

BAB 2

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Landasan teori merupakan dasar dari penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti. Serta tinjauan pustaka yang digunakan sebagai panduan untuk menentukan metode penelitian yang tepat dalam pengambilan data dan analisis data. Tinjauan pustaka yang ada diambil dari jurnal-jurnal penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya serta landasan teori yang ada diambil dari buku-buku yang sudah dibaca.

2.1. Tinjauan Pustaka

Pada bagian ini, akan dibahas beberapa hasil pencarian jurnal yang memiliki permasalahan yang mendekati seperti permasalahan yang ada dalam penelitian ini beserta metode-metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Dalam penelitian ini permasalahan yang ada yaitu mengenai *Material Handling*, pengaturan tata letak tempat kerja, perbaikan metode kerja, serta analisis lingkungan kerja fisik.

2.1.1. *Material Handling*

Sari et al. (2015) melakukan penelitian di sebuah Industri Kecil Menengah (IKM) yang memproduksi kerajinan batu alam. Penelitian tersebut dilakukan dengan menggunakan metode *Snook Table* untuk menganalisis berat beban pada aktivitas pemindahan bahan dan produk batu alam berdasarkan usulan perbaikan tata letak stasiun kerja dan ruang penyimpanan. Hasil dari analisis tersebut menunjukkan bahwa berat beban yang biasa diangkat oleh pekerja pada saat pemindahan produk (30 kg) melebihi berat beban yang diperbolehkan / *acceptable* (21 kg).

2.1.2. Perbaikan Metode Kerja

Wijaya dan Andrijanto (2014) melakukan penelitian di perusahaan *sparepart* motor. Perusahaan ingin meningkatkan efisiensi waktu produksi, khususnya untuk produk *plate ram* k-25. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode Prinsip Ekonomi Gerakan dengan menggunakan data waktu siklus, data waktu normal dan data waktu baku secara langsung serta menghitung waktu baku tidak langsung dengan menggunakan metode MTM-1 dengan memperhitungkan faktor kelonggaran dan penyesuaian berdasarkan kondisi lingkungan fisik yang ada. Kemudian dilakukan pengajuan usulan perubahan dan diambil lagi data dari hasil

usulan tersebut. Dan didapatkan hasil bahwa efisiensi dari setiap usulan rancangan yang diterapkan untuk masing-masing stasiun kerja mengalami peningkatan.

Erliana et al (2015) melakukan penelitian di sebuah perusahaan yang bergerak dibidang jasa pengantongan semen. Penelitian tersebut dilakukan mendapatkan rancangan perbaikan metode kerja pada stasiun pengantongan semen agar waktu pengerjaan produk menjadi lebih singkat sehingga jumlah produksi semen meningkat. Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan peta tangan kiri dan kanan agar sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan. Hasil penelitian tersebut adalah dengan penerapan peta tangan kiri dan kanan usulan pada stasiun pengantongan semen menghasilkan penurunan waktu siklus sebesar 3.2 detik atau 44% dan kenaikan jumlah produksi sebanyak 16.8 ton/operator.

2.1.3. Analisis Lingkungan Kerja Fisik

Handayani et al (2013) melakukan penelitian pada usaha kecil mikro dan menengah (UMKM) batik tulis di Yogyakarta. Penelitian dilakukan dengan tujuan melakukan analisis terhadap salah satu faktor lingkungan kerja yaitu pencahayaan sebagai usaha memberikan rekomendasi perbaikan sesuai dengan standar pencahayaan di ruang kerja. Metode yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah dengan mengambil data pencahayaan yang ada secara langsung kemudian membandingkan dengan standar pencahayaan yang ada. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pencahayaan ruangan penjahitan di UMKM tersebut masih dibawah standar yaitu 91 – 125 lux. Hal itu harus diperbaiki agar kondisi pencahayaannya sesuai dengan standar pencahayaan yang ditetapkan untuk kondisi kerja yang agak halus yaitu 500-1000 lux.

Fithri dan Annisa (2015) melakukan penelitian di suatu perusahaan tepatnya di area *utilities* unit PLTD dan *Boiler* yang ada di perusahaan. Penelitian tersebut dilakukan untuk menganalisis intensitas kebisingan lingkungan kerja pada area *Utilities* unit PLTD dan *Boiler*. Metode penelitian yang digunakan adalah pengambilan data secara langsung kemudian dibandingkan dengan nilai ambang batas kebisingan yang diperbolehkan. Hasil penelitian tersebut adalah intensitas kebisingan yang didapatkan yaitu 108.62 dBA pada unit PLTD di lantai 1 dan 106.99 dBA di lantai 2, sedangkan pada unit *Boiler* 1 intensitas kebisingannya adalah 92.53 dBA dan 93.99 dBA pada unit *Boiler* 2. Dari hasil tersebut, setelah

dibandingkan dengan nilai ambang batas yang digunakan, berdasarkan durasi waktu yang ada, maka nilai-nilai tersebut termasuk dalam intensitas kebisingan yang tinggi.

2.2. Landasan Teori

Pada bagian ini, akan dibahas beberapa teori yang akan mendasari penelitian yang akan dilakukan. Teori-teori tersebut nantinya akan digunakan untuk pengambilan data ataupun analisis dari data-data yang berhasil didapatkan.

2.2.1. Pengertian Ergonomi

Ergonomi dapat didefinisikan sebagai suatu disiplin yang mengkaji keterbatasan, kelebihan, serta karakteristik manusia, dan memanfaatkan informasi tersebut dalam merancang produk, mesin, fasilitas, lingkungan dan bahkan sistem kerja, dengan tujuan utama tercapainya kualitas kerja yang terbaik tanpa mengabaikan aspek kesehatan, keselamatan, serta kenyamanan manusia penggunaannya.

Beberapa definisi ergonomi antara lain sebagai berikut:

- a. Ergonomi merupakan kajian interaksi antara manusia dan mesin, serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan (Bridger, 2009).
- b. B. W. Janstzerbowski, seorang ilmuwan Polandia, pada 1857 memelopori penggunaan kata ergonomi, yang dalam bahasa Yunani *ergos* berarti “kerja”, sedangkan *nomos* adalah “kajian (atas)” atau “hukum-hukum” (Karwowski, 2006). Pada akhir 1949, K.F.H. Murrell memperkenalkan kata *ergonomics*, yang kemudian menjadi populer sebagai suatu disiplin.
- c. Ergonomi merupakan suatu ilmu antardisiplin, yang mengkaji interaksi antara manusia dan objek yang mereka gunakan (Pulat, 1997).
- d. Ergonomi merupakan aplikasi prinsip-prinsip ilmiah, metode, dan data yang diperoleh dari beragam disiplin yang ditujukan dalam pengembangan suatu sistem rekayasa, dimana manusia memiliki peran yang signifikan (Kroemer et al., 2004).
- e. Ergonomi merupakan suatu aktivitas multidisiplin yang diarahkan untuk mengumpulkan informasi tentang kapasitas dan kemampuan manusia dan memanfaatkannya dalam merancang pekerjaan, produk, tempat kerja, dan peralatan kerja (Chengalur et al., 2004).

- f. *Ergonomics (or human factor) is the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theory, other principles, data, and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance* (International Ergonomics Association).

Dengan demikian, pada dasarnya ergonomi adalah ilmu yang mempelajari berbagai aspek dan karakteristik manusia (kemampuan, kelebihan, keterbatasan, dan lain-lain) yang relevan dalam konteks kerja, serta memanfaatkan informasi yang diperoleh dalam upaya merancang produk, mesin, alat, lingkungan, serta sistem kerja yang terbaik. Tujuan utama yang hendak dicapai adalah tercapainya sistem kerja yang produktif dan kualitas kerja terbaik, disertai dengan kemudahan, kenyamanan, dan efisiensi kerja, tanpa mengabaikan kesehatan dan keselamatan kerja. (Iridiastadi dan Yassierli, 2014).

Ergonomi merupakan suatu pendekatan yang bersifat multidisiplin. Beberapa bidang ilmu yang terkait erat antara lain adalah rekayasa, matematika dan statistik, anatomi dan fisiologi, psikologi terapan, serta sosiologi. Ergonomi diharapkan dapat membantu menyelesaikan sejumlah masalah ditempat kerja. Beberapa masalah berikut merupakan indikasi bahwa ergonomi dapat berkontribusi positif:

- a. Rendahnya produktivitas kerja.
- b. Kecelakaan kerja, insiden, serta keterbatasan medis.
- c. Pelatihan, kualitas kerja, *bottle neck*, dan *rework*.
- d. Absen, *turnover* pegawai, pekerja yang umumnya berusia muda.
- e. Lembur, kurangnya fleksibilitas dalam sistem produksi.
- f. Keluhan pekerja, dan sebagainya.

2.2.2. Tujuan Ergonomi

Tujuan penerapan ergonomi dapat pula dibuat dalam suatu hierarki (Kroemer et al., 2004), dengan tujuan yang paling rendah adalah sistem kerja yang masih dapat diterima (*torelable*) dalam batas-batas tertentu, asalkan sistem ini tidak memiliki potensi bahaya terhadap kesehatan dan nyawa manusia. Tujuan yang lebih tinggi adalah suatu keadaan ketika pekerja dapat menerima kondisi kerja yang ada (*acceptable*), dengan menyingkat keterbatasan yang bersifat teknis maupun organisatoris. Pada tingkat yang paling tinggi, ergonomi bertujuan untuk menciptakan kondisi kerja yang optimal, yaitu beban dan karakteristik pekerjaan

telah sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan individu pengguna sistem kerja.

2.2.3. Definisi Perancangan Fasilitas

Perancangan fasilitas adalah aktivitas dimana rekayasawan merancang fasilitas, menganalisis, membentuk konsep, merancang dan mewujudkan sistem bagi pembuatan barang atau jasa. Rancangan ini umumnya digambarkan sebagai rencana rantai, yaitu suatu susunan fasilitas fisik (perlengkapan, tanah, bangunan dan sarana lain) untuk mengoptimalkan hubungan antara petugas pelaksana, aliran barang, aliran informasi, dan tatacara yang diperlukan untuk mencapai tujuan usaha secara efektif, ekonomis, dan aman (Apple, 1990).

2.2.4. Tujuan Perancangan Fasilitas

Jika sebuah tataletak berfungsi untuk menggambarkan sebuah susunan yang ekonomis dari tempat-tempat kerja yang berkaitan, dimana barang-barang dapat diproduksi secara ekonomis, maka sebaiknya dirancang dengan memahami tujuan penata letak. Tujuan utama tadi adalah (Apple, 1990):

- a. Memudahkan proses manufaktur.
- b. Meminimumkan pemindahan barang.
- c. Memelihara keluwesan susunan dari operasi.
- d. Memelihara perputaran barang setengah jadi yang tinggi.
- e. Menekankan modal tertanam pada peralatan.
- f. Menghemat pemakaian ruang bangunan.
- g. Meningkatkan keefektifan tenaga kerja.
- h. Memberi kemudahan, keselamatan bagi pegawai, dan memberi kenyamanan dalam melaksanakan pekerjaan.

Pada penelitian ini, tujuan perancangan fasilitas yang ada hanya terfokus pada meningkatkan keefektifan tenaga kerja dan memberi kemudahan, keselamatan bagi pegawai, dan memberi kenyamanan dalam melaksanakan pekerjaan.

- a. Meningkatkan keefektifan pemakaian tenaga kerja:

Sejumlah besar tenaga kerja produktif dapat terbuang karena keadaan tata letak yang buruk. Dilain pihak, tataletak yang tepat, dapat menaikkan pemakaian buruh secara efektif. Saran-saran berikut dapat menaikkan pemakaian buruh:

- i. Kurangi pemindahan barang yang dilakukan secara manual, sampai sekecil mungkin.
- ii. Meminimumkan jalan kaki. Dua puluh persen waktu yang dihabiskan dalam jalur perakitan diisi oleh perjalanan orang dari dan ke persediaan bahan dan mengikuti gerakan ban pengangkut rakitan. Kehilangan waktu ini dikurangi dengan baik dengan mendekatkan bahan ke pekerja pengangkut dengan menggunakan rak yang dirancang khusus, gerobak, ban pengangkut dan mengatur perangkut pada saat-saat yang telah ditentukan bukan digerakan secara terus menerus.
- iii. Seimbangkan siklus mesin, sedapat mungkin, sehingga mesin dan pekerja tidak perlu menganggur. Operasi yang seimbang, memerlukan pemindahan barang yang baik, pengendalian produksi yang baik, teknik tatacara kerja yang baik, dan penyeliaan yang baik.
- iv. Berikan penyeliaan yang efektif. Dalam teori, penyelia harus berdiri di tengah kelompoknya, sehingga dia dapat berhubungan langsung dengan pegawainya.

Meskipun perencanaan semacam ini hampir tidak mungkin, perlu ditegaskan bahwa sebuah departemen yang telah ditata dengan tepat akan lebih mudah diselia dibanding dengan sebuah departemen yang tersebar di sepanjang daerah yang sangat luas, yang terlalu padat, atau sebaliknya malah mengurangi hubungan antara penyelia dengan kelompoknya. Departemen yang ditata baik mempermudah penyelia dalam menangani lebih banyak pegawai, mempertahankan kelancaran pekerjaan, dan menghemat waktunya untuk dapat melakukan tugas-tugas yang lebih penting (Apple, 1990).

- b. Memberikan kemudahan, keselamatan, dan kenyamanan pada pegawai:

Untuk memenuhi tujuan ini diperlukan perhatian atas hal-hal seperti penerangan, pergantian udara, keselamatan, pembuangan lembapan, debu, kotoran, dsb.

Peralatan yang menyebabkan kebisingan yang tinggi sebaiknya diisolasi sebanyak mungkin atau ditutup dalam satu tempat yang mempunyai tembok dan langit-langit peredam suara. Peralatan yang bergetar sebaiknya diberikan bantalan, atau dijunjung, untuk menjaga penyaluran getaran ini ke lantai atau barang-barang lain di sekitarnya.

Keselamatan juga dapat dijamin dengan perencanaan tataletak yang tepat. Mesin-mesin dan peralatan lain harus ditempatkan sedemikian sehingga dapat mencegah kecelakaan pada pegawai dan kerusakan barang serta peralatan lainnya. Keselamatan harus digabung kedalam rancangan tataletak dengan pengkajian yang cermat tentang susunan tempat kerja, tatacara pemindahan barang, teknik-teknik penyimpanan, pergantian udara, penerangan (pencahayaan), perlindungan dari kebakaran, dan faktor lain yang terlibat dalam satu operasi (Apple, 1990).

2.2.5. Studi Gerakan

Studi gerakan adalah analisis yang dilakukan terhadap beberapa gerakan bagian tubuh pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya. Dengan demikian diharapkan agar gerakan-gerakan yang tidak perlu dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan sehingga akan diperoleh penghematan baik dalam bentuk tenaga, waktu kerja maupun dana.

Untuk memudahkan penganalisan terhadap gerakan-gerakan yang dipelajari, perlu dikenali terlebih dahulu apa yang disebut sebagai gerakan-gerakan dasar sebagaimana yang dikembangkan secara mendalam oleh Frank B. Gilbreth beserta istrinya, Lilian. Ia telah menguraikan gerakan ke dalam 17 gerakan dasar atau elemen gerakan yang mereka namakan *therblig*.

2.2.6. Gerakan-gerakan yang diuraikan oleh Gilbreth

Suatu pekerja yang dipilih dapat diuraikan menjadi gerakan dasar, yang oleh Gilbreth diuraikan ke dalam 17 *therblig* itu. Suatu pekerjaan mempunyai uraian yang berbeda-beda bila dibandingkan dengan pekerjaan lainnya. Suatu pekerjaan mungkin dapat diuraikan ke dalam enam *therblig*, sedangkan untuk pekerjaan yang lain mungkin hanya dapat diuraikan ke dalam empat *therblig*. Suatu *therblig* bisa saja diperlukan lebih dari satu kali bagi suatu pekerjaan.

Kemampuan yang baik untuk menguraikan suatu pekerjaan ke dalam *therblig-therblig*, sangat diperlukan, karena dengan demikian akan memudahkan dalam analisisnya. Selanjutnya dapat diketahui dengan baik pula gerakan-gerakan yang dapat menghemat waktu kerja, atau gerakan yang sebetulnya tidak diperlukan tapi masih dilakukan oleh pekerja.

a. Mencari (*Search*)

Elemen gerakan mencari merupakan gerakan dasar dari pekerja untuk menemukan lokasi objek. Yang bekerja dalam hal ini adalah mata. Gerakan ini dimulai pada saat mata bergerak mencari objek dan berakhir bila objek sudah ditemukan.

Untuk *therblig* ini tujuan analisisnya adalah sedapat mungkin menghilangkannya. 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.

Tujuan lain dari analisis gerakan ini adalah untuk memudahkan seorang pekerja baru dapat dengan cepat menyesuaikan dirinya, terutama dalam pengenalan tempat-tempat peralatan dan bahan yang akan dipergunakan dalam pekerjaannya.

b. Memilih (*Select*)

Memilih merupakan gerakan untuk menemukan suatu obyek yang tercampur. Tangan dan mata adalah dua bagian badan yang digunakan untuk melakukan gerakan ini. *Therblig* ini dimulai pada saat tangan dan mata mulai memilih, dan berakhir bila objek sudah ditemukan. Batas antara mulai memilih dan akhir dari mencari agak sulit untuk ditentukan karena ada pembauran pekerjaan di antara dua gerakan tersebut, yaitu gerakan yang dilakukan oleh mata dan tangan.

Gerakan memilih merupakan gerakan yang tidak efektif sehingga sedapat mungkin elemen gerakan ini harus dihindarkan.

Contoh dari elemen gerakan memilih adalah gerakan yang diperlukan untuk memilih pulpen dari wadahnya bila pada wadah tersebut terdapat pula pensil dan bolpoin-bolpoin lain yang satu sama lain tercampur secara tak beraturan.

c. Memegang (*Grasp*)

Therblig ini adalah gerakan untuk memegang objek, biasanya didahului oleh gerakan menjangkau dan dilanjutkan oleh gerakan membawa.

Therblig ini merupakan gerakan yang efektif dari suatu pekerjaan dan meskipun sulit untuk dihilangkan dalam beberapa keadaan masih dapat diperbaiki. Ada 2 macam proses memegang, yaitu memungut dan menggelincirkan.

d. Menjangkau (*Reach*)

Pengertian menjangkau dalam *therblig* adalah gerakan tangan berpindah tempat tanpa beban, baik gerakan mendekati maupun menjauhi objek.

Gerakan ini biasanya didahului oleh gerakan melepas (*release*) dan diikuti oleh gerakan memegang. *Therblig* ini dimulai pada saat tangan mulai berpindah dan berakhir bila tangan sudah berhenti.

Waktu yang dipergunakan untuk menjangkau, tergantung pada jarak dari pergerakan tangan dan dari tipe menjangkaunya. Seperti juga memegang, menjangkau sulit untuk dihilangkan secara keseluruhan dari siklus kerja; yang masih mungkin adalah pengurangan dari waktu gerak ini.

e. Membawa (*Move*)

Elemen gerak membawa juga merupakan gerak perpindahan tangan, hanya dalam gerakan ini tangan dalam keadaan dibebani. Gerakan membawa biasanya didahului oleh memegang dan dilanjutkan oleh melepas atau dapat juga oleh pengarahannya (*position*).

Therblig ini mulai dan berakhir pada saat yang sama dengan menjangkau, karena itu faktor-faktor yang mempengaruhi waktu geraknya pun hampir sama, yaitu jarak pindah, dan macamnya. Pengaruh yang lain adalah beratnya beban yang dibawa oleh tangan.

Disini beberapa pekerjaan yang memerlukan kombinasi antara tangan dan mata, waktu yang diperlukan untuk membawa menjadi terpengaruhi oleh waktu yang diperlukan oleh gerakan mata. Pekerjaan ini sering dijumpai karena pada dasarnya sewaktu objek sedang dibawa, mata sudah mulai mengarahkan (*positioning*).

f. Memegang untuk memakai (*Hold*)

Pengertian memegang untuk memakai di sini adalah memegang tanpa menggerakkan objek yang dipegang. Perbedaannya dengan memegang terdahulu adalah pada perlakuan terhadap objek. Pada memegang, pemegangan dilanjutkan dengan gerak membawa, sedangkan memegang untuk memakai tidak demikian.

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. Salah satu contoh *therblig* yakni tangan kiri melakukan elemen gerak memegang untuk memakai sedangkan tangan kanan melakukan gerak memakai (*use*).

Salah satu contoh lain adalah pada waktu melaksanakan pekerjaan menjahit buah kancing pada baju. Tangan kiri tidak bergerak memegang kancing sedangkan tangan kanan bekerja menggerak-gerakan jarum. Dalam hal ini tangan kiri melakukan elemen gerak memegang untuk memakai.

g. Melepas (*Release*)

Elemen gerak melepas terjadi bila seorang pekerja melepaskan objek yang dipegangnya. Bila dibandingkan dengan *therblig* lainnya, gerakan melepas merupakan gerakan yang relatif lebih singkat.

Therblig ini mulai pada saat pekerja mulai melepaskan tangannya dari objek dan berakhir bila seluruh jarinya sudah tidak menyentuh objek lagi. Gerakan ini biasanya didahului oleh gerakan mengangkat atau dapat pula gerakan mengarahkan dan biasanya diikuti gerakan menjangkau.

h. Mengarahkan (*Position*)

Therblig ini merupakan gerakan mengarahkan suatu objek pada suatu lokasi tertentu. Mengarahkan biasanya didahului oleh gerakan mengangkat dan diikuti oleh gerakan merakit (*assembling*).

Gerakan ini mulai sejak tangan mengendalikan objek misalnya memutar, menggerser ke tempat yang diinginkan, dan berakhir pada saat gerakan merakit atau memakai dimulai.

Waktu untuk mengarahkan juga terpengaruh oleh kerja mata karena selama tangan mengarahkan, mata terus mengawasi agar objek dapat ditempatkan pada lokasi yang telah ditentukan.

i. Mengarahkan Sementara (*Pre Position*)

Mengarahkan sementara merupakan elemen gerak pada suatu tempat sementara.

Tujuan dari penempatan sementara ini adalah untuk memudahkan pemegangan apabila objek tersebut akan ditangani kembali. Dengan demikian untuk siklus kerja berikutnya elemen gerak mengarahkan diharapkan

berkurang. Hal ini terjadi karena objek yang akan dipegang sudah diposisikan sedemikian rupa sehingga memudahkan dalam pemakaian selanjutnya.

Therblig ini sering terjadi bersama dengan *therblig* yang lain seperti mengangkut dan melepas.

j. Pemeriksaan (*Inspect*)

Therblig ini merupakan pekerjaan memeriksa objek untuk mengetahui apakah objek telah memenuhi syarat-syarat tertentu. Elemen ini dapat berupa gerakan melihat seperti untuk memeriksa warna, meraba seperti memeriksa kehalusan permukaan, mencium, mendengarkan, dan kadang-kadang merasa dengan lidah.

Biasanya pemeriksaan dilakukan dengan membandingkan antara objek dan suatu standar. Banyak atau sedikitnya waktu yang diperlukan untuk memeriksa, tergantung pada kecepatan operator untuk menyimpulkan ada tidaknya perbedaan antara objek dengan standar yang dibandingkan.

Pemeriksaan yang dilakukan dalam *therblig* ini dapat berupa pemeriksaan kualitas seperti baik atau buruknya objek yang ditentukan oleh warnanya, dapat pula berupa pemeriksaan kuantitas, misalnya jika cacat-tidaknya ditentukan oleh jumlah cacat.

k. Perakitan (*Assemble*)

Perakitan adalah gerakan yang menggabungkan satu objek dengan objek yang lain sehingga menjadi satu kesatuan. Gerakan ini biasanya didahului oleh salah satu *therblig* membawa atau mengarahkan dan dilanjutkan oleh *therblig* melepas.

l. Memakai (*Use*)

Yang dimaksud memakai di sini adalah bila satu tangan atau kedua-duanya dipakai untuk menggunakan alat.

Lamanya waktu yang dipergunakan untuk gerak ini tergantung dari jenis pekerjaan dan keterampilan pekerjanya.

m. Keterlambatan yang tak terhindarkan (*Unavoidable delay*)

Keterlambatan yang dimaksudkan di sini adalah kelambatan yang diakibatkan oleh hal-hal yang terjadi di luar kemampuan pengendalian pekerja. Contohnya karena ketentuan cara kerja yang mengakibatkan satu tangan mengganggu

sedangkan tangan yang lainnya bekerja, misalnya pada operator mesin bor. Sebagai akibat dari sifat alat dan pekerjaannya hanya memungkinkan satu tangan bekerja secara aktif.

Gangguan-gangguan yang terjadi seperti padamnya listrik, rusaknya alat-alat, dan sebagainya menyebabkan juga keterlambatan ini.

Keterlambatan dapat dikurangi dengan mengadakan perubahan atau perbaikan pada proses operasi.

n. Keterlambatan yang dapat dihindarkan (*Avoidable delay*)

Keterlambatan ini disebabkan oleh hal yang timbul sepanjang waktu kerja oleh pekerjaannya baik disengaja maupun tidak disengaja. Misalnya pekerja yang sedang menderita sakit batuk, ia batuk-batuk sepanjang waktu kerjanya dan hal ini menimbulkan pada pekerjaannya. Contoh lain: pekerja yang merokok ketika sedang bekerja. Untuk mengurangi keterlambatan ini, harus diadakan perbaikan oleh pekerjaannya sendiri tanpa harus mengubah proses operasinya.

o. Merencanakan (*Plan*)

Merencanakan merupakan proses mental yakni operator berpikir untuk menentukan tindakan yang akan diambil selanjutnya. *Therblig* ini lebih sering terjadi pada seorang pekerja baru.

p. Istirahat untuk menghilangkan kelelahan (*Rest to overcome fatigue*)

Hal ini tidak terjadi pada setiap siklus kerja, tetapi terjadi secara periodik. Waktu untuk memulihkan lagi kondisinya dari rasa lelah sebagai akibat kerja berbeda-beda, tidak saja karena jenis pekerjaannya tetapi juga karena individu pekerjaannya.

2.2.7. Ekonomi Gerakan

Untuk mendapatkan hasil kerja yang baik, tentu diperlukan perancangan sistem kerja yang baik pula. Oleh karena itu, sistem kerja harus dirancang sedemikian sehingga dapat memberikan hasil kerja yang diinginkan. Sistem kerja harus dirancang sedemikian rupa sehingga dapat memungkinkan dilakukannya gerakan-gerakan yang ekonomis. Prinsip-prinsip ekonomi gerakan yang dihubungkan dengan tubuh manusia dan gerakannya, pengaturan tata letak tempat kerja, dan perancangan alat.

a. Prinsip-Prinsip Ekonomi Gerakan dihubungkan dengan Tubuh Manusia dan Gerakan-Gerakannya

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

Ketiga prinsip di atas berkaitan cukup erat satu sama lain dan dapat dipertimbangkan secara bersama-sama.

Pada umumnya setiap pekerjaan akan lebih mudah dan cepat jika dikerjakan sekaligus oleh tangan kanan dan tangan kiri. Hal ini juga sesuai dengan analisis *therblig* pada studi gerakan. Gerakan yang simetris diperlukan agar kedua tangan mencapai keseimbangan antara satu dengan lainnya. Lintasan pekerjaan yang tidak teratur (tidak simetris) akan lebih cepat menimbulkan kelelahan, karena menimbulkan pekerjaan mental dan fisik yang lebih berat.

- iv. Gerakan tangan atau badan sebaiknya dihemat. Gerakan hanya bagian badan yang diperlukan saja untuk melakukan pekerjaan dengan sebaik-baiknya.
- v. Sebaiknya memanfaatkan momentum untuk membantu gerakan.
- vi. Gerakan yang patah-patah, banyak perubahan arah akan memperlambat gerakan tersebut.
- vii. Gerakan balistik akan lebih cepat, menyenangkan dan lebih teliti daripada gerakan yang dikendalikan.
- viii. Pekerjaan sebaiknya dirancang semudah-mudahnya dan jika memungkinkan irama kerja harus mengikuti irama yang alamiah bagi si pekerja.
- ix. Usahakan sesedikit mungkin gerakan mata.

b. Prinsip-Prinsip Ekonomi Gerakan dihubungkan dengan Tubuh Pengaturan Tata Letak Tempat Kerja

- i. Sebaiknya diusahakan agar badan dan peralatan mempunyai tempat yang tetap.

- ii. Tempatkan bahan-bahan dan peralatan di tempat yang mudah, cepat, dan enak untuk dicapai.
 - iii. Tempat penyimpanan bahan yang akan dikerjakan sebaiknya memanfaatkan prinsip gaya berat sehingga bahan yang akan dipakai selalu tersedia di tempat yang dekat untuk diambil.
 - iv. Mekanisme yang baik untuk menyalurkan obyek yang sudah selesai dirancang.
 - v. Bahan-bahan dan peralatan sebaiknya ditempatkan sedemikian rupa sehingga gerakan-gerakan dapat dilakukan dengan urutan-urutan terbaik.
 - vi. Tinggi tempat kerja dan kursi sebaiknya sedemikian rupa sehingga alternatif berdiri atau duduk dalam menghadapi pekerjaan merupakan suatu hal yang menyenangkan.
 - vii. Tipe tinggi kursi harus sedemikian rupa sehingga yang mendudukinya bersikap (mempunyai postur) yang baik.
 - viii. Tata letak peralatan dan pencahayaan sebaiknya diatur sedemikian rupa sehingga dapat membentuk kondisi yang baik untuk penglihatan.
- c. Prinsip-Prinsip Ekonomi Gerakan dihubungkan dengan Perancangan Peralatan
- i. Sebaiknya tangan dapat dibebaskan dari semua pekerjaan bila penggunaan perkakas pembantu atau alat yang dapat digerakkan dengan kaki dapat ditingkatkan.
 - ii. Sebaiknya peralatan dirancang sedemikian rupa agar mempunyai lebih dari satu kegunaan.
 - iii. Peralatan sebaiknya dirancang sedemikian rupa sehingga memudahkan dalam pemegangan dan penyimpanan.
 - iv. Bila setiap jari tangan melakukan gerakan sendiri-sendiri, misalnya seperti pekerjaan mengetik. Beban yang didistribusikan pada jari harus sesuai dengan kekuatan masing-masing jari.
 - v. Roda tangan, palang, dan peralatan yang sejenis dengan itu sebaiknya diatur sedemikian sehingga beban dapat melayaninya dengan posisi yang baik serta dengan tenaga yang minimum.

2.2.8. Peta Kerja

Peta kerja adalah suatu alat yang menggambarkan kegiatan kerja secara sistematis dan jelas (biasanya kerja produksi). Lewat peta-peta ini terlihat semua

langkah atau kejadian yang dialami oleh suatu benda kerja dari mulai masuk ke pabrik (berbentuk bahan baku), kemudian menggambarkan semua langkah yang dialaminya, seperti: transportasi, operasi mesin, pemeriksaan dan perakitan sampai akhirnya menjadi produk jadi, baik produk lengkap atau merupakan bagian dari suatu produk lengkap.

Pada dasarnya peta-peta bisa dibagi dalam dua kelompok besar berdasarkan kegiatannya, yaitu:

- a. Peta-peta kerja yang digunakan untuk menganalisis kegiatan kerja keseluruhan
- b. Peta-peta kerja yang digunakan untuk menganalisis kegiatan kerja setempat.

2.2.9. Peta Kerja Keseluruhan

Peta kerja keseluruhan adalah peta kerja yang melibatkan sebagian besar atau semua sistem kerja yang diperlukan untuk membuat produk yang bersangkutan. Peta kerja keseluruhan ini terdiri dari 4 macam peta yaitu:

a. Peta Proses Operasi

Peta proses operasi adalah suatu peta yang dapat menggambarkan langkah-langkah operasi dan pemeriksaan yang dialami oleh bahan dalam urutan-urutannya sejak awal sampai menjadi produk jadi utuh maupun sebagai bagian setengah jadi.

b. Peta Aliran Proses

Peta aliran proses adalah suatu diagram yang menunjukkan urutan-urutan dari operasi, pemeriksaan, transportasi, menunggu, dan penyimpanan yang terjadi selama satu proses atau prosedur berlangsung.

Peta aliran proses ini terbagi menjadi 3 macam yaitu peta aliran proses tipe bahan, peta aliran proses tipe orang, dan peta aliran proses tipe kertas.

Peta aliran proses tipe bahan menggambarkan kejadian yang dialami bahan dalam suatu proses atau prosedur operasi. Dengan hanya menggambarkan salah satu komponen produk jadi, peta ini menggambarkan salah satu bagian dari peta yang lebih kompleks.

Peta aliran proses adalah suatu peta yang menggambarkan suatu proses dalam bentuk aktivitas-aktivitas manusianya.

Peta aliran proses tipe kerjats yang digambarkan adalah aliran kertas yang menjalani sekumpulan urutan proses mengikuti suatu prosedur tertentu secara bertahap.

Peta aliran proses ini dapat digunakan untuk mengetahui aliran bahan, aktivitas orang atau aliran kertas dari awal masuk dalam suatu proses atau prosedur sampai aktivitas terakhir. Peta ini juga bisa memberikan informasi mengenai waktu penyelesaian suatu proses atau prosedur. Peta ini bisa digunakan untuk mengetahui jumlah kegiatan yang dialami bahan, orang atau kertas selama proses atau prosedur berlangsung.

c. Peta Proses Kelompok Kerja

Peta proses kelompok kerja adalah suatu peta yang digunakan dalam suatu tempat kerja di mana untuk melaksanakan pekerjaan tersebut memerlukan kerjasama yang baik dari sekelompok pekerja.

d. Diagram Aliran

Diagram aliran merupakan suatu gambaran menurut skala, dari susunan lantai dan gedung yang menunjukkan lokasi dari semua aktivitas yang terjadi dalam Peta Aliran Proses.

2.2.10. Peta Kerja Setempat

Peta kerja setempat adalah peta kerja yang membahas hanya satu sistem kerja saja yang biasanya melibatkan orang dan fasilitas dalam jumlah terbatas. Peta kerja setempat ini dibagi mendai 2 macam yaitu:

a. Peta Pekerja Mesin

Peta pekerja mesin adalah suatu peta yang memuat informasi mengenai hubungan antara manusia dengan mesin yang ada serta seluruh aktivitas yang dilakukan pada stasiun kerja tersebut, baik dilakukan oleh mesin maupun oleh manusia.

b. Peta Tangan Kiri Tangan Kanan

Peta tangan kiri tangan kanan merupakan suatu peta yang menggambarkan semua 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 suatu pekerjaan. Peta tangan kanan tangan kiri ini digunakan untuk menyeimbangkan gerakan kedua tangan dan mengurangi kelelahan, menghilangkan atau mengurangi gerakan-gerakan yang tidak efisien dan tidak produktif, sehingga

tentunya akan mempersingkat waktu kerja, sebagai alat untuk menganalisis tata letak sistem kerja, dan digunakan sebagai alat untuk melatih pekerja yang baru, dengan cara kerja yang ideal.

2.2.11. Snook Table

Alat analisis bahaya biasa disebut “*Snook Tables*” dikembangkan oleh Perusahaan *Liberty Mutual Insurance* dan dijelaskan dalam buku yang ditulis oleh Snook, S. H. Dan Ciriello, V. M. yang berjudul “*The Design of Manual Handling Tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces*”. Tabel ini berasal dari eksperimen menggunakan evaluasi psikofisik, dan dapat digunakan untuk mencari persentase populasi industri yang mampu untuk menahan gaya yang terhitung dalam tabel pengangkatan, penurunan, mendorong, menarik dan membawa. Pada dasarnya, mereka lebih umum digunakan daripada persamaan *Revised NIOSH Lifting* karena mereka digunakan untuk jenis pekerjaan yang lebih luas, tetapi dengan presisi yang kecil karena mereka lebih didasarkan pada perhitungan psikofisik daripada biomekanika. Ini merupakan sebagian dari kekurangan penggunaannya. Ketika persamaan NIOSH memunculkan kebutuhan batas berat untuk pengangkatan, *Snook Tables* menyediakan pedoman untuk menghitung proporsi populasi yang seharusnya dapat melakukan pekerjaan tersebut sebagai pekerjaan reguler dari pekerjaan sehari-hari. Keduanya dimaksudkan untuk membantu dalam mengendalikan cedera pada tulang belakang.

Tabel ini dikembangkan dengan tujuan untuk mengendalikan biaya pada operasi *manual material handling*. Biaya ini dapat dikaitkan dengan biaya tingginya resiko kecelakaan pada tulang belakang, menurunnya produktivitas dan kualitas berdasarkan desain pekerjaan yang buruk. Tabel ini menyediakan penggunaannya dengan penilaian resiko secara objektif dari suatu masalah pekerjaan *manual material handling* dan dasar atau pilar dari pembuatan solusi dengan membantu mengenal faktor resiko yang dikaitkan dengan pekerjaan *manual handling* dan membantu membuat keputusan bisnis yang baik dalam biaya implementasi dari solusi ergonomis yang memberikan nilai derajat tertinggi dalam kendali.

a. Tabel Kriteria Presentase Populasi

Aturan umumnya, desain pekerjaan manual untuk lebih dari 75% populasi pekerja wanita akan menganjurkan perlindungan dari kecelakaan *manual handling*. Studi menunjukkan bahwa 23 kasus dari klaim kecelakaan tulang

belakang berasal dari kecilnya persentas populasi kerjaan (pekerjaan hanya mampu dikerjakan oleh persentase populasi dengan jumlah yang sedikit) dapat dicegah jika pekerjaan tersebut didesain untuk mengakomodasi paling tidak lebih dari 75% dari populasi pekerja wanita yang ada (Snook et al, 1978). Pekerjaan yang mempunyai persentase populasi kurang dari 10% sebaiknya diprioritaskan untuk pengaturan ulang pekerjaan.

Untuk pekerjaan dan industri tertentu, sangat sulit untuk mendesain pekerjaan yang dapat dilakukan oleh 75% dari populasi pekerja wanita. Tabel ini sangat sering digunakan untuk melakukan bagaimana jika skenario dari beberapa campur tangan ergonomi dapat membantu menentukan biaya paling efektif dan solusi praktis yang dapat ditawarkan untuk level kendali yang tinggi.

b. Tabel Berat Beban Maksimum yang Diperbolehkan

Berikut ini merupakan langkah-langkah yang dimaksudkan untuk membantu penggunaan tabel dalam analisis resiko yang mungkin terjadi dalam pekerjaan yang melibatkan aktivitas pengangkatan, penurunan, menarik, mendorong, dan membawa.

i. Tabel Membawa dan Menurunkan:

1. Menentukan lebar dari objek (bagian luar dari tubuh) dalam tabel yang paling mendekati dengan pekerjaan yang diamati.
2. Memilih jarak yang paling mendekati dengan pengangkatan.
3. Memilih Zona Pengangkatan (Lantai sampai Telapak Tangan, Telapak Tangan sampai Pundak, Pundak sampai Jangkauan Tangan).
4. Memilih jenis kelamin pekerja.
5. Mencari berat yang paling mendekati dari tabel yang sesuai dengan lebar, jarak, zona, jenis kelamin, dan pengulangan.
6. Mencari persentase populasi yang dapat melakukan pekerjaan ini tanpa mengalami gangguan.

ii. Tabel Mendorong dan Menarik:

1. Memilih ketinggian dari aplikasi beban yang ada (lantai ke tangan).
2. Memilih jarak dorong atau tarik.
3. Mencari gaya yang paling mendekati dari tabel yang sesuai dengan ketinggian, jarak, jenis kelamin dan pengulangan.
4. Mencari persentase populasi yang dapat melakukan pekerjaan ini tanpa mengalami gangguan.

iii. Tabel Membawa:

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

2.2.12. Pendekatan ECRS (*Eliminate, Change, Rearrangement and Simplify*)

Terdapat beberapa pendekatan yang dapat dipertimbangkan dalam membuat solusi untuk perbaikan metode kerja antara lain adalah eliminasi beberapa pekerjaan yang tidak penting, menggabungkan beberapa elemen atau operasi, merubah urutan operasi yang ada dan menyederhanakan operasi yang ada.

a. Mengeliminasi beberapa pekerjaan yang tidak penting:

Keuntungan dari eliminasi pekerjaan yang tidak penting ini adalah jika pekerjaan tersebut dapat dihilangkan maka tidak diperlukan implementasi perubahan yang menghabiskan uang. Tidak ada gangguan atau *delay* yang disebabkan ketika terjadi perbaikan metode yang sedang dikembangkan, diuji maupun dijalankan. Tidak diperlukan pelatihan terhadap operator baru pada metode yang baru.

b. Menggabungkan beberapa operasi atau elemen:

Pada prinsipnya pendekatan ini merupakan pendekatan yang digunakan untuk menyederhanakan metode yang ada dengan menggabung beberapa operasi yang memiliki hubungan terkait sehingga dapat digabungkan.

c. Merubah urutan operasi:

Pendekatan ini merupakan pendekatan yang merancang ulang metode yang digunakan agar didapatkan hasil metode yang lebih sederhana dan mudah tanpa terjadinya *backtracking* atau arus yang bolak balik antara proses yang satu dengan proses berikutnya.

d. Menyederhanakan operasi seperlunya:

Pendekatan ini merupakan pendekatan yang ada pada tahapan terakhir dari perubahan-perubahan metode kerja yang ada. Pendekatan ini dilakukan dengan menganalisis selurus proses yang ada terlebih dahulu, kemudian dilakukan penyederhanaan proses tersebut dengan metode mengeliminasi, mengatur ulang, atau menggabungkan proses yang ada tersebut.

2.2.13. Lingkungan Kerja

Kinerja seseorang dalam melakukan pekerjaannya sering kali bergantung pada lingkungan fisik tempat pekerjaan tersebut dilakukan. Di samping dapat berdampak buruk pada kinerja, lingkungan fisik yang tidak dirancang dengan baik dapat mempengaruhi kesehatan dan bahkan keselamatan pekerja. Sebagai contoh, lampu penerangan di sebuah gudang dengan intensitas cahaya di bawah yang seharusnya, dapat menyebabkan seorang pekerja gudang salah membaca nomor komponen yang harus dia ambil. Seorang pekerja yang sehari-harinya terpapar kebisingan mesin produksi dengan tingkat yang cukup tinggi, mungkin tidak menyadari dampak paparan ini. Namun demikian, dalam beberapa tahun ke depan, boleh jadi pekerja tersebut akan mengalami penurunan kemampuan pendengaran yang mempengaruhi kinerja maupun aktivitas sosialnya. Untuk itu, tugas seorang praktisi ergonomi adalah memastikan bahwa lingkungan kerja telah dirancang dengan baik dan tidak memberi dampak buruk baik dari sisi kenyamanan kerja, maupun kesehatan kerja.

2.2.14. Pencahayaan

Menurut Chengalur et al. (2004), sejumlah karakteristik pekerjaan dapat menggambarkan berat-ringannya suatu beban visual, sehingga berbeda pekerjaan akan membutuhkan tingkat pencahayaan yang berbeda pula. Menurut Iridiastadi dan Yassierli (2014), salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengetahui apakah kondisi pencahayaan di suatu tempat telah memenuhi yang diharapkan adalah dengan mengukur iluminasi (*illuminance*) dari suatu sumber cahaya. Iluminasi adalah suatu ukuran banyaknya cahaya yang jatuh pada suatu permukaan atau benda kerja. Besarnya iluminasi bergantung pada seberapa jauh jarak dari sumber cahaya ke benda kerja/pekerjaan yang tengah dilakukan. Sumber penerangan ruangan, maupun lampu kerja yang bersifat lokal. Satuan dari banyaknya cahaya ini adalah lux, dan diukur dengan menggunakan pengukur cahaya (lux meter).

Menurut buku Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia, terdapat standar pencahayaan yang direkomendasikan untuk masing-masing tugas, kegiatan dan lokasi. Nilai yang terdapat dalam tabel tingkat pencahayaan yang direkomendasikan tersebut kedalam kisaran pencahayaan yang terdiri dari 3 nilai yaitu nilai yang lebih rendah (L), nilai tengah (R), dan nilai yang lebih tinggi (H).

Nilai yang lebih rendah (L) dari kisaran dapat digunakan bila pantulan atau kontras biasanya tidak tinggi, kecepatan dan ketepatan tidak penting dan tugas dilakukan hanya kadang-kadang. Nilai tengah (R) untuk masing-masing kisaran menyatakan layanan pencahayaan yang direkomendasikan yang mungkin akan digunakan. Nilai yang lebih tinggi (H) dari kisaran harus digunakan pada kasus-kasus pengecualian dimana pantulan rendah atau terjadi kontras dalam tugas, bila terjadi kesalahan akan mahal untuk diperbaiki, pekerjaan visual yang kritis, ketepatan atau produktivitas yang lebih tinggi merupakan hal yang sangat penting dan kapasitas visual pekerja menjadi penting.

Standar pencahayaan untuk masing-masing aktivitas yang ada di industri mebel atau pengolahan kayu sesuai dengan jenis industri perusahaan yang diamati dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Standar Pencahayaan yang Direkomendasikan
(Sumber: Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia, UNEP, 2006)

12. Penggajian kayu dan mebel	
Umum	150-200-300
Kepala gergaji	300-500-750
Pengelasan	500-750-1000
Bengkel pengerjaan kayu	
Penggajian kasar, pembuatan meja kerja	200-300-500
Pemotongan ukuran, perencanaan, pengampelasan, pekerjaan mesin menengah dan pembuatan meja kerja	300-500-750
Pekerjaan mesin dan meja kerja yang sangat halus, pengampelasan halus, penyelesaian akhir	500-750-1000
Pembuatan mebel	
Toko bahan baku	50-100-150
Toko barang jadi	100-150-200
Perakitan dan penyesuaian kayu, penggajian kasar, pemotongan	200-300-500
Permesinan, pengampelasan dan perakitan, pemolesan	300-500-750
Ruangan total	300-500-750
Tempat penyemprotan	
Penyelesaian akhir warna	300-500-750
Pembersihan akhir	200-300-500
Pembuatan lemari kabinet	
Pemilahan dan pengelasan lapisan permis	750-1000-1500
Hiasan dekoratif/ <i>Marquetry</i> , Pengepresan, pressing, penambalan, pencocokan	300-500-750
Pemeriksaan akhir	500-750-1000
Pembuatan kain pembalut	
Pemeriksaan kain	1000-1500-2000
Pengisian, penutupan	300-500-750
Pelepasan, pemotongan, penjahitan	500-750-1000
Pembuatan kasur	
Perakitan	300-500-750
Pemberian pinggiran dengan pita	750-1000-1500

2.2.15. Kebisingan

Analisis tingkat kebisingan ini dilakukan dengan menggunakan alat bantu yaitu *sound level meter* (SLM). Menurut Iridiastadi dan Yassierli (2014), *sound level meter* (SLM) adalah alat yang digunakan untuk mengukur kebisingan di tempat kerja, yang hasilnya dapat dibandingkan dengan berbagai standar yang tersedia. Alat ini memiliki satuan skala dB(A).

Batas aman paparan kebisingan telah ditetapkan di berbagai negara. Di Amerika Serikat, OSHA menetapkan 90dB(A) sebagai batas maksimum paparan kebisingan selama 8 jam kerja. Tabel 5.2. memberikan batas paparan (jam per hari) yang diperbolehkan untuk tingkat kebisingan lebih dari atau sama dengan 90 dB(A).

Tabel 2.2. Paparan Kebisingan yang Diperbolehkan
(Sumber: Ergonomi Suatu Pengantar, Iridiastadi dan Yassierli, 2014)

<i>Duration per day, hours</i> (Durasi per hari, jam)	<i>Sound level dBA slow response</i> (Level suara dBA respon lambat)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1 ½	102
1	105
½	110
¼ atau kurang	115

2.2.16. Metode-Metode Produksi

Sebelum rancangan proses sebenarnya dilakukan, keputusan yang harus dibuat adalah penentuan metode produksi untuk satu komponen atau produk. Ada beberapa pilihan metode produksi, antara lain sebagai berikut:

- a. Metode Produk (produksi runtut pada produksi massal): pada produksi runtut, produksi massal, atau produksi jalur, pekerjaan yang dituntut untuk menghasilkan sebuah komponen atau produk dibagi ke dalam operasi-operasi mandiri, yang biasanya disusun menurut urutan, dalam satu jalur atau lintas. Mesin mandiri (atau peralatan lain) disusun menurut urutan proses yang ditentukan pada pengurutan produksi. Setiap komponen berjalan dari satu mesin menuju mesin berikutnya dan seterusnya melewati seluruh daur dari operasi yang dibutuhkan. Lintasan untuk tiap komponen mengakibatkan satu jalur lurus. Jika produk dibakukan dan dibuat dalam jumlah besar metode produk ini sangat dibutuhkan. Biasanya semua peralatan yang dibutuhkan untuk memproduksi satu komponen ditempatkan dalam satu wilayah.
- b. Metode proses serupa: pekerjaan yang dilakukan serupa dari satu pesanan ke pesanan lainnya, tetapi tidak identik.
- c. Metode proses (produksi *job-order*, produksi *job shop*, produksi tak tetap atau tak bersinambung): ditandai oleh perbedaan akhir produk yang besar. Pusat kerja disusun disekitar satu jenis pekerjaan atau peralatan tertentu. Karena itu teknik ini seringkali disebut metode proses, berlawanan dengan metode produk. Pekerjaan kemudian mengalir melewati departemen-departemen ini atau pusat kerja ini dalam bentuk kelompok pekerjaan yang disebut *lot*.
- d. Pekerjaan Pesanan: dalam pekerjaan pesanan (*job-order*) akhir produk sangat berlainan untuk tiap pekerjaan, sehingga produk diproses sangat berbeda dari jenis pekerjaan lain.

2.2.17. Keuntungan Aliran Barang Terencana

Beberapa keuntungan adanya aliran barang yang sudah terencana, antara lain sebagai berikut:

- a. Menaikan efisiensi produksi, produktivitas.
- b. Pemanfaatan ruangan pabrik yang lebih baik.
- c. Kegiatan pemindahan yang lebih sederhana.
- d. Mengurangi waktu dalam proses.
- e. Mengurangi persediaan dalam proses.
- f. Pemanfaatan tenaga kerja lebih efisien.
- g. Mengurangi kerusakan produk.
- h. Kecelakaan minimal.
- i. Mengurangi jarak jalan kaki.

- j. Mengurangi kemacetan lalu lintas di gang.
- k. Dasar bagi tata letak yang efisien.
- l. Penyeliaan lebih mudah.
- m. Pengendalian produksi lebih sederhana.
- n. Langkah balik minimum.
- o. Aliran produksi lancar.
- p. Proses penjadwalan lebih baik.
- q. Mengurangi kondisi penuh sesak.
- r. Kerumahtanggaan lebih baik.
- s. Uraian pekerjaan logis.

2.2.18. Faktor-Faktor untuk Dipertimbangkan dalam Perencanaan Aliran Barang

Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan aliran barang, antara lain sebagai berikut:

- a. Bahan atau Produk (unsur-unsur yang mengalir melewati fasilitas yang ada): Karakteristik (Pengiriman dan Penerimaan), volume produksi, jumlah komponen yang berbeda, jumlah operasi dan kebutuhan gudang.
- b. Pemandahan (gerakan): Frekuensi, kecepatan, laju, volume Kegiatan, cakupan, wilayah, jarak, sumber, tujuan, simpangan, aliran yang dibutuhkan antar tempat kerja dan tempat pengiriman dan penerimaan.
- c. Metode Pemandahan: Satuan yang dipindahkan, kemungkinan pemakaian grafitasi, prinsip pemandahan bahan, keluwesan yang diinginkan, peralatan yang dibutuhkan, cara lain (alternatif) dan perencanaan pemandahan bahan.
- d. Proses (Pusat Kegiatan): Jenis, urutan operasi, kemungkinan pelaksanaan pemrosesan sambil dipindah, tuntutan khusus kegiatan, tuntutan produk atau tata letak proses, jumlah peralatan, kebutuhan ruang dan jumlah rakitan bagian.
- e. Bangunan: Ukuran, bentuk, jenis, jumlah lantai, letak pintu, letak gang, letak dan lebar gang, tinggi langit-langit dan letak departemen yang diinginkan.
- f. Tapak: Topografi, fasilitas transportasi dan peluang perluasan.
- g. Pegawai: Jumlah, perpindahan (gerakan), keselamatan, kondisi kerja dan kebutuhan penyeliaan.
- h. Macam-Macam: Letak kegiatan dan pelayanan penunjang, peluang kerusakan pada bahan, biaya penyelenggaraan, pengendalian produksi, keluwesan, daya perluasan dan area kegiatan.

2.2.19. Activity Relationship Chart (ARC)

Activity Relationship Chart (ARC) akan memberikan pertimbangan mengenai derajat pertimbangan mengenai derajat kedekatan (*closeness*) dari suatu departemen terhadap departemen lainnya dengan ukuran-ukuran yang lebih bersifat kualitatif seperti mutlak atau tidak mutlak harus berdekatan, cukup penting untuk diletakkan berdekatan dan lain-lain (Sritomo, 2009).

Berdasarkan peringkat kedekatan, penempatan antar departemen dapat menggunakan pendekatan algoritmik dimana salah satu contoh dari pendekatan algoritmik adalah metode *Relationship Diagramming*. Metode ini merupakan dasar untuk mengkonstruksi tata letak baru yang mengutamakan departemen dengan jumlah A terbanyak. *Input* yang dibutuhkan adalah *Activity Relationship Chart* (ARC) dan membuat *worksheet* dari ARC sebagai dasar konstruksi untuk *activity relationship diagram* (ARD) (Tompkins, 2010).

ARC dilakukan untuk melihat hubungan antar mesin dengan meson atau hubungan satu departemen dengan departemen lainnya dengan mengamati frekuensi kesinambungan aliran produk. Dengan pengelompokan tersebut maka dapat diperoleh tata letak mesin yang efektif sehingga mengoptimalkan operasi dan meningkatkan produktivitas. Jadi ARC adalah teknik ideal untuk desain *relationship* antara setiap kelompok aktivitas yang saling berkaitan. Perencanaan aktivitas *relationship* menggunakan ARC sebagai instrumen analisa dalam pengerjaannya.

Kegunaan ARC adalah:

- a. Penyusunan urutan pendahuluan bagi peta dari-ke.
- b. Lokasi relatif dari pusat kerja atau departemen dalam satu kantor.
- c. Lokasi kegiatan dalam satu usaha pelayanan.
- d. Lokasi pusat kerja dalam operasi perawatan atau perbaikan.
- e. Lokasi nisbi dari daerah pelayanan satu kegiatan dengan yang lainnya, serta alasannya.
- f. Memperoleh satu landasan bagi penyusunan daerah selanjutnya.

Secara garis besar langkah-langkah dalam membuat ARC adalah sebagai berikut:

- a. Catat semua departemen pada ARC.
- b. Lakukan wawancara atau survei pada tenaga kerja tiap-tiap departemen atau kepada pihak manajemen tentang aktivitas pada setiap departemen.

- c. Masukkan alasan setiap pasangan departemen pada ARC yang didasarkan pada informasi karyawan dan pihak manajemen atau pengetahuan tentang *relationship* antar aktivitas.
- d. Catat derajat kedekatan tiap pasangan pada ARC sesuai dengan alasan yang dimasukkan.
- e. Evaluasi ARC dengan meminta pertimbangan orang lain yang mengerti tentang keterkaitan antar departemen.

Dalam pembuatan ARC kode derajat *relationship* yang menggunakan huruf-huruf (A,E,I,O,U,X) diletakkan pada bagian atas kotak. Sedangkan alasan derajat *relationship* dimasukkan di kotak bawah.

