Bab 2

Landasan Teori

2.1. Sejarah dan Perkembangan Ergonomi

Zaman dahulu, ketika masih hidup dalam lingkungan alam asli manusia sangat tergantung pada kegiatan tangannya. Peralatan-peralatan, perlengkapan-perlengkapan dan rumah-rumah sederhana dibuat hanya sekedar untuk mengurangi ganasnya alam pada saat itu.

Perjalanan waktu, walaupun perlahan telah mengubah manusia dari keadaan primitif menjadi manusia yang berbudaya. Kejadian ini antara lain terlihat pada perubahan rancangan peralatan-peralatan yang dipakai, yaitu mulai dari batu yang tidak berbentuk menjadi batu yang mulai berbentuk dengan meruncingkan beberapa bagian dari batu tersebut. Perubahan pada alat sederhana ini, menunjukan bahwa manusia sejak awal kebudayaannya telah berusaha memperbaiki alat-alat yang dipakainya untuk memudahkan dalam pemakaiannya. Hal ini terlihat lagipada alat-alat batu runcing yang bagian atasnya dipahat bulat kira-kira sebesar genggaman sehingga lebih memudahkan pemegangan dan cengkraman saat digunakan.

Banyak lagi perbuatan-perbuatan manusia yang serupa dengan itu dari abad-keabad. Namun, hal itu berlangsung apa adanya, tidak teratur dan tidak terarah, bahkan kadang-kadang secara kebetulan. Baru diabad ke-20 ini orang-orang mulai mensistematikan cara-cara perbaikan tersebut dan secara khusus dikembangkan. Usaha-usaha itu terus berkembang dan sekarang dikenal sebagai salah satu cabang ilmu yang disebut Ergonomi. Istilah untuk ilmu baru ini berbeda di beberapa negara, seperti “ Arbeltswissenschaft” di Jerman “Bioteknologi” dinegara-negara Skandinavia: “Human Engineering”, “Human Factors Engineering” di negara-negara Amerika bagian utara. Perbedaan nama-nama hendaknya tidak dijadikan masalah karena secara praktis istilah-istilah tersebut memiliki makna yang sama. Pada dasarnya, Ergonomi ialah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk

memanfaatkan informasi-informasi mengenal sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia dalam merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, aman, sehat dan efisien. Tidak hanya hubungan dengan alat, Ergonomi juga mencakup pengkajian interaksi, antara manusia dengan unsur-unsur sistem kerja lain, yaitu bahan dan lingkungan. Bahkan metode dan interaksi.

2.2. Definisi Ergonomi

Istilah “ergonomi” berasal dari bahasa latin yaitu *Ergon* (Kerja) dan *Nomos* (Hukum Alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, engineering, manajemen dan desain atau perancangan. Ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia ditempat bekerja, dirumah dan tempat rekeasi. Didalam eronomi dibutuhkan studi tentang sistem dimana manusia, fasilitas kerja dan lingkungannya saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya. Ergonomi disebut juga “*human factors*”. Menurut International Ergonomics Association, ergonomi juga digunakan oleh berbagai macam ahli atau profesional pada bidangnya misalnya: ahli anatomi, arsitektur, perancangan produk industri, fisika, fisioterapi, terapi pekerjaan, psikologi dan teknik industri. Selain itu ergonomi juga dapat diterapkan untuk bidang fisiologi, psikologi, perancangan, analisis, sintesis, evaluasi proses kerja dan produk bagi wiraswasta, manajer, pemerintah, militer, dosen dan mahasiswa.

Penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktivitas rancang bangun (desain) ataupun rancang ulang (*re*-desain). Hal ini dapat meliputi perangkat keras seperti misalnya perkakas kerja (*tools*), bangku kerja (*benches*), platform, kursi, pegangan alat kerja (*workholder*), sistem pengendalian (*controls*), alat peraga (*displays*), jalan atau lorong (*access ways*), pintu (*door*), jendela (*windows*) dan lain-lain. Masih dalam kaitan dengan hal tersebut diatas adalah bahasan mengenai

rancang bangun lingkungan kerja (working environment), karena jika sistem perangkat keras berubah maka akan berubah pula lingkungan kerjanya.

Ergonomi dapat berperan pula sebagai desain pekerjaan pada suatu organisasi, misalnya penentuan jumlah jam istirahat, pemilihan jadwal pergantian waktu kerja (*shift* kerja), meningkatkan variasi pekerjaan dan lain-lain. Ergonomi dapat pula berfungsi sebagai desain perangkat lunak karena semakin banyaknya pekerjaan yang berkaitan erat dengan komputer. Penyampaian informasi dalam suatu sistem komputer hasur pula diusahakan sekompatible mungkin sesuai dengan kemampuan pemprosesan informasi oleh manusia.

Disamping itu ergonomi juga memberikan peran penting dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja, misalnya desain suatu sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri dan ngilu pada sistem kerangka dan otot manusia, desain stasiun kerja untuk alat peraga visual (*visual display unit station*). Hal itu adalah untuk mengurangi ketidaknyamanan visual dan postur kerja, desain suatu perkakas kerja (*handtool*) untuk mengurangi kelelahan kerja, desain suatu peletakan instrumen dan sistem pengendalian agar didapat optimasi, efisien kerja dan hilangya resiko kesehatan akibat metode kerja yang kurang tepat.

Penerapan faktor ergonomi lainnya yanfg tidak kalah penting adalah untuk desain dan evaluasi produk. Produk-produk ini harus dapat dengan mudah diterapkan (dimengerti dan digunakan) pada sejumlah populasi masyarakat tertentu tanpa mengakibatkan bahaya atau resiko dalam penggunaanya.

2.3. Dasar Keilmuan dari Ergonomi

Banyak penerapan ergonomi yang hanya berdasarkan sekedar "*common sense*" (dianggap suatu hal yang sudah biasa terjadi) dan hal itu benar, jika sekiranya suatu keuntungan yang besar bisa didapathanya sekedar dengan penerapansuatu prinsip yang sederhana. Hal ini biasanya merupakan kasus dimana ergonomi belum dapat diterima sepenuhnya sebagai alat untuk proses desain, akan tetap masih banyak aspek ergonomi yang jauh dari kesadaran manusia. Karakteristik

fungsional dari manusia seperti kemampuan pengindraan, waktu respon atau tanggapan, daya ingat, posisi optimum tangan dan kaki untuk efisiensi kerja otot dan lain-lain merupakan suatu hal yang belum sepenuhnya dipahami oleh masyarakat awam. Agar didapat suatu perancangan pekerjaan maupun produk yang optimum daripada tergantung dan harus rela dengan "*trial and error*" maka pendekatan ilmiah harus segera diadakan.

Ilmu-ilmu terapan yang banyak berhubungan dengan fungsi tubuh manusia adalam anatomi dan fisiologi. Untuk menjadi ergonomi diperlukan pengetahuan dasar tentang fungsi dari sistem kerangka otot. Yang berhubungan dengan hal tersebut adalah Kinesiologi Biomekanika (aplikasi ilmu mekanika teknik untuk analisis sistek kerangka otot manusia). Ilmu-ilmu ini akan memberikan modal dasar untuk mengatasi masalah postur dan pergerakan manusia di tempat dan ruang kerjanya.

Disamping itu, suatu hal yang vital pada penerapan ilmiah untuk ergonomi adalah Antropometri (kalibrasi tubuh manusia). Dalam hal ini terjadi penggabungan dan pemakaian data antropometri dengan ilmu-ilmu statistik yang menjadi persyaratan utama.

2.4. Metode Ergonomi

Terdapat beberapa metode dalam pelaksanaan ilmu ergonomi. Metode-metode tersebut antara lain:

1. *Diagnosis*, dapat dilakukan melalui wawancara dengan pekerja, inspeksi tempat kerja penilaian fisik pekerja, uji pencahayaan, *ergonomic checklist* dan pengukuran lingkungan kerja lainnya. Variasinya akan sangat luas mulai dari yang sederhana sampai kompleks.
2. *Treatment*, pemecahan masalah ergonomi akan tergantung data dasar pada saat diagnosis. Kadang sangat sederhana seperti merubah posisi mebel, letak pencahayaan atau jendela yang sesuai. Membeli *furniture* sesuai dengan demensi fisik pekerja.

3. *Follow-up*, dengan evaluasi yang subyektif atau obyektif, subyektif misalnya dengan menanyakan kenyamanan, bagian badan yang sakit, nyeri bahu dan siku, keletihan , sakit kepala dan lain-lain. Secara obyektif misalnya dengan parameter produk yang ditolak, absensi sakit, angka kecelakaan dan lain-lain.

2.5. Prinsip Ergonomi

Memahami prinsip ergonomi akan mempermudah evaluasi setiap tugas atau pekerjaan meskipun ilmu pengetahuan dalam ergonomi terus mengalami kemajuan dan teknologi yang digunakan dalam pekerjaan tersebut terus berubah. Prinsip ergonomi adalah pedoman dalam menerapkan ergonomi di tempat kerja, menurut Baiduri dalam diktat kuliah ergonomi terdapat 12 prinsip ergonomi yaitu:

- Bekerja dalam posisi atau postur normal;
- Mengurangi beban berlebihan;
- Menempatkan peralatan agar selalu berada dalam jangkauan;
- Bekerja sesuai dengan ketinggian dimensi tubuh;
- Mengurangi gerakan berulang dan berlebihan;
- Minimalisasi gerakan statis;
- Minimalisasikan titik beban;
- Mencakup jarak ruang;
- Menciptakan lingkungan kerja yang nyaman;
- Melakukan gerakan, olah raga, dan peregangan saat bekerja;
- Membuat agar *display* dan contoh mudah dimengerti;
- Mengurangi stres.

2.6. Pengelompokkan Bidang Kajian Ergonomi

Pengelompokkan bidang kajian ergonomi yang secara lengkap dikelompokkan oleh Dr. Ir. Iftikar Z. Sutalaksana sebagai berikut:

1. Faal Kerja, yaitu bidang kajian ergonomi yang meneliti energi manusia yang dikeluarkan dalam suatu pekerjaan. Tujuan dan bidang kajian ini adalah untuk perancangan sistem kerja yang dapat meminimasi konsumsi energi yang dikeluarkan saat bekerja.

2. Antropometri, yaitu bidang kajian ergonomi yang berhubungan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia untuk digunakan dalam perancangan peralatan dan fasilitas sehingga sesuai dengan pemakainya.
3. Biomekanika yaitu bidang kajian ergonomi yang berhubungan dengan mekanisme tubuh dalam melakukan suatu pekerjaan, misalnya keterlibatan otot manusia dalam bekerja dan sebagainya.
4. Penginderaan, yaitu bidang kajian ergonomi yang erat kaitannya dengan masalah penginderaan manusia, baik indera penglihatan, penciuman, perasa dan sebagainya.
5. Psikologi kerja, yaitu bidang kajian ergonomi yang berkaitan dengan efek psikologis dan suatu pekerjaan terhadap pekerjanya, misalnya terjadinya stres dan lain sebagainya.

Pada prakteknya, dalam mengevaluasi suatu sistem kerja secara ergonomi, kelima bidang kajian tersebut digunakan secara sinergis sehingga didapatkan suatu solusi yang optimal, sehingga seluruh bidang kajian ergonomi adalah suatu sistem terintegrasi yang semata-mata ditujukan untuk perbaikan kondisi manusia pekerjanya.

2.7. Spesialisasi Bidang Ergonomi

Spesialisasi bidang ergonomi meliputi ergonomi fisik, ergonomi kognitif, ergonomi sosial, ergonomi organisasi, ergonomi lingkungan dan faktor lain yang sesuai. Evaluasi ergonomi merupakan studi tentang penerapan ergonomi dalam suatu sistem kerja yang bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan penerapan ergonomi, sehingga didapatkan suatu rancangan keergonomikan yang terbaik.

1. Ergonomi Fisik: berkaitan dengan anatomi tubuh manusia, anthropometri, karakteristik fisiolgi dan biomekanika yang berhubungan dnegan aktifitas fisik. Topik-topik yang relevan dalam ergonomi fisik antara lain: postur kerja, pemindahan material, gerakan berulan-ulang, MSD, tata letak tempat kerja, keselamatan dan kesehatan.

2. Ergonomi Kognitif: berkaitan dengan proses mental manusia, termasuk di dalamnya; persepsi, ingatan, dan reaksi, sebagai akibat dari interaksi manusia terhadap pemakaian elemen sistem. Topik-topik yang relevan dalam ergonomi kognitif antara lain; beban kerja, pengambilan keputusan, performance, human-computer interaction, keandalan manusia, dan stres kerja.
3. Ergonomi Organisasi: berkaitan dengan optimasi sistem sosioleknik, termasuk sturktur organisasi, kebijakan dan proses. Topik-topik yang relevan dalam ergonomi organisasi antara lain; komunikasi, MSDM, perancangan kerja, perancangan waktu kerja, timwork, perancangan partisipasi, komunitas ergonomi, kultur organisasi, organisasi virtual, dan lain-lain.
4. Ergonomi Lingkungan: berkaitan dengan pencahayaan, temperatur, kebisingan, dan getaran. Topik-topik yang relevan dengan ergonomi lingkungan antara lain perancangan ruang kerja, sistem akustik, dan lain-lain.

2.8. Beban Kerja Mental

Beban kerja (*work load*) diartikan Hancock dan Meshkati (1988) sebagai suatu bentuk perkiraan awal yang mewakili beban yang disebabkan oleh operator untuk mencapai suatu level performansi tertentu. Selain itu Hancok dan Meshkati (1988) menjelaskan pula bahwa beban kerja (*work load*) diartikan sebagai suatu beban yang dipusatkan pada manusia bukan pada suatu pekerjaan. Beban kerja bukan suatu properti yang melekat tetapi merupakan suatu yang muncul dari interaksi antara kebutuhan pekerjaan yang dipengaruhi oleh pekerjaan yang ditampilkan. Beban kerja (*work load*) adalah sejumlah energi yang dikeluarkan dari suatu sistem kerja yang dilakukan oleh manusi pada suatu pekerjaan tertentu. Oleh karena itu beban kerja lebih ditekankan kepada personal atau manusia yang melakukan suatu pekerjaan pada suatu waktu tertentu dengan kondisi tertentu pula.

Fernando menjelaskan bahwa pengukuran beban kerja baik psikologis maupun secara umum sangat tergantung pada konstruksi sumber daya. Artinya ada suatu tingkat kapabilitas dan sikap tertentu (yang teratur) yang dibutuhkan oleh suatu pekerjaan. Dengan demikian beban kerja (*work load*) merupakan persentase tertentu dari sumber daya yang dimiliki yang digunakan untuk melakukan

serangkaian tugas. Bila kapasitas seseorang dalam melakukan pekerjaan terpakai sampai 100% untuk mengakibatkan tekanan bagi pekerja, baik secara fisik maupun psikologis.

Secara garis besar dalam McCormik dan Sanders (1993) dijelaskan bahwa kegiatan-kegiatan kerja manusia dapat digolongkan menjadi kerja fisik (otot) dan kerja mental (otak). Pemisah ini tidak dapat dilakukan secara sempuna karena terdapat hubungan yang erat atara satu dengan lainnya.

2.8.1. Definisi Beban Kerja Mental (*Mental Workload*)

Beban kerja mental menurut Henry R. Jex yaitu selisih antara tuntutan beban kerja dari suatu tugas dengan kapasitas maksimum beban mental seseorang dalam kondisi termotivasi. Aspek psikologis dalam suatu pekerjaan berubah setiap saat. Faktor-faktor yang menyebabkan perubahan aspek psikologis dapat berasal dari dalam diri sendiri (*internal*) atau dari luar diri sendiri seperti pekerjaan dan lingkungan (*eksternal*). Baik faktor internal maupun eksternal sulit dilihat dari kasat mata sehingga dalam pengamatan hanya dilihat dari hasil pekerjaan atau faktor yang dapat diukursecara obyektif ataupun dari tingkah laku dan penuturan si pekerja sendiri yang dapat diidentifikasi. Selain itu beberapa individu memiliki kondisi tubuh dan melakukan yang sama, secara obyektif menunjukan tingkat performansi yang sama. Sebagian individu berpendapat bahwa pekerjaan yang dilakukan ringan dan tidak menguras otak sementara individu lainnya berpendapat sebaliknya. Hai ini mendasari munculnya ide mengenai beban kerja mental.

2.8.2. Faktot-faktor yang Mempengaruhi Beban Mental

Menurut MacCormick dan Sanders pelaksanaan pengukuran beban kerja mental memiliki beberapa kriteria yaitu:

1. Sensitivity

   Dalam pengukuran beban kerja mental seharusnya mencirikan suatu yang berbeda dalam situasi pekerjaan tertentu.
2. Selectivity

   Pengukuran beban mental sebaiknya tidak dipengarui oleh faktor-faktor selain dari beban mental itu sperti fisik dan emosional.
3. Interference

   Dalam pelaksanaan pengukuran beban kerja mental hendaknya tidak mempengaruhi atau mengintrupsi kepada beban kerja yang telah diprediksi.
4. Reliability

   Mengukur beban kerja hendaknya dapat dipercaya hasil pengukurannya.
5. Acceptability

   Hasil pengukuran bebn kerja dapat diterima masyarakat umunya dan khususnya untuk tempat diambilnya penelitian.

2.8.3. Dampak Beban Kerja Mental Berlebihan

Ada beberapa hal yang menampakan dampak dari kelebihan beban mental berlebih, seperti yang diterangkan oleh Hancock dan Mesahkati yaitu:

1. Kebingungan, frustasi dan kegelisahan
2. Stres yang muncul dan berkaitan dengan kebingungan, frustasi dan kegelisahan
3. Stres yang tinggi dan intens berkaitan dengan kebingungan, frustasi dan kegelisahan sehingga stres membutuhkan suatu pengendalian yang sangat besar.

2.8.4. Pengukuran Beban Kerja Mental

Pengukuran beban kerja mental atau psikologi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu

1. Pengukuran beban mental secara objektif

   Pengukuran beban kerja psikologi secara obyektif dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu:

   a. Pengukuran denyut jantung

      Secara umum, peningkatan denyut jantung berkaitan dengan meningkatnya level pembebanan kerja.

   b. Pengukuran waktu kedipan mata

      Secara umum, pekerjaan yang membutuhkan atensi visual berasosiasi dengan kedipan mata yang lebih sedikit dan durasi kedipan lebih pendek.

   c. Pengukuran dengan metode lain

      Pengukuran dilakukan dengan alat flicker, berupa alat yang memiliki sumber cahaya yang berkedip makin lama makin cepat sehingga pada suatu saat sukar untuk diikuti oleh mata biasa.

2. Pengukuran beban mental secara subyektif

   Pengukuran beban kerja psikologis secara subjektif dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu:

   a. NASA-*Task Load Index* (TLX)
   b. *Subjective Workload Assesment Technique* (SWAT)
   c. *Modief Cooper Harder Scaling* (MCH)

Dari beberapa metode tersebut metode yang paling banyak digunakan dan terbukti memberikan hasil yang cukup baik adalah NASA-TLX dan SWAT (Hancock dan Meshkati, 1988).

2.8.4.1. NASA-TLX

Beban usaha mental merupakan indikasi yang memberikan gambaran besarnya kebutuhan mental dan perhatian untuk menyelesaikan tugas. Susilowati menjelaskan bahwa dengan beban usaha mental rendah dan performansi

cenderung otomatis. Sejalan dengan meningkatnya beban usaha mental maka konsentrasi dan perhatian sesuai Metode NASA-TLX

Metode NASA-TLX dikembangkan oleh Sandra G. Hart dari NASA-*Ames Research Center* dan Lowell E. Staveland dari *San Jose State University* pada tahun 1981. Metode ini berupa kuesioner dikembangkan berdasarkan munculnya kebutuhan pengukuran subjektif yang lebih mudah namun lebih sensitif pada pengukuran beban kerja.

Hancock dan Meshkati menjelaskan beberapa pengembangan metode NASA-TLX yang dituliskan dalam Susilowati antara lain:

1. Kerangka Konseptual

   Beban kerja timbul dari interaksi antara kebutuhan tugas dan pekerjaan, kondisi kerja, tingkah laku dan persepsi pekerja (teknisi). Tujuan kerangka konseptual adalah menghindari variabel-variabel yang tidak berhubungan dengan beban kerja subjektif. Dalam kerangka konseptual sumber-sumber yang berbeda dan hal-hal yang dapat mengubah beban kerja disebutkan satu demi satu dan dihubungkan.
2. Informasi yang Diperoleh dari Peringkat (*Rating*) Subjektif

   Peringkat subjektif merupakan metode yang paling sesuai untuk mengukur beban kerja mental dan memberikan indikator yang umumnya paling valid dan sensetif. Peringkat subjektif merupakan satu-satunya metode yang memberikan informasi mengenai tugas secara subjektif terhadap pekerja atau teknisi dan menggabungkan pengaruh dari kontributor-kontributor beban kerja.
3. Pembuatan Skala Rating Beban Kerja
   a. Memilih kumpulan subskala yang paling tepat
   b. Menentukan bagaimana menggabungkan subskala tersebut untuk memperoleh nilai beban kerja yang sensitif terhadap sumber dan definisi beban kerja yang berbeda baik diantara tugas maupun diantara pemberi peringkat.
   c. Menentukan prosedur terbaik untuk memperoleh nilai terbaik untuk memperoleh nilai numerik untuk subskala tertentu.

4. Pemilihan Subskala

   Ada tiga subskala dalam penelitian, yaitu skala yang berhubungan dengan tugas dan skala yang berhubungan dengan tingkah laku (usaha fisik, usaha mental dan performansi), skala yang berhubungan dengan subjek (frustasi, stres dan kelelahan).

Susilowati juga menjelaskan beberapa subskala yang ditulis Hart dan Staveland antara lain:

1. Skala yang berhubungan dengan tugas

   Peringkat yang diberikan pada kesulitan tugas memberikan informasi langsung terhadap persepsi kebutuhan subjek yang dibedakan oleh tugas. Tekanan waktu dinyatakan sebagai faktor utama dalam definisi dan model beban kerja yang paling operasional, dikuantitatifkan dengan membandingkan waktu yang diperlukan untuk serangkaian tugas dalam eksperimen.
2. Skala yang berhubungan dengan tingkah laku

   Faktor usaha fisik memanipulasi eksperimen dengan faktor kebutuhan fisik sebagai komponen kerja utama. Hasil eksperimen menunjukan bahwa faktor usaha fisik memiliki korelasi yang tinggi tapi tidak memberikan kontribusi yang signifikan terhadap beban kerja semuanya. Faktor usaha mental merupakan kontributor penting pada beban kerja pada saat jumlah tugas operasional meningkat karena tanggungjawab pekerja berpindah-pindah dari pengendalian fisik langsung menjadi pengawasan. Peringkat usaha mental berkorelasi dengan peringkat beban kerja keseluruhan dalam setiap kategori eksperimen dan merupakan faktor kedua yang paling tinggi korelasinya dengan beban kerja keseluruhan.
3. Skala yang berhubungan dengan subjek

   Frustasi merupakan beban kerja ketiga yang paling relevan. Peringkat frustasi berkorelasi dengan peringkat beban kerja keseluruhan secara signifikan pada semua kategori eksperimen. Peringkat stres mewakili manipulasi yang mempengaruhi peringkat beban kerja keseluruhan dan merupakan skala yang palin indivenden.

Hancock dan Meshkati menjelaskan langkah-langkah dalam pengukuran beban kerja mental dengan menggunaka metode NASA-TLX yaitu:

a. Penjelasan indikator beban mental yang akan diukur dalam Tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1. NASA-TLX

SKALA	RATING	KETERANGAN
MENTAL DEMAND (MD)	Rendah, Tinggi	Seberapa besar aktivitas mental dan perseptual yang dibutuhkan untuk melihat, mengingat dan mencari. Apakah pekerjaan tersebut sulit, sederhana atau kompleks. Longgar atau ketat.
PHYSICAL DEMAND (PD)	Rendah, Tinggi	Jumlah aktivitas fisik yang dibutuhkan (misalnya mendorong, menarik dan mengontrol putaran).
TEMPORAL DEMAND (TD)	Rendah, Tinggi	Jumlah tekanan yang berkaitan dengan waktu yang dirasakan selama elemen pekerjaan berlangsung. Apakah pekerjaan perlahan atau santai atau cepat dan melelahkan
PERFORMANCE (OP)	Tidak Tepat, Sempurna	Seberapa besar keberhasilan seseorang di dalam pekerjaannya dan seberapa puas dengan hasil kerjanya.
FRUSTATION LEVEL (FR)	Rendah, Tinggi	Seberapa tidak aman, putus asa, tersinggung, terganggu, dibandingkan dengan perasaan aman, puas, nyaman dan kepuasaan diri yang dirasakan.
EFFORT (EF)	Rendah, Tinggi	Seberapa keras kerja mental dan fisik yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan.

b. Pembobotan

Pada bagian ini responden diminta untuk melingkari salah satu dari dua indikator yang dirasakan lebih dominan menimbulkan beban kerja mental terhadap pekerjaan tertentu.

Kuisioner NASA-TLX yang diberikan berbentuk perbandingan berpasangan yang terdiri dari 15 perbandingan berpasangan. Dari kuesioner ini dihitung jumlah *tally* dari setiap indikator yang dirasakan paling berpengaruh. Jumlah *tally* ini kemudian akan menjadi bobot untuk setiap indikator beban mental.

c. Pemberian *Ranting*

Pada bagian ini responden diminta memberi rating terhadap keenam indikator beban mental. *Rating* yang yang diberikan adalah subjektif tergantung pada beban mental yang dirasakan oleh responden tersebut. *Rating* yang diberikan adalah subjektif tergantung pada beban mental yang dirasakan oleh responden tersebut. Untuk mendapatkan skor beban mental NASA-TLX bobot dan *rating* untuk setiap indikator dikalikan kemudian dijumlahkan dan dibagi 15 (jumlah perbandingan berpasangan).

Menurut Hancock dan Meshkati data dari tahap pemberian (*rating*) untuk memperoleh beban kerja (*mean weighted workload*) adalah sebagai berikut:

1. Menghitung Produk

Produk diperoleh dengan cara mengalikan rating dengan bobot faktor untuk masing-masing deskriptor. Dengan demikian dihasilkan 6 nilai produk untuk 6 indikator (MD, PD, TD, OP, FR dan EF)

$$Produk = rating * bobot\ kerja$$

2. Menghitung *Weighted Workload* (WWL)

WWL diperoleh dengan cara menjumlahkan keenam nilai produk

$$WWL = \sum Produk$$

3. Menghitung Rata-rata WWL

   Rata-rata WWL diperoleh dengan cara membagi WWL dengan bobot total.

$$skor = \frac{\sum(bobot * rating)}{15}$$

4. Interprestasi Hasil Nilai Skor

   Berdasarkan penjelasan Hart dan Staveland (1981) dalam metode NASA-TLX, skor beban kerja yang didapatkan terbagi dalam tiga bagian yaitu nilai > 80 menyatakan beban pekerjaan yang agak berat, nilai 50-80 menyatakan beban pekerjaan sedang dan nilai < 50 menyatakan beban pekerjaan agak ringan.

2.8.4.2. *Subjective Workload Assesment Technique* (SWAT)

Hancock dan Meshkati (1988) menjelaskan bahwa metode ini dikembangkan oleh reid dengan Nywen pada *Amstrong Medical Research Laboratory* pada tahun 1981 dengan dasar metode penskalaan konjoin. SWAT terdiri atas 3 faktor yaitu beban waktu (*time load*), beban usaha mental (*mental effort load*) dan beban psikologis (*psychological stress load*). SWAT dibuat sedemikian rupa sehingga tanggapan hanya diberikan dengan melalui tiga indikator pada masing-masing tiga faktor atau dimensi.

Sheridan dan Simpson dalam Susilowati menjelaskan bahwa tiga faktor yang digunakan dalam SWAT dikembangkan berdasarkan teori untuk mendefinisikan beban kerja. Perkembangan terakhir SWAT tidak hanya digunakan pada pekerja saja tapi juga dalam hal yang lebih luas. Tiga faktor tersebut:

1. Beban Waktu (*Time Load*)

   Menunjukan jumlah waktu yang tersedia dalam perencanaan, pelaksanaan dan monitoring tugas. Dimensi beban waktu ini tergantung dari ketersediaan waktu dan kemampuan melangkahi (overlap) dalam menjalankan suatu aktivitas. Hal ini berkaitan erat dengan analisis batas waktu (timeline analysis) yang merupakan metode primer untuk mengetahui apakah subyek

dapat menyelesaikan tugas dalam batas-batas waktu yang diberikan. Tiga tingkatan dalam SWAT adalah:

- Selalu memiliki waktu luang, interupsi dan melakukan aktivitas secara bersamaan (*overlap*) diantara aktivitas tidak terjadi atau jarang terjadi.
- Kadang-kadang memiliki waktu luang, interupsi dan melakukan secara bersamaan (*overlap*) diantara aktivitas sering terjadi.
- Tidak memiliki waktu luang, interupsi dan melakukan bersamaan diantara aktivitas sering terjadi.

2. Beban Usaha Mental (*Mental Effort Load*)

Memperkirakan seberapa banyak usaha mental dalam perencanaan yang diperlukan untuk melaksanakan suatu tugas. Dimensi beban usaha mental merupakan indikator besarnya kebutuhan mental dan perhatian yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas. Semakin meningkatnya beban ini, maka konsentrasi dan perhatian yang dibutuhkan meningkat pula. Peningkatan ini sejalan dengan tingkat kerumitan pekerjaan dan jumlah informasi yang diproses oleh subyek untuk melaksanakan pekerjaan dengan baik. Aktivitas seperti perhitungan, pembuat keputusan, mengingat informasi dan penyelesaian masalah merupakan contoh usaha mental. Susilowati (1999) menjelaskan deskriptor yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Kebutuhan konsentrasi dan usaha mental sadar sangat kecil. Aktivitas yang dilakukan hampir otomatis dan tidak membutuhkan perhatian.
- Kebutuhan konsentrasi dan usaha mental sadar sedang. Kerumitan aktivitas sedang hingga tinggi sejalan dengan ketidakpastian, ketidak mampuan memprediksi dan ketidak kenalan (*unfamilirity*) perhatian tambahan dibutuhkan.
- Kebutuhan konsentrasi dan usaha mental sadar sangat besar dan diperlukan sekali. Aktivitas yang sangat kompleks dan membutuhkan perhatian total.

3. Beban Tekanan Psikologi (*Psychological Stress Load*)

   Mengukur jumlah resiko, kebingungan, frustasi yang dihubungkan dengan performansi. Dimensi ini berkaitan dengan kondisi yang dapat menyebabkan terjadinya kebingungan, frustasi dan ketakutan selama melaksanakan suatu pekerjaan. Pada keadaan stress rendah manusia cenderung merasa santai. Namun sejalan dengan meningkatnya stress, maka akan terjadi pengacauan konsentrasi yang disebabkan oleh faktor individual subyek antara lain motivasi, kelelahan, ketakutan, tingkat keahlian, suhu, kebisingan, getaran dan kenyamanan. Sebagian besar dari faktor-faktor tersebut mempengaruhi performansi subyek secara langsung apabila pada tingkatan yang tinggi. Tingkat spesifik dari beban ini adalah:

   - Kebingungan, resiko dan kegelisahan dapat diatasi dengan mudah.
   - Stres yang muncul dan berkaitan dengan kebingungan, frustasi dan kegelisahan menambah beban kerja yang dialami. Kompesasi tambahan perlu dilakukan untuk menjaga performansi.
   - Stress yang tinggi dan intens berkaitan dengan kebingungan, frustasi dan kegelisahan. Membutuhkan pengendalian diri yang besar.

2.9. Uji-t Dua Sampel Independen (*Independent Sample t-Test*)

Independent sample t-test digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan signifikan antara dua kelompok dengan faktor pembanding yang sama. Pada penelitian yang dilakukan saat ini kelompok yang dibandingkan tersebut adalah kepala teknisi dengan anggota teknisi. Dari hasil perhitungan yang akan didapatkan akan diperoleh informasi apakah ada perbedaan yang signifikan yang terdapat dalam dua kelompok itu. Hasil perhitungan tersebut juga akan menjawab segala permasalahan dalam penelitian ini. *Independent Sample t-test* harus memiliki sekumpulan data yang berdistribusi normal. Dajan menjelaskan pula bahwa kuantitas t memiliki distribusi t dengan derajat kebebasan sebesar n-1. Pada setiap pengujian hipotesis statistik prosedur yang harus diikuti tergantung pada hipotesisnya sendiri dan destribusi populasinya. Selain itu Uyanto menjelakan bahwa uji nilai uji-t ini digunakan untuk membandingkan selisih dua

rataan (mean) dari dua sample yang independent dengan asumsi data terdistribusi normal.

Menurut Dejan prosedur yang umum dan secara logis harus diikuti dapat dibagi ke dalam beberapa langkah yang konsisten. Langkah-langkah tersebut anatara lain:

1. Nyatakan hipotesis nol serta hipotesis alternatifnya. Ada dua bentuk hipotesis untuk uji-t dimana penggunanya tergantung persoalan yang akan diuji, antara lain:
   - Bentuk uji hipotesis satu sisi (*one side* atau *one-tailed test*) untuk sisi bawah (*lower tailed*) dengan hipotesis:
     H_o:$\mu_1 \geq \mu_2$ atau H_o:μ_1-$\mu_2 \geq 0$
     H_1:$\mu_1 < \mu_2$ atau H_1:μ_1-$\mu_2 < 0$
   - Bentuk hipotesis satu sisi (*one side* atau *one-tailed test*) untuk sisi atas (*upper tailed*) dengan hipotesis:
     H_o:$\mu_1 \leq \mu_2$ atau H_o:μ_1-$\mu_2 \leq 0$
     H_1:$\mu_1 > \mu_2$ atau H_1:μ_1-$\mu_2 > 0$
2. Pilih taraf nyata α yang tertentu serta tentukan besar sampel n.
3. Pilih statistik uji sebagai dasar bagi prosedur pengujian. Hal tersebut bergantung pada asumsi tentang bentuk distribusi dan hipotesisnya.
4. Tentukan arah daerah kritis. Hal tersebut sebagian akan tergantung pada hipotesis alternative yang kita beresedia menerima. Daerah kritis pengujian parameter rata-rata dimana populasinya tidak terhingga dapat dinyatakan sebagai
5. Kumpulkan data sampel dan hitung statistik sampel serta ubah kedalam variabel standar z atau t.
6. Jika statistik yang dihitung dengan cara demikian itu terletak dalam daerah penolakan, peneliti harus menolak hipotesis nolnya karena probalilitasnya memperoleh nilai statistik sedemikian itu jika H_o benar adalah demikian kecinya sehingga peneliti menganggapnya bukan disebabkan oleh variasi sampel yang normal dan menarik konklusi bahwa H_o semestinya palsu.