin injeksi plastik ternyata dapat dialihkan dari *set-up internal* menjadi *set-up eksternal* sehingga produksi menjadi makin efektif.

Mengurangi kegiatan penyesuaian atau penyetelan adalah cara lain untuk mengurangi kegiatan *internal set-up*. Dalam beberapa kasus kegiatan penyetelan dapat mencapai 40% sampai 50% dari waktu *set-up* secara menyeluruh. Kuncinya bukan sekedar mengurangi penyetelan tetapi bila mungkin justru melenyapkannya sama sekali, yaitu dengan menerapkan berbagai gagasan baru yang kreatif. Gambar berikut menunjukkan dua contoh.



Gambar 5.1 Pengurangan Kegiatan Penyetelan

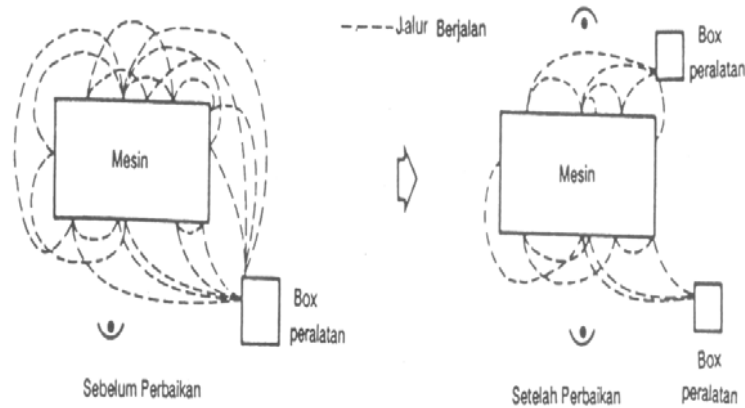
Gambar 5.2 menunjukkan dua contoh praktis, yaitu tentang cara menyempatkan kegiatan penyetelan yang dilakukan dengan membakukan (standarisasi) alat bantu. Contoh pertama, waktu *set-up* mesin *numerical control* (NC) dan mesin *computer numerical control* (CNC) telah dikurangi dari beberapa jam menjadi beberapa menit. Hal ini dicapai setelah dipersiapkan landasan benda kerja yang koordinat X-Y nya telah ditentukan. Pada contoh kedua, alat bantu mesin produksi injeksi plastik di salah satu pabrik menerapkan *cassete set-up*, yaitu dengan menyiapkan landasan cetakan yang berbentuk *cassete* yang praktis dan mudah dibongkar pasang.



Gambar 5.2 Penerapan Standarisasi Alat Bantu

Operasi paralel adalah cara lain untuk mengurangi *internal set-up*, seperti yang diperlihatkan dalam Gambar di bawah ini. Petugas *set-up* seringkali harus mondar-mandir selama kegiatan *set-up* untuk berbagai keperluan. Dengan tambahan petugas, khususnya selama periode *internal set-up*, waktu *set-up* dapat dikurangi. Di samping itu, operasi secara

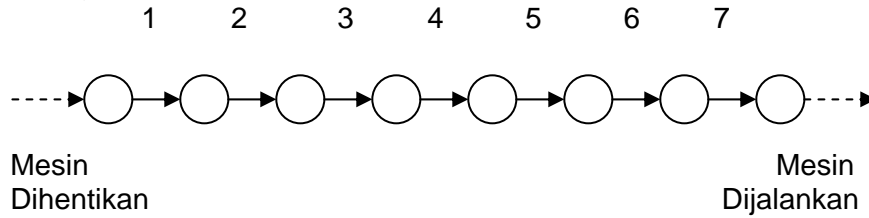
paralel juga meningkatkan semangat kerja kelompok dan kerja sama.



Gambar 5.3 Penerapan Operasi *Set-Up* Paralel di Tempat Kegiatan

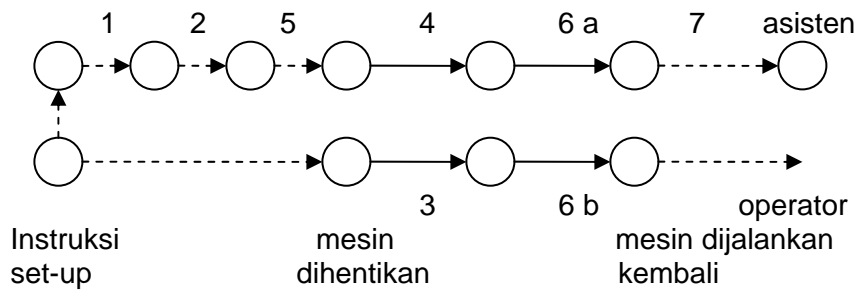
Jaringan kerja dapat membantu dalam mengembangkan kegiatan *set-up* paralel. Dengan jaringan kerja ini bisa diketahui urutan aktivitas sebuah kegiatan. Selain itu dengan jaringan kerja bisa diketahui waktu penyelesaian aktivitas atau kegiatan tersebut. Gambar berikut ini mengungkapkan bagaimana menerapkan teknik ini. Pada kasus ini, waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan *set-up internal* (waktu mesin tidak beroperasi) dikurangi dari 57 menit menjadi 10 menit, padahal jam orang yang digunakan tidak bertambah. Metode jaringan kerja juga membantu menemukan lintasan kritis selama kegiatan *set-up internal* sehingga membantu usaha analisis guna mengurangi waktu lintasan kritis.

Sebelum dilakukan perbaikan (Total waktu *internal set-up* 57 menit)



| Langkah Ke | Kegiatan Operasi | Internal/ External | Waktu (menit) | Pelaksana |
|------------|-----------------------------|--------------------|---------------|-----------|
| 1 | Mencari cetakan baru | I | 3 | Operator |
| 2 | Memindahkan cetakan baru | I | 10 | Operator |
| 3 | Memindahkan cetakan bekas | I | 2 | Operator |
| 4 | Memasang cetakan baru | I | 2 | Operator |
| 5 | Menyiapkan material baru | I | 10 | Operator |
| 6 | Menyetel | I | 20 | Operator |
| 7 | Mengembalikan cetakan bekas | I | 10 | Operator |

Setelah dilakukan perbaikan (Total waktu *internal set-up*: 10 menit)

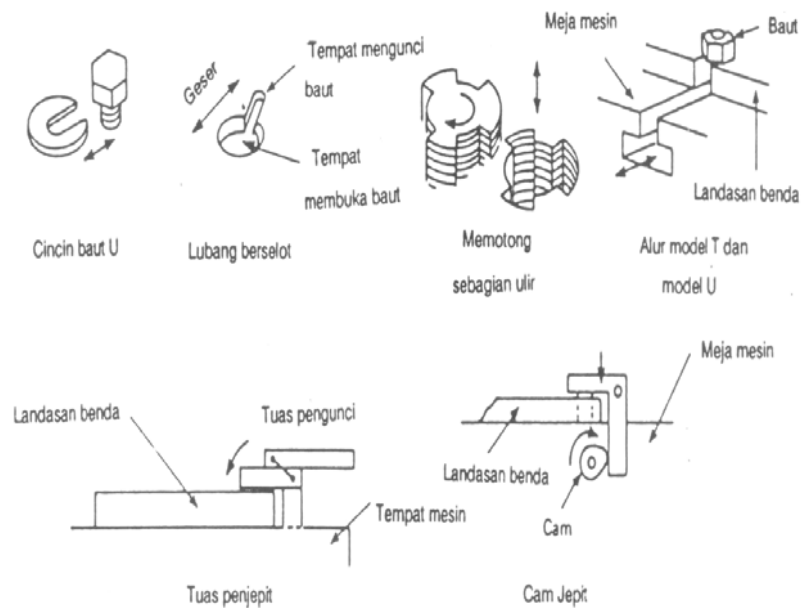


| Langkah Ke | Kegiatan Operasi | Internal/ External | Waktu (menit) | Pelaksana |
|------------|-----------------------------|--------------------|---------------|-----------|
| 1 | Mencari cetakan baru | E | 3 | Asisten |
| 2 | Memindahkan cetakan baru | E | 10 | Asisten |
| 5 | Menyiapkan material baru | E | 10 | Asisten |
| 4 | Memasang cetakan baru* | I | 2 | Asisten |
| | Penyetelan cetakan** | | | |
| 6a | Memindahkan cetakan bekas* | I | 7 | Operator |
| 3 | Menyetel kembali** | I | 2 | Operator |
| 6b | Mengembalikan cetakan bekas | I | 8 | Operator |
| 7 | | E | 10 | Asisten |

Catatan: *, ** kegiatan dilakukan serempak oleh operator dan asisten

Gambar 5.4 Kegiatan Set-Up Paralel pada Mesin Kempa

Metode jepit dan cengkam benda kerja (*clamping*) dapat diperbaiki untuk mengurangi waktu bongkar/pasang. Contohnya, mengurangi jumlah baut, penyamaan bentuk kepala baut, baut dengan ulir pendek dan sebagainya.



Gambar 5.5 Perbaikan Cara Bongkar Pasang

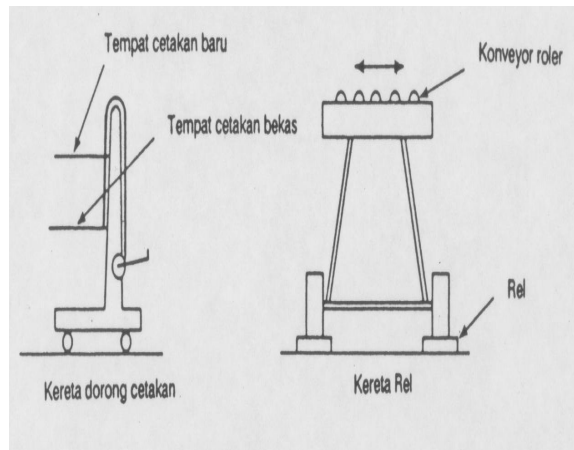
5.3.3 Memperbaiki Kegiatan *Set-Up Eksternal*

Penataan tempat kerja adalah kunci untuk mengurangi kegiatan *set-up eksternal*. Dalam penilaian kembali kegiatan *set-up*, seringkali terungkap banyaknya waktu yang terbuang untuk mencari alat kerja, cetakan maupun berbagai alat bantu lainnya. Penetapan sistem alamat penempatan dan penerapan kode warna untuk setiap lokasi penyimpanan, adalah langkah pertama yang sangat mendasar. Di samping mengurangi kegiatan mencari, perbaikan ini juga mengurangi terbuangnya waktu dan usaha untuk kegiatan pindah memindahkan cetakan serta peralatan. Seringkali pula cetakan yang tidak dipakai disimpan didekat mesin sehingga mengurangi keleluasaan gerak. Dengan penataan tempat kerja yang baik, keadaan seperti ini dapat dihilangkan (Gambar 5.6).

Penggunaan kereta dorong khusus yang dirancang dengan menerapkan *roller conveyor* di atasnya ternyata sangat membantu. Kereta dorong cetakan ini di samping mengurangi waktu kegiatan *set-up eksternal*, juga mengurangi penggunaan mesin pengangkat barang atau derek (Gambar 5.7).



Gambar 5.6 Penataan Tempat Kerja



Gambar 5.7 Kereta Khusus untuk Cetakan

5.4 Rangkuman

Dalam era yang serba cepat ini, industri harus bisa berpacu dengan waktu. Konsumen menghendaki pelayanan yang serba cepat dan produk yang berkualitas tinggi. Pihak industri harus selalu mengantisipasi perubahan ini kalau mau bersaing. Salah satu cara untuk meningkatkan pelayanan kepada konsumen adalah dengan cara mengurangi waktu siklus pembuatan produk.

Pengurangan waktu siklus pembuatan produk ini bisa dilakukan dengan cara mempercepat waktu *set-up*. Waktu *set-up* adalah waktu yang diperlukan untuk mengganti mesin apabila terjadi pergantian produk yang akan dibuat. Teknik mempercepat waktu *set-up* ada 3 cara, yaitu: memisahkan kegiatan *set-up eksternal* dan *internal*, memperbaiki kegiatan *set-up internal*, memperbaiki kegiatan *set-up eksternal*.

5.5 Soal

- ❖ Apa yang dimaksud dengan kegiatan *set-up internal*.
- ❖ Apa yang dimaksud dengan kegiatan *set-up eksternal*.
- ❖ Sebutkan ada berapa cara teknik untuk mempercepat kegiatan *set-up* dan masing-masing beri contoh.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, David C., 1986, *The Practice and Management of Industrial Ergonomics* New Jersey : Prentice Hall Inc.
- A.M., Madyana., 1996, *Analisis Perancangan Kerja.*, Jilid 1, Yogyakarta, Penerbit Universitas Atma Jaya
- Bridger, R. S., 1995, *Introduction to Ergonomics*. New York: McGraw-Hill
- Chaffin, Don B., Anderson, Gunnar B.J., 1991, *Occupational Biomechanics*, Second Edition, New York, John Wiley & Sons.Inc
- DHHS (NIOSH) Publication.1997, *Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors : A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back*, U.S. Department of Health And Human Services
- Fagarasanu, M and Kumar, S., 2002, Measurement instrument and Data Collection of Construct and Bias in Ergonomics Research, *INDUSTRIAL ERGONOMICS*. 30 (2002). Page 355-369.
- Herjanto, Eddy., 1999, *Manajemen Produksi & Operasi*, Edisi Kedua, Jakarta, Grasindo
- Kansal, A., Pennathur, A., Mital, A. 1999, Nonfatal Occupational injuries in The United States Part II - Back Injurtres. *INDUSTRIAL ERGONOMICS*. 25 (1999). Page 131-150.
- Karhu, O., Harkonen, R., Sorvali, P. and Vepsailanen, P., 1981, Observing Working Posture in Industry: Example of OWAS Application, *APPLIED ERGONOMICS*. 12 (1981). Page 13-17.
- Kroemer, Karl H.E., Kroemer, Anne D., 2001, *Office Ergonomics*, New York, Taylor & Francis

- Leclerc, A., Niedhammer, I., Sandret, N., Roy, O.H., 1999, Manual Material Handling and Related Occupational Hazards: A National Survey in France., *INDUSTRIAL ERGONOMICS*. 24 (1999). Page 365-377
- McCormick, E.J. and M.S, Sanders. *Human Factors in Engineering and Design* 7th ed. New York : McGraw-Hill Inc, 1993.
- Nurmianto, Eko.,1996, *Ergonomi, Konsep Dasar Dan Aplikasinya*, Edisi Pertama, Jakarta, Guna Widya
- Panero, Julius., Zelnik, Martin., 2003, *Dimensi Manusia & Ruang Interior*, Jakarta, Erlangga
- Pulat, B.M., Alexander, David C., 1992, *Industrial Ergonomics Case Studies*, Singapore, McGraw-Hill, Inc
- Pulat, B Mustafa., 1992, *Fundamentals of Industrial Ergonomics*, Oklahoma, School of Industrial Engineering University of Oklahoma
- Purnomo, Hari., 2004, *Perencanaan & Perancangan Fasilitas*, Yogyakarta, Graha Ilmu
- Suma'mur, P.K., 1984, *Higine Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: CV Masagung
- Suhardi, Bambang., Astuti, R.D., Jatmiko, Brury., 2005, *Analisis Pengaruh Kebisingan, Temperatur dan Pencahayaan Terhadap Produktivitas Kerja Pengeleman Amplop Secara Manual*, Penelitian Jurusan Teknik Industri UNS, Unpublished
- Suhardi, Bambang., Astuti, R.D., Triyono, 2006, *Analisis Sikap Kerja Pekerja Manual Material Handling UD. Tetap Semangat Dengan Metode OWAS*, Surakarta, Penelitian Jurusan Teknik Industri UNS, Unpublished
- Suhardi, Bambang., Astuti, R.D., Purwaningtyas, Yunita., 2007, *Perancangan Sikap Kerja Manual Material Handling di Bagian Gudang PT. Sukoharjo Makmur Abadi Dengan Metode OWAS*

dan Rula, Surakarta, Penelitian Jurusan Teknik Industri UNS, Unpublished

Suhardi, Bambang., Astuti, R.D., Handayani, Indri., 2007, *Perancangan Kursi Operator Mesin Inspeksi Dengan Pendekatan Antropometri*, Surakarta, Penelitian Jurusan Teknik Industri UNS, Unpublished

Suhardi, Bambang., Astuti, R.D., Kuswidiyanto, Aries., 2007, *Usulan Rancangan Meja dan Kursi Operator Bor Stasiun Handwork Dengan Pendekatan Antropometri*, Surakarta, Penelitian Jurusan Teknik Industri UNS, Unpublished

Sutalaksana dkk., 2006, *Teknik Tata Cara Kerja*, Bandung, Jurusan Teknik Industri ITB

Suzaki, Kiyoshi., 1992, *Tantangan Industri Manufaktur, Penerapan Perbaikan Berkesinambungan*, Jakarta, PQM Consultants

Tambunan, Sihar Tigor Benjamin., 2005, *Kebisingan di Tempat Kerja (Occupational Noise)*, Yogyakarta, Penerbit Andi

Tarwaka, Solichul Bakri, Lilik Sudiajeng. *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktifitas*. Surakarta: Uniba Press, 2004

Tim Penulis, 2003, *Bunga Rampai, Hiperkes & KK*, Semarang, BP Undip

Wignjosoebroto, Sritomo. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Guna Widya 1995

DAFTAR ISTILAH

| | |
|-----------------------------------|--|
| <i>Antropometri</i> | = Pengetahuan yang menyangkut pengukuran tubuh manusia khususnya dimensi tubuh |
| <i>Awkward posture</i> | = Sikap kerja yang salah, canggung, di luar Kebiasaan, dan beresiko menimbulkan kecelakaan kerja |
| <i>Brightness distribution</i> | = Menunjukkan jangkauan dari luminansi dalam daerah penglihatan |
| <i>Carpals</i> | = Tulang pada pergelangan tangan |
| <i>Cartilage</i> | = Sambungan tulang rawan |
| <i>Cervical</i> | = Bagian tulang belakang paling atas berjumlah 7 ruas |
| <i>Coccygeal</i> | = Bagian tulang belakang paling bawah berjumlah 4 ruas |
| <i>Coding postures</i> | = Proses transformasi dari data video atau gambar menjadi kode sikap kerja sesuai dengan metode OWAS |
| <i>Cumulative Trauma Disorder</i> | = Penyakit yang timbul akibat akumulasi dari kerusakan kecil pada jaringan tubuh yang terjadi berulang-ulang |
| <i>Ergonomi</i> | = Suatu aturan atau norma dalam sistem kerja |
| <i>Fibula</i> | = Tulang betis |
| <i>Femur</i> | = Tulang paha |

| | |
|---------------------------------|--|
| <i>Glare</i> | = Cahaya yang menyilaukan |
| <i>Low back pain (LBP)</i> | = Rasa nyeri pada bagian punggung bawah |
| <i>Lux</i> | = Satuan metric ukuran cahaya pada suatu permukaan |
| <i>Manual material handling</i> | = Bentuk transportasi barang yang dikerjakan dengan tenaga manusia untuk melakukan pengangkatan, mendorong, menarik, dan membawa barang |
| <i>Material handling</i> | = Kegiatan untuk melakukan pemindahan Barang |
| <i>Musculoskeletal disorder</i> | = Cedera pada otot, urat syaraf, urat daging, tulang, persendian tulang, tulang rawan yang disebabkan oleh aktivitas kerja |
| <i>Musculoskeletal system</i> | = Sistem gerak anggota tubuh yang tersusun oleh sistem otot dan sistem tulang |
| <i>Metacarpals</i> | = Tulang pada telapak tangan |
| Nilai Ambang Batas Kebisingan | = Intensitas suara tertinggi yang merupakan nilai rata-rata yang masih dapat diterima pekerja tanpa mengakibatkan hilangnya daya dengar yang menetap untuk waktu kerja terus menerus tidak lebih dari 8 jam sehari dan 40 jam seminggu |
| <i>Patella</i> | = Tempurung lutut |
| <i>Pelvis</i> | = Tulang pinggul |
| <i>Persentil</i> | = Nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau |

Twisting dibawah nilai tersebut
= Sikap kerja dengan posisi tulang belakang
berputar ke samping kanan dan kiri

DAFTAR TABEL

| | |
|------|--|
| 1.1 | Beberapa Contoh Sistem Produksi Jasa dan Manufaktur |
| 1.2 | Ukuran Produktivitas |
| 2.1 | Nilai Z |
| 3.1 | Tabel Resiko |
| 3.2 | Persentil dan Perhitungan |
| 3.3 | Kuesioner Nordic Body Map |
| 4.1 | Elemen Gerakan Therbligs |
| 4.2 | Uraian Gerakan Menulis |
| 4.3 | Penilaian Gerakan |
| 4.4 | Derajat Kesukaran Gerakan Dua Tangan Secara Bersamaan |
| 4.5 | Perbaikan Proses Pengeboran |
| 5.1 | Pemilahan Kegiatan External dan Internal Set Up |
| 6.1 | Tindakan yang Harus Dilakukan Sesuai Dengan Batas Angkat |
| 6.2 | Tindakan yang Harus Dilakukan Sesuai Dengan Batas Angkat |
| 6.3 | Skor Bagian Belakang (Back) |
| 6.4 | Skor Bagian Lengan (Arms) |
| 6.5 | Skor Bagian Kaki (legs) |
| 6.6 | Skor Berat Beban OWAS |
| 6.7 | Empat Level Sikap Kerja |
| 6.8 | Kategori Tindakan Kerja OWAS |
| 7.1 | Batas Waktu Pemaparan Kebisingan Per hari Kerja |
| 7.2 | Reflektan sebagai Persentase Cahaya |
| 7.3 | Karakteristik Kinerja Pencahayaan dari Luminer yang Umum digunakan |
| 7.4 | Area Kegiatan dan Tingkat Penerangan |
| 7.5 | Nilai Ambang Batas Getaran untuk Pemajanan Lengan dan Tangan |
| 7.6 | NAB Frekuensi Radio/Gelombang Mikro |
| 7.7 | Waktu Pemajanan Radiasi Sinar Ultra Violet yang Diperkenankan |
| 7.8 | Gejala dan Penyebab |
| 7.9 | Dosis: Apa yang Mempengaruhi Resiko |
| 7.10 | Lembar Data Keselamatan Bahan |
| 8.1 | Bahaya di Tempat Kerja |

DAFTAR GAMBAR

- 1.1 Bagan Input Output
- 1.2 A. Kurva Kenaikan Produktivitas
B. Kurva Penurunan Biaya
- 2.1 Aktivitas Sistem Kerja
- 2.2 Stasiun Kerja 1
- 2.3 Stasiun Kerja 2
- 2.4 Stasiun Kerja 3
- 2.5 Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan Departemen 1
- 2.6 Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan Departemen 2
- 2.7 Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan Departemen 3
- 2.8 Peta Aliran Proses Merakit Steker
- 2.9 Peta Aliran Proses Membungkus Steker
- 2.10 Peta Aliran Proses Memasukkan Kotak Kecil dalam Dos Besar
- 2.11 Peta Proses Regu Kerja
- 3.1 Contoh CTD
- 3.2 Sikap Tubuh Paling Baik
- 3.3 *Bad: Arm above Shoulder* (Sikap Tubuh Tidak Baik)
- 3.4 Posisi Kerja Mendongak
- 3.5 Posisi Kerja Menjangkau
- 3.6 Posisi Kerja Menunduk
- 3.7 Pekerjaan Membungkuk
- 3.8 Pekerjaan Dengan Jongkok
- 3.9 Pekerjaan Dengan Berlutut
- 3.10 Mengambil Benda Dengan Jari
- 3.11 Gerakan Meremas
- 3.12 Goniometer Untuk Mengukur Sudut
- 3.13 Jenis-jenis Antropometer
- 3.14 Kursi Antropometri
- 3.15 Mengukur Lebar Telapak Tangan
- 3.16 Penggunaan Antropometer Papan Kepala Bergeser
- 3.17 Penggunaan Antropometer Dengan Sistem Grid dan Board di Sudut
- 3.18 Ukuran Tubuh Manusia yang Sering Digunakan untuk Merancang Produk
- 3.19 Antropometri Struktural Posisi Berdiri dan Duduk
- 3.20 Antropometri Struktural Kepala, Wajah, Tangan dan Kaki
- 3.21 Antropometri Fungsional/Dinamis
- 3.22 Antropometri Fungsional Posisi Kerja
- 3.23 Tulang Duduk dalam Posisi Duduk
- 3.24 Potongan Tulang Duduk pada Bagian Posterior
- 3.25 Dimensi Antropometri untuk Perancangan Kursi
- 3.26 Tempat Duduk Terlalu Tinggi
- 3.27 Tempat Duduk Terlalu Rendah
- 3.28 Landasan Tempat Duduk Terlalu Lebar

- 3.29 Landasan Tempat Duduk Terlalu Sempit
- 3.30 Sandaran Punggung
- 3.31 Nordic Body Map
- 4.1 Tahapan dalam Telaah Metode Kerja
- 4.2 Distribusi Beban Kegiatan Kerja antara Tangan & Kaki Guna Mengoperasikan Suatu Peralatan Kerja
- 4.3 Dimensi Standard dari Normal dan Maksimum Area Kerja dalam 3 Dimensi
- 4.4 Multiple Spindle Air Operated yang Mampu Mengencangkan 5 Buah Mur Sekaligus dalam Satu Langkah Kerja
- 4.5 Pekerja Sedang Mencari Peralatan Obeng
- 4.6 Aktivitas Memilih Obeng
- 4.7 Aktivitas Memegang
- 4.8 Gerakan Menjangkau
- 4.9 Gerakan Membawa dengan Beban
- 4.10 Gerakan Memegang untuk Memakai
- 4.11 Gerakan Tangan Melepas Mur
- 4.12 Gerakan Mengarahkan Mur dan Clamp
- 4.13 Merakit
- 4.14 Melepas Rakit
- 4.15 Kode Warna Menghindari Kesalahan
- 4.16 Menangani Beberapa Mesin Sekaligus
- 4.17 Pergantian Cetakan dengan Cepat
- 4.18 Set Up Cepat pada Mesin Injeksi Plastik
- 4.19 Menghapuskan Transportasi yang Tidak Perlu
- 4.20 Lembar Periksa
- 4.21 Petunjuk Kerja Maupun Alat Kerja Tersedia
- 4.22 Alat Bantu Kerja Berada di Dekat Lokasi Kegiatan
- 4.23 Alat Kerja Digantung
- 4.24 Tempat Khusus untuk Setiap Benda
- 4.25 Kontrol Visual
- 4.26 Penerapan Kontrol Visual untuk Standard Produksi
- 4.27 Penerapan Kontrol Visual pada Penataan Alat Kerja
- 4.28 Kontrol Visual untuk Material Handling
- 5.1 Pengurangan Kegiatan Penyetelan
- 5.2 Penerapan Standarisasi Alat Bantu
- 5.3 Penerapan Operasi Set Up Paralel di tempat Kegiatan
- 5.4 Kegiatan Set Up Paralel pada Mesin Kempa
- 5.5 Perbaikan Cara Bongkar Pasang
- 5.6 Penataan Tempat Kerja
- 5.7 Kereta Khusus untuk Cetakan
- 6.1 Conveyor
- 6.2 Crane
- 6.3 Hoists
- 6.4 Hand Truck
- 6.5 Fork Lift Truck
- 6.6 AGV
- 6.7 Kegiatan Mengangkat/Menurunkan
- 6.8 Kegiatan Mendorong/Menarik
- 6.9 Kegiatan Memutar
- 6.10 Kegiatan Membawa
- 6.11 Kegiatan Menahan

- 6.12 Cara Mengangkat yang Salah
- 6.13 Cara Mengangkat yang Benar
- 6.14 Postur Tubuh Bagian Belakang
- 6.15 Postur Tubuh Bagian Lengan
- 6.16 Postur Tubuh Bagian Kaki
- 6.17 Ukuran Beban
- 6.18 Posisi Sikap Pekerja
- 7.1 Pekerja Mengawasi Tungku Peleburan Logam
- 7.2 Mengambil Cairan Logam dari Tungku
- 7.3 Termometer Ruang Digital
- 7.4 Struktur Telinga Manusia
- 7.5 Mesin Penyerut Kayu
- 7.6 Aktivitas Memotong Besi
- 7.7 Kegiatan Menggerinda
- 7.8 Jenis Kebisingan
- 7.9 Belokan Tajam akan Menambah Kebisingan Aliran
- 7.10 Penambahan Sudut Kemiringan Pembelokan Aliran
- 7.11 Sound Level Meter
- 7.12 Noise Dosimeter
- 7.13 Penggantian Riveting dengan Welding
- 7.14 Lampu Pijar dan Diagram Alir Energi Lampu Pijar
- 7.15 Lampu Halogen Tungsten
- 7.16 Lampu Neon
- 7.17 Diagram Alir Energi Lampu Neon
- 7.18 Pencahayaan Siang Hari dengan Polycarbon
- 7.19 Atrium dengan Kubah FRP
- 7.20 Kombinasi Lampu Utama dan Tambahan
- 7.21 Lampu Dipasang di Atas Pekerja
- 7.22 Pemasangan Canopyhood
- 7.23 Ventilasi Sistem Slot
- 7.24 Ductwork
- 7.25 Pipa Membelok
- 7.26 Bentuk Pipa Cabang
- 7.27 Ventilasi di Pabrik
- 7.28 Fan
- 8.1 Peleburan Logam
- 8.2 Pande Besi
- 8.3 Pekerjaan Las
- 8.4 Menggerinda
- 8.5 Pekerja Memakai Helm
- 8.6 APD Helm
- 8.7 APD Hats/Cap
- 8.8 Pekerja Memakai Kacamata
- 8.9 APD Kacamata
- 8.10 Pekerja Memakai Goggles
- 8.11 APD Goggles
- 8.12 Pekerja Memakai Perisai Muka
- 8.13 APD Perisai Muka
- 8.14 Pekerja Memakai Pelindung Telinga
- 8.15 Ear Plugs Sekali Pakai
- 8.16 Reusable Plug

- 8.17 Macam-macam Ear Muff
- 8.18 Pekerja Memakai Masker
- 8.19 Pekerja Memakai Respirator
- 8.20 APD Respirator
- 8.21 Bagian-bagian Respirator dan Cara Pemakaian
- 8.22 Sarung Tangan Mekanik
- 8.23 General Purpose Gloves
- 8.24 Sarung Tangan untuk Pekerjaan Kimia
- 8.25 Pekerja Memakai Sepatu
- 8.26 APD Sepatu
- 8.27 Pekerja Memakai Pakaian Pelindung
- 8.28 Model Pakaian Pelindung
- 8.29 Safety Harnesses
- 8.30 Roofers and Construction Fall Protection Kits
- 8.31 Anchorage Connectors
- 8.32 Carabiners
- 8.33 Sarung Tangan untuk Pekerjaan Las
- 8.34 Perisai Muka
- 8.35 Kacamata Las
- 8.36 Model Jacket Las
- 8.37 Model Pelindung Lutut
- 8.38 Back and Lumbar Support Belts
- 9.1 Perangkat Komputer
- 9.2 Carpal Tunnel Syndrome
- 9.3 Aktivitas yang Menyebabkan CTS
- 9.4 Gerakan Tangan untuk Menghindari CTS
- 9.5 Gerakan Bahu
- 9.6 Bernafas dan Mengontrol Sikap Tubuh
- 9.7 Penarikan Leher
- 9.8 Rangkulan Bertekanan pada Punggung Bagian Tengah
- 9.9 Perputaran dan Peregangan Pergelangan Tangan
- 9.10 Kepalan dan Regangan Jari
- 9.11 Regangan Punggung Bagian Bawah
- 9.12 Gerakan Melingkar, Melentur dan Menunjuk pada Mata Kaki
- 9.13 Penyembunyian
- 9.14 Mengejapkan Mata
- 9.15 Pemfokusan Kembali
- 9.16 Mouse
- 9.17 Monitor
- 9.18 Keyboard
- 9.19 Meja Komputer
- 9.20 Posisi Kerja Membungkuk
- 9.21 Posisi Kerja Duduk Tegak dengan Kepala Menunduk
- 9.22 Letak Keyboard Terlalu Jauh
- 9.23 Letak Keyboard Terlalu dekat
- 9.24 Keyboard QWERTY
- 9.25 Orang Gemuk dengan Keyboard QWERTY
- 9.26 Keyboard Split
- 9.27 Posisi Papan Keyboard
- 9.28 Perluasan Peregangan Tangan yang Tidak Diinginkan
- 9.29 Posisi Pergelangan Tangan yang Baik

- 9.30 Posisi Monitor Terhadap Mata
- 9.31 Posisi Duduk yang Baik
- 9.32 Penopang Kaki
- 9.33 Bantalan Punggung
- 9.34 Pemegang Dokumen
- 9.35 Tudung Monitor
- 9.36 Sumber Silau

ISBN 978-979-060-000-5

ISBN 978-979-060-001-0

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk digunakan dalam Proses Pembelajaran.

HET (Harga Eceran Tertinggi) Rp. 16,434.00