

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Analisis Pengaruh Shift Kerja Terhadap Beban Kerja Mental Dengan Metode *Subjective Workload Assessment Techinque* (SWAT) yang dilakukan oleh Simanjuntak & Situmorang (2010) menghasilkan penelitian tentang pengukuran beban kerja mental secara subjektif melalui metode SWAT yang dilakukan di PT. Sari Husada Tbk, Yogyakarta. Hasil yang diperoleh berupa kesimpulan yang menyatakan bahwa beban kerja mental yang dialami oleh pekerja di PT. Sari Husada Tbk, Yogyakarta berbeda di tiap shiftnya, dimana pekerja mengalami beban kerja mental yang rendah pada shift pagi, rendah dan sedang pada shift sore, dan sedang pada shift malam.

Pengaruh Beban Kerja Terhadap Kelelahan Kerja Pada Pekerja Linting Manual di PT. Djitoe Indonesia Tobacco Surakarta yang dilakukan oleh Hariyati (2011) menghasilkan penelitian tentang pengukuran beban kerja fisik yang dilakukan dengan menggunakan metode pengukuran denyut nadi untuk mencari kelelahan kerja pekerja di PT. Djitoe Indonesia Tobacco Surakarta. Hasil yang diperoleh dengan menggunakan uji *chi square test* menunjukkan bahwa terdapat pengaruh beban kerja dan kelelahan kerja pada pekerja linting manual di tempat tersebut.

Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental Pada Pengemudi Bus DAMRI di Perusahaan Umum DAMRI UBK Surakarta Dengan Metode SWAT yang dilakukan oleh Pratiwi, dkk (2011) memberikan hasil pengukuran beban kerja baik beban kerja mental dan fisik dari pengemudi bus DAMRI dengan menggunakan metode pengukuran denyut jantung untuk pengukuran beban fisik dan menggunakan metode SWAT untuk pengukuran beban kerja mental. Dari hasil pengukuran yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa semua kondisi perjalanan memberikan pengaruh yang relatif sama terhadap beban kerja mental pengemudi.

Penelitian yang dilakukan saat ini bertujuan untuk melengkapi penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penelitian saat ini fokus pada analisis perbedaan beban kerja, baik secara fisik dan mental pada pekerja yang memiliki tugas atau jenis pekerjaan yang berbeda serta jenis kelamin yang

berbeda untuk dilakukan analisis faktor-faktor penyebab tingginya suatu beban kerja.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Beban Kerja

Definisi Beban Kerja menurut Tarwaka, dkk (2004) adalah sebuah beban dari luar tubuh seseorang akibat aktivitas kerja yang dilakukan. Kroemer (2001) mendefinisikan beban kerja sebagai bagian dari kapasitas operator yang diperlukan untuk memenuhi sebuah pekerjaan. Hancock dan Meshkati (1998) mengatakan bahwa beban kerja merupakan *cost* yang dikeluarkan oleh operator untuk mencapai tingkat performansi tertentu. Sanders dan McCormick (1992) mendefinisikan beban kerja sebagai tuntutan fisik/mental dari pekerjaan terhadap seseorang ketika orang tersebut melakukan pekerjaan, yang ditunjukkan dengan kapasitas tertentu. Berdasarkan dari beberapa definisi yang ada, maka dapat disimpulkan bahwa beban kerja menjadi sesuatu yang tidak dapat dihindarkan dari pekerja yang melakukan aktivitas kerja.

Menurut ilmu ergonomi yang ada, beban kerja yang diterima seseorang haruslah seimbang dengan kemampuan fisik, kognitif dan keterbatasan manusia dalam menerima beban tersebut. Menurut Suma'mur (1982) kemampuan kerja seorang tenaga kerja berbeda antara satu dengan yang lain dan bergantung dari kemampuan yang dimiliki, kesegaran jasmani, keadaan gizi, jenis kelamin, usia serta ukuran tubuh dari pekerja yang bersangkutan. Beban kerja yang dialami oleh seseorang dapat dikategorikan menjadi dua yaitu beban kerja fisik dan beban kerja mental.

2.2.2. Beban Kerja Fisik

Beban kerja fisik merupakan perbedaan antara tuntutan pekerjaan dengan kemampuan pekerja untuk memenuhi tuntutan pekerjaan itu secara fisik (Hancock & Meshkati, 1998). Beban kerja untuk jenis ini lebih mudah diketahui karena dapat diukur secara langsung dari kondisi fisik yang bersangkutan. Rodahl (1989) menyatakan bahwa penilaian beban kerja fisik dapat dilakukan dengan dua metode secara objektif, yaitu penelitian secara langsung dan metode tidak langsung. Metode pengukuran langsung yaitu dengan mengukur oksigen yang dikeluarkan (*energy expenditure*) melalui asupan energi selama bekerja. Semakin berat kerja semakin banyak energi yang dikeluarkan. Meskipun metode

dengan menggunakan asupan oksigen lebih akurat, namun hanya mengukur secara singkat dan peralatan yang diperlukan sangat mahal. Lebih lanjut Christensen (2001) menjelaskan bahwa salah satu pendekatan untuk mengetahui berat ringannya beban kerja adalah dengan menghitung nadi kerja, konsumsi energi, kapasitas ventilasi paru dan suhu inti tubuh. Pada batas tertentu ventilasi paru, denyut jantung, dan suhu tubuh mempunyai hubungan yang linear dengan konsumsi oksigen atau pekerjaan yang dilakukan. Kemudian Konz (1996) mengemukakan bahwa denyut jantung adalah suatu alat estimasi laju metabolisme yang baik, kecuali dalam keadaan emosi dan konsolidasi. Kategori berat ringannya beban kerja didasarkan pada metabolisme respirasi, suhu tubuh, dan denyut jantung menurut Christensen (1991), dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1. Kategori Berat Ringannya Beban Kerja Didasarkan Pada Metabolisme Respirasi, Suhu Tubuh, dan Denyut Jantung

Kategori	Konsumsi Oksigen (liter/ menit)	Temperatur Rectal ° C	Energi Kkal/ Menit	Denyut Jantung	Lung Ventilation Liter / menit
Sangat Ringan	0.25 – 0.3	37.5	< 2.5	< 60	6 – 7
Ringan	0.5 – 1	37.5	2.5-5.0	60 – 100	11 – 20
Moderat	1.0 – 1.5	37.5 – 38	5.0 – 7.5	100 - 125	20 – 31
Berat	1.5 - 2.0	38 – 38.5	7.5-10.00	125 – 150	31 – 43
Sangat Berat	2.0 – 2.5	38.5 – 39	10.00-12.5	150 – 175	43 – 56
Berat Ekstrim	> 2.5	> 39	> 12.5	> 175	60 – 100

Berat ringannya beban kerja yang diterima oleh seorang tenaga kerja dapat digunakan untuk menentukan berapa lama seorang tenaga kerja dapat melakukan aktivitas kerjanya sesuai dengan kemampuan atau kapasitas kerja yang bersangkutan. Semakin berat beban kerja, maka akan semakin pendek waktu seseorang untuk bekerja tanpa kelelahan dan gangguan fisiologis yang berarti atau sebaliknya.

Kerja fisik dikelompokkan oleh David dan Miller :

- a. Kerja total seluruh tubuh, yang mempergunakan sebagian besar otot biasanya melibatkan dua pertiga atau tiga perempat otot tubuh.
- b. Kerja sebagian otot, yang membutuhkan lebih sedikit *energi expenditure* karena otot yang dipergunakan lebih sedikit.
- c. Kerja otot statis, yaitu otot yang dipergunakan untuk menghasilkan gaya, tetapi tanpa kerja mekanik membutuhkan kontraksi sebagian otot.

Saat ini metode pengukuran fisik dilakukan dengan menggunakan standar :

- a. Konsep *Horse – Power (Foot-Pounds of Work Per Minute)* oleh Taylor, tapi tidak memuaskan.
- b. Tingkat konsumsi energi untuk mengukur pengeluaran energi.
- c. Perubahan tingkat kerja jantung dan konsumsi oksigen (dengan metode terbaru).

Menurut Rodhal (1989) dalam Tarwaka, dkk (2004) bahwa penilaian beban kerja dapat dilakukan dengan dua metode secara objektif, yaitu metode penilaian langsung dan metode penilaian tidak langsung.

2.2.3. Beban Kerja Mental

Selain beban kerja fisik, beban kerja yang bersifat mental harus pula dinilai. Namun demikian beban kerja mental tidaklah semudah menilai beban kerja fisik. Beban kerja mental merupakan beban kerja yang timbul dan terlihat dari pekerjaan yang dilakukan, terbentuk secara kognitif (pikiran). Umumnya, beban kerja mental ini merupakan perbedaan antara tuntutan kerja mental dengan kemampuan mental yang dimiliki oleh pekerja yang bersangkutan. Pekerjaan yang bersifat mental sulit diukur melalui perubahan fungsi faal tubuh. Secara fisiologis, aktivitas mental terlihat sebagai suatu jenis pekerjaan yang ringan sehingga kebutuhan kalori untuk aktivitas mental juga lebih rendah. Padahal secara moral dan tanggung jawab, aktivitas mental jelas lebih berat dibandingkan dengan aktivitas fisik, karena lebih melibatkan kerja otak (*white-collar*) daripada kerja otot (*blue-collar*) (Pracinasari, 2013).

Menurut Grandjean (1993) setiap aktivitas mental akan selalu melibatkan unsur persepsi, interpretasi dan proses mental dari suatu informasi yang diterima oleh organ sensor untuk diambil suatu keputusan atau proses mengingat informasi yang lampau.

Beban kerja yang timbul dari aktivitas lingkungan kerja antara lain disebabkan oleh:

- a. Keharusan untuk tetap dalam kondisi kewaspadaan tinggi dalam waktu lama.
- b. Kebutuhan untuk mengambil keputusan yang melibatkan tanggung jawab besar.
- c. Menurunnya konsentrasi akibat aktivitas yang monoton.
- d. Kurangnya kontak dengan orang lain, terutama untuk tempat kerja yang terisolasi dengan orang lain.

2.2.4. Faktor-Faktor Beban Kerja

Tubuh manusia dirancang untuk dapat melakukan aktivitas kerja sehari-hari. Adanya massa otot yang bobotnya hampir lebih dari separuh berat tubuh, memungkinkan kita untuk dapat menggerakkan tubuh dan melakukan pekerjaan. Pekerjaan disatu pihak mempunyai arti penting bagi kemajuan dan peningkatan prestasi. Sedangkan di pihak lain, dengan pekerjaan berarti tubuh akan menerima beban dari luar tubuhnya. Hal ini menunjukkan bahwa setiap pekerjaan merupakan beban bagi yang bersangkutan. Beban tersebut dapat berupa beban fisik maupun beban mental. Berdasarkan sudut pandang ergonomi, setiap beban kerja diterima oleh seseorang harus sesuai atau seimbang baik terhadap kemampuan fisik, kemampuan kognitif maupun keterbatasan manusia yang menerima beban tersebut. Menurut Suma'mur P. K. (1984) bahwa kemampuan kerja seorang tenaga kerja berbeda dari satu kepada yang lainnya dan sangat tergantung dari tingkatan keterampilan, kesegaran jasmani, keadaan gizi, jenis kelamin, usia dan ukuran tubuh dari pekerjaan yang bersangkutan (Tarwaka, dkk, 2004).

Menurut Rodahl (1989), Adiputra (1998), dan Manuaba (2000) dalam Tarwaka, dkk (2004) secara umum hubungan antara beban kerja dan kapasitas kerja seseorang dipengaruhi oleh beberapa faktor yang cukup kompleks, baik itu faktor internal maupun faktor eksternal.

a. Faktor Eksternal

Faktor eksternal beban kerja merupakan beban kerja yang datang dari luar tubuh pekerja. Beberapa contoh yang termasuk dalam beban kerja eksternal antara lain adalah: tugas atau *task*, organisasi serta lingkungan kerja. Aspek ini sering dikenal dengan naman *stressor*.

- i. Tugas atau *task* terdiri dari dua macam atau kategori yaitu tugas yang bersifat fisik dan bersifat mental. Tugas yang bersifat fisik antara lain stasiun kerja, tata ruang tempat kerja, alat dan sarana kerja, kondisi atau medan kerja, sikap kerja, cara angkat-angkut, beban yang diangkat atau beban yang diangkut, alat bantu kerja, sarana informasi dan alur kerja. Sedangkan tugas yang bersifat mental antara lain kompleksitas pekerjaan, tingkat kesulitan pekerjaan yang mempengaruhi emosi pekerja dan tanggung jawab terhadap pekerjaan yang dilakukan.
- ii. Organisasi kerja yang mempengaruhi beban kerja pekerja antara lain: durasi atau lamanya waktu kerja, waktu istirahat, *shift* kerja, sistem pengupahan, struktur organisasi, dan lain-lain.
- iii. Lingkungan kerja yang dapat mempengaruhi beban kerja antara lain:
 1. Lingkungan kerja fisik seperti suhu udara, intensitas cahaya, kebisingan dan lainnya.
 2. Lingkungan kerja kimiawai seperti debu, gas, uap logam, dan lain-lain.
 3. Lingkungan kerja biologis seperti virus, bakteri, parasit, jamur, dan lain-lain.
 4. Lingkungan kerja psikologis seperti hubungan antara pekerja yang satu dengan pekerja yang lain baik itu hubungan secara vertikal ataupun horizontal.

b. Faktor Internal

Faktor internal beban kerja merupakan beban kerja yang berasal dari dalam tubuh pekerja itu sendiri yang muncul sebagai bentuk reaksi tubuh pekerja terhadap beban eksternal yang ada. Reaksi yang diberikan dari tubuh ini dinamakan *strain*. *Strain* ini dapat diukur untuk dilihat berat atau tidaknya beban yang dialami dengan menggunakan metode pengukuran secara subjektif ataupun objektif. Yang termasuk dalam beban kerja internal antara lain adalah faktor somatis pekerja dan faktor psikis dengan detail sebagai berikut:

- i. Faktor somatis terdiri dari jenis kelamin, umur, ukuran tubuh, kondisi kesehatan, dan status gizi.
- ii. Faktor psikis terdiri dari motivasi, persepsi, kepercayaan, keinginan, kepuasan, dan lain-lain.

2.2.5. Pengukuran Beban Kerja

Pengukuran beban kerja digunakan untuk melihat seberapa besarnya beban kerja suatu pekerja. Pengukuran beban kerja dapat dibedakan kedalam dua kategori yaitu pengukuran beban kerja secara objektif dan pengukuran beban kerja secara subjektif. Hasil dari suatu pengukuran beban kerja dapat memberikan manfaat tersendiri bagi pihak pengukur, antara lain untuk menganalisis dan mengetahui jenis pekerjaan yang mengalami beban kerja paling berat dan ringan pada suatu tempat kerja, sehingga dapat dilakukan perbaikan agar terhindar dari kerugian yang dapat dialami oleh tempat kerja maupun pekerja yang bekerja di tempat tersebut. (Wibowo, 2005)

2.2.6. Metode Pengukuran Beban Kerja Objektif

Beban kerja mental dapat diukur dengan pendekatan fisiologis (karena terkuantifikasi dengan kriteria objektif, maka disebut dengan metode objektif). Kelelahan mental pada seorang pekerja terjadi akibat adanya reaksi fungsional dari tubuh dan pusat kesadaran. Metode objektif merupakan pengukuran psikofisiologis anggota tubuh manusia seperti:

- a. Pengukuran variabilitas denyut jantung.
- b. Pengukuran selang waktu kedipan mata (*eye blink rate*).
- c. *Flicker test*.
- d. Pengukuran kadar asam saliva.
- e. Gelombang otak (*brain wave*).
- f. Diameter pupil, dll.

Pengukuran dengan metode objektif umumnya menggunakan alat ECG (*electrocardiograph*), EOG (*electrooculograph*), EMG (*electromyograph*), CFF (*Critical Flicker Fusion*), EEG (*electroencephalogram*), dll. Pengukuran ini sulit diterapkan secara nyata karena akan mengganggu kelancaran kerja operator. Jadi, penerapannya dalam simulasi kerja (Wibowo, 2005).

2.2.7. Kecepatan Denyut Jantung

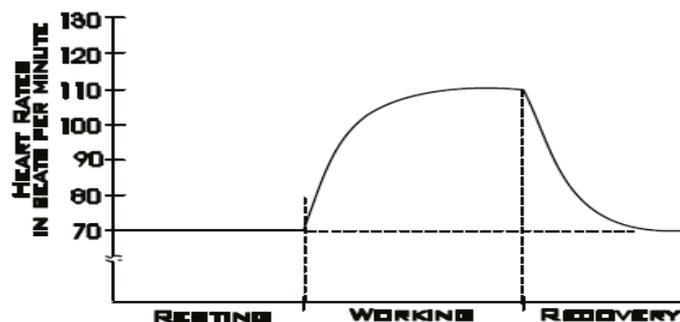
Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghitung denyut jantung adalah telemetri dengan menggunakan rangsangan *Electroardiograph* (ECG). Apabila peralatan tersebut tidak tersedia dapat memakai stopwatch dengan metode 10 denyut. Dengan metode tersebut dapat dihitung denyut nadi kerja sebagai berikut:

$$\text{Denyut Jantung (Denyut/Menit)} = \frac{10 \text{ Denyut}}{\text{Waktu Perhitungan}} \times 60 \quad (2.1)$$

Selain metode denyut jantung tersebut, dapat juga dilakukan penghitungan denyut nadi dengan menggunakan metode 15 atau 30 detik. Penggunaan nadi kerja untuk menilai berat ringannya beban kerja memiliki beberapa keuntungan. Selain mudah, cepat, dan murah juga tidak memerlukan peralatan yang mahal, tidak mengganggu aktivitas pekerja yang dilakukan pengukuran. Kepekaan denyut nadi akan segera berubah dengan perubahan pembebanan, baik yang berasal dari pembebanan mekanik, fisika, maupun kimiawi. Denyut nadi untuk mengestimasi indeks beban kerja terdiri dari beberapa jenis, Muller (1962) memberikan definisi sebagai berikut :

- a. Denyut jantung pada saat istirahat (*resting pulse*) adalah rata-rata denyut jantung sebelum suatu pekerjaan dimulai.
- b. Denyut jantung selama bekerja (*working pulse*) adalah rata-rata denyut jantung pada saat seseorang bekerja.
- c. Denyut jantung untuk bekerja (*work pulse*) adalah selisih antara denyut jantung selama bekerja dan selama istirahat.
- d. Denyut jantung selama istirahat total (*recovery cost or recovery cost*) adalah jumlah aljabar denyut jantung dan berhentinya denyut pada suatu pekerjaan selesai dikerjakan sampai dengan denyut berada pada kondisi istirahat.
- e. Denyut kerja total (*total work pulse or cardiac cost*) adalah jumlah denyut jantung dari mulainya suatu pekerjaan sampai dengan denyut berada pada kondisi istirahatnya (*resting level*). (Nurmianto, 1998)

Denyut jantung pada berbagai macam kondisi kerja dapat dilihat dengan grafik antara hubungan denyut jantung dengan waktu dapat dilihat pada gambar 2.1 (Pracinasari, 2013) :



Gambar 2.1. Denyut Jantung Pada Berbagai Macam Kondisi Kerja

Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa seseorang dalam “keadaan normal”:

- a. Waktu sebelum kerja (*rest*) kecepatan denyut jantung dalam keadaan konstan/stabil walaupun ada perubahan kecepatan denyutnya tetapi tidak terlalu jauh perbedaannya.
- b. Waktu selama bekerja (*work*) kecepatan denyut jantung dalam keadaan cenderung naik. Semakin lama waktu kerja yang dilakukan maka makin banyak energi yang keluar sehingga kecepatan denyut jantung bertambah cepat naik.
- c. Waktu setelah bekerja/waktu pemulihan/*recovery* kecepatan denyut jantung dalam keadaan cenderung turun. Kondisi kerja yang lama maka perlu dibutuhkan waktu istirahat yang digunakan untuk memulihkan energi agar terkumpul kembali setelah mencapai titik puncak kelelahan.

2.2.8. Konsumsi Oksigen

Pengukuran energi yang dibutuhkan saat seseorang bekerja umumnya dilakukan secara tidak langsung (*indirect calorimetry*) melalui pengukuran jumlah oksigen yang dikonsumsi per satuan waktu (liter/menit). Hal ini dimungkinkan, namun dengan asumsi bahwa rata-rata sekitar 4.8 – 5 kkal energi dapat dihasilkan dari setiap liter oksigen yang digunakan dalam proses metabolisme zat gizi (Kroemer et al., 2011). Berdasarkan pernyataan tersebut, maka energi saat bekerja dapat dihitung dengan cara mengukur oksigen yang dikonsumsi oleh seorang individu saat melakukan pekerjaan yang bersangkutan. Perbandingan peningkatan konsumsi oksigen pada saat kerja relatif terhadap konsumsi oksigen saat istirahat merupakan indeks beban fisiologis yang dialami oleh seseorang akibat pekerjaan yang dilakukannya (Iridiastadi & Yassierli, 2014).

Besarnya beban fisiologis seorang pekerja dapat dievaluasi dengan cara mengukur besarnya konsumsi oksigen saat pekerja yang bersangkutan tengah melakukan pekerjaannya. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Rakhmaniar (2007) telah menghasilkan suatu persamaan yang digunakan untuk menghitung besarnya konsumsi oksigen seorang pekerja, persamaan untuk mencari konsumsi oksigen suatu pekerja didasarkan pada denyut jantung, usia dan bobot badan pekerja, dimana:

$$Y = 0.014 \text{ HR} + 0.017 \text{ w} - 1.706 \quad (2.2)$$

dimana:

Y = konsumsi oksigen (liter/menit)

HR = denyut jantung (denyut/menit)

w = bobot beban (kg)

Setelah mengetahui besarnya konsumsi energi pekerja, maka dapat diperoleh informasi mengenai kategori beban kerja fisik yang dialami oleh pekerja pria menurut Satriawan (2008) dalam Iridiastadi dan Yassierli (2014) dapat dilihat pada tabel 2.2 dan sedangkan kategori beban kerja fisik yang dialami oleh pekerja wanita menurut Soleman (2009) dalam (Iridiastadi dan Yassierli, 2014) dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.2. Hasil Klasifikasi Pekerjaan Untuk Pekerja Pria

Klasifikasi Pekerjaan	Konsumsi Oksigen (liter/menit)
Ringan	0.706
Moderat	0.906
Berat	1.306
Sangat Berat	1.706
Ekstrem Berat	2.106

Tabel 2.3. Hasil Klasifikasi Pekerjaan Untuk Pekerja Wanita

Klasifikasi Pekerjaan	Konsumsi Oksigen (liter/menit)
Ringan	0.379
Moderat	0.509
Berat	0.769
Sangat Berat	1.029
Ekstrem Berat	1.289

2.2.9. Metode Pengukuran Beban Kerja Subjektif

Metode pengukuran beban kerja secara subjektif merupakan pengukuran beban kerja mental berdasarkan persepsi subjektif responden/pekerja. Berikut adalah beberapa jenis metode pengukuran subjektif:

- a. Metode dengan menggunakan Teknik Pengukuran Beban Kerja Subjektif atau SWAT
- b. Metode dengan menggunakan Indeks Bahan Tugas dari *National Aeronautics & Space Administration* – NASA TLX

- c. Metode dengan menggunakan skala rating/skor dari pekerjaan mental (*Rating Scale Mental Effect – RSME*)
- d. Metode dengan menggunakan skala Cooper-Harper yang dimodifikasi (*Modified Cooper-Harper Scale*)
- e. Metode dengan menggunakan penilaian diri secara instan (*Instantaneous Self Assessment – ISA*)
- f. Metode dengan menggunakan skala beban kerja yang dikembangkan oleh Defence Research Agency (*DRA Workload Scale – DRAWS*)
- g. Metode penilaian terhadap tingkat ketelitian kecepatan maupun konstansi kerja dengan *Bourdon Wiersma Test*

2.2.10. Penilaian Beban Kerja Menggunakan NASA-TLX

Menurut Hancock dan Meshkati (1988) dalam Wibowo (2005), 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 kuisisioner yang dikembangkan berdasarkan munculnya kebutuhan pengukuran subjektif yang lebih mudah namun lebih sensitif pada pengukuran beban kerja. Beberapa pengembangan metode NASA-TLX antara lain:

a. 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 per satu dan kemudian dihubungkan.

b. 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 sensitif. Peringkat subjektif merupakan satu-satunya metode yang memberikan informasi mengenai pengaruh tugas secara subjektif terhadap pekerja atau teknisi dan menggabungkan pengaruh dari kontributor beban kerja.

c. Pembuatan skala rating beban kerja

- i. Memilih kumpulan sub-skala yang tepat
- ii. Menentukan bagaimana menggabungkan sub-skala tersebut untuk memperoleh nilai beban kerja yang sensitif terhadap sumber dan definisi

beban kerja yang berbeda, baik di antara tugas maupun di antara pemberi peringkat.

- iii. Menentukan prosedur terbaik untuk memperoleh nilai terbaik untuk memperoleh nilai numerik untuk sub-skala tersebut.

d. Pemilihan sub-skala

Terdapat tiga sub-skala dalam penelitian, yaitu skala yang berhubungan dengan tugas, dan skala yang berhubungan dengan tingkah laku (usaha fisik, usaha mental, performansi), skala yang berhubungan dengan subjek (frustasi, *stress*, dan kelelahan). Susilowati (1999) juga menjelaskan beberapa sub-skala yang ditulis Hard dan Staveland (1981), antara lain:

- i. 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.
- ii. Skala yang berhubungan dengan tingkah laku faktor usaha fisik memanipulasi eksperimen dengan faktor kebutuhan fisik sebagai komponen kerja utama. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa faktor usaha fisik memiliki korelasi yang tinggi tapi tidak memberi kontribusi yang signifikan terhadap beban kerja semuanya. Faktor usaha mental merupakan kontributor penting pada beban kerja pada saat jumlah tugas operasional meningkat karena tanggung jawab pekerja berpindah-pindah dari pengendalian fisik langsung menjadi pengawasan. Peringkat usaha mental berkorelasi dengan peringkat beban kerja keseluruhan data setiap kategori eksperimen dan merupakan faktor kedua yang paling tinggi korelasinya dengan beban kerja keseluruhan.
- iii. Skala yang berhubungan dengan subjek frustasi merupakan beban kerja ketiga yang relevan. Peringkat frustasi berkorelasi dengan peringkat beban kerja keseluruhan secara signifikan pada semua kategori eksperimen. Peringkat stress mewakili manipulasi yang mempengaruhi peringkat beban kerja keseluruhan dan merupakan skala yang paling independen.

Langkah-langkah dalam pengukuran beban kerja mental dengan menggunakan metode NASA-TLX, yaitu:

- a. Penjelasan indikator beban mental yang akan diukur indikator

Tabel 2.4. Skala, Rating, dan Keterangan Pada NASA-TLX

Skala	Rating	Keterangan
Kebutuhan Mental (KM)	Rendah, Tinggi	Seberapa besar aktivitas mental dan perseptual yang dibutuhkan untuk melihat, mengingat dan mencari. Apakah pekerjaan tersebut mudah atau sulit, sederhana atau kompleks, longgar atau ketat.
Kebutuhan Fisik (KF)	Rendah, Tinggi	Jumlah aktivitas fisik yang dibutuhkan (misalnya: mendorong, menarik, mengontrol putaran, dan lain-lain)
Kebutuhan Waktu (KW)	Rendah, Tinggi	Jumlah tekanan yang berkaitan dengan waktu yang dirasakan selama elemen pekerjaan berlangsung. Apakah pekerjaan perlahan atau santai atau cepat dan melelahkan
Performance (P)	Tidak tepat, Sempurna	Seberapa besar keberhasilan seseorang di dalam pekerjaannya dan seberapa puas dengan hasil kerjanya
Tingkat Usaha (TU)	Rendah, Tinggi	Seberapa keras kerja mental dan fisik yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan
Tingkat Frustrasi (TF)	Rendah, Tinggi	Seberapa tidak aman, putus asa, tersinggung, terganggu, dibandingkan dengan perasaan aman, puas, nyaman dan kepuasan diri yang dirasakan.

b. Pembobotan

Responden diminta untuk memilih salah satu dari dua indikator yang dirasakan lebih dominan menimbulkan beban kerja mental terhadap pekerjaan tersebut. Kuisisioner NASA-TLX yang diberikan berbentuk perbandingan berpasangan yang terdiri dari 15 perbandingan berpasangan. Kuisisioner yang telah terkumpul

kemudian dihitung jumlah *tally* dari setiap indikator yang dirasakan paling berpengaruh. Jumlah *tally* ini kemudian akan menjadi bobot untuk tiap indikator beban mental.

c. Pemberian *rating*

Responden diminta memberi *rating* terhadap keenam indikator beban mental. *Rating* yang diberikan adalah beban 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).

d. Interpretasi hasil nilai skor

Berdasarkan penjelasan (Hart dan Staveland, 1981) dalam teori Nasa-TLX, skor beban kerja yang diperoleh dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

- i. Nilai skor > 80 menyatakan beban pekerjaan berat
- ii. Nilai skor 50-70 menyatakan beban pekerjaan sedang
- iii. Nilai skor <50 menyatakan beban pekerjaan agak ringan.

Kelebihan metode NASA-TLX antara lain:

- a. Lebih sensitif dari berbagai kondisi.
- b. Setiap faktor penilaian mampu memberi sumbangan informasi.
- c. Proses penentuan keputusan lebih cepat dan sederhana.
- d. Lebih mudah dari SWAT dikarenakan SWAT memerlukan program *conjoin analysis*.

2.2.11. Uji Hipotesis

Dalam upaya untuk menarik kesimpulan dan mengambil keputusan, sering kali ada gunanya menetapkan asumsi-asumsi atau perkiraan-perkiraan mengenai populasi. Asumsi-asumsi seperti itu (yang mungkin salah atau mungkin juga benar) disebut sebagai hipotesis statistik. Secara umum, suatu hipotesis statistik merupakan pernyataan mengenai distribusi probabilitas populasi. Hipotesis ini perlu diuji untuk kemudian diterima atau ditolak. Berkaitan dengan hal tersebut, perlu dicegah terjadinya dua jenis kesalahan (*error*), yaitu:

- a. Kesalahan jenis pertama (*type-1 error*) adalah bila “menolak suatu hipotesis yang seharusnya diterima”.
- b. Kesalahan jenis kedua (*type-2 error*) adalah bila “menerima suatu hipotesis yang seharusnya ditolak” (Harinaldi, 2005).

Terdapat tujuh langkah dalam prosedur pengujian, antara lain:

a. Pernyataan hipotesis nol dan hipotesis alternatif

Langkah pertama adalah menyatakan dengan spesifik nilai-nilai parameter yang diasumsikan sebelum *sampling* dilakukan.

Hipotesis nol (H_0) adalah asumsi yang akan diuji. Hipotesis nol dinyatakan dalam hubungan sama dengan. Sehingga, hipotesis nol menyatakan bahwa suatu parameter (*mean*, persentase, varians, dll) bernilai sama dengan nilai tertentu.

Hipotesis alternatif (H_1) adalah segala hipotesis yang berbeda dari hipotesis nol. Hipotesis alternatif merupakan kumpulan hipotesis yang diterima dengan menolak hipotesis nol. Pemilihan hipotesis alternatif ini tergantung pada sifat dari masalah yang dihadapi.

b. Pemilihan tingkat kepentingan (*level of significance*), α

Tingkat kepentingan menyatakan suatu tingkat resiko melakukan kesalahan dengan menolak hipotesis nol. Artinya, tingkat kepentingan menunjukkan probabilitas maksimum yang ditetapkan untuk mengambil resiko terjadinya kesalahan jenis pertama. Tingkat kepentingan yang biasa digunakan pada umumnya adalah 0.05 atau 0.01. Sehingga dengan mengatakan bahwa hipotesis ditolak dengan tingkat kepentingan 0.05 artinya keputusan itu bisa salah dengan probabilitas 0.05

c. Penentuan distribusi pengujian yang digunakan

Pengujian hipotesis yang dilakukan juga menggunakan distribusi-distribusi probabilitas teoritis, meliputi distribusi normal *standard* (*z*), distribusi *t*, dan distribusi *chi-square*.

d. Pendefinisian daerah-daerah penolakan (kritis)

Daerah penolakan (atau daerah kritis) adalah bagian daerah dari distribusi *sampling* yang dianggap tidak mungkin memuat suatu statistik sampel jika hipotesis nol benar. Sedangkan daerah selebihnya disebut sebagai daerah penerimaan.

Setelah tingkat kepentingan dinyatakan dan distribusi pengujian yang cocok dipilih, dalam langkah ini perlu ditetapkan batas-batas daerah penolakan dari distribusi *sampling* tersebut yang dinyatakan dalam satuan standart.

e. Pernyataan aturan keputusan (*decision rule*)

Suatu aturan keputusan adalah pernyataan formal mengenai kesimpulan yang tepat yang akan dicapai mengenai hipotesis nol berdasarkan hasil-hasil sampel.

f. Perhitungan pada data sampel dan perhitungan rasio uji

Setelah aturan-aturan dasar ditentukan untuk melaksanakan pengujian, langkah berikutnya adalah menganalisis data aktual. Sebuah sampel dikumpulkan, statistik sampel dihitung, dan asumsi parameter dilakukan (hipotesis nol). Kemudian suatu rasio uji (RU) dihitung, yang kemudian dijadikan sebagai dasar dalam menentukan apakah hipotesis akan diterima atau ditolak. Rasio uji (RU) ini adalah perbedaan antara statistik dan parameter asumsi yang dinyatakan dalam hipotesis nol yang telah distandardkan.

g. Pengambilan keputusan secara statistik

Apabila nilai rasio uji beda berada di daerah penolakan maka hipotesis nol ditolak. Sedangkan apabila nilai rasio uji beda berada di luar daerah penolakan, maka hipotesis nol tidak ditolak (Harinaldi, 2005).

2.2.12. Uji Hipotesis Mean dengan Sampel Tunggal

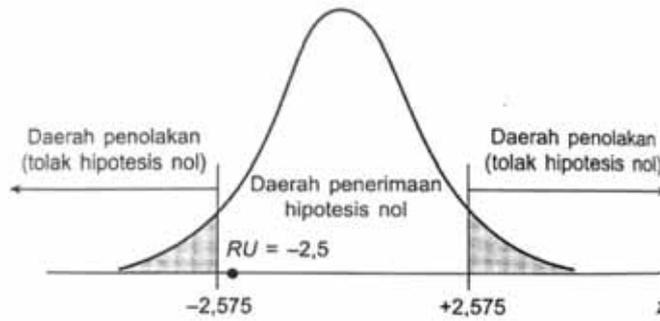
Pengujian hipotesis ini dibedakan atas dua jenis pengujian yaitu:

a. Uji Dua Ujung

Uji dua ujung (*two-tailed test*) adalah uji hipotesis yang menolak hipotesis nol jika statistik sampel secara signifikan lebih tinggi atau lebih rendah daripada nilai parameter populasi yang diasumsikan. Dalam hal ini hipotesis nol dan hipotesis alternatifnya masing-masing adalah:

- i. $H_0 : \mu = \text{nilai yang diasumsikan}$
- ii. $H_1 : \mu \neq \text{nilai yang diasumsikan}$

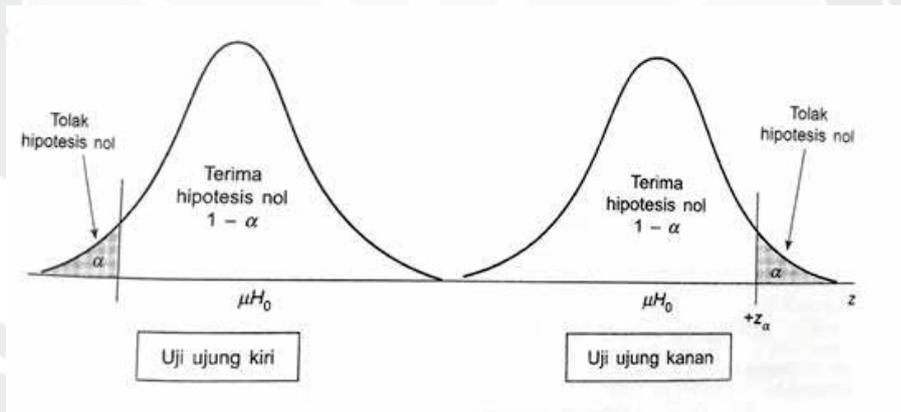
Pada uji dua ujung ini terdapat dua daerah penolakan. Hal ini disebabkan karena hipotesis nol akan ditolak jika nilai sampelnya terlalu tinggi atau terlalu rendah, maka jumlah total resiko kesalahan dalam menolak hipotesis nol (disebut juga dengan tingkat kepentingan) sebesar α akan terdistribusi sama pada kedua ujung kurva distribusi. Sehingga luas pada setiap daerah penolakan adalah $\alpha/2$



Gambar 2.2. Uji Hipotesis Dua Arah (Harinaldi, 2005)

b. Uji Satu Ujung

Uji satu ujung (*one-tailed test*) hanya memiliki satu daerah penolakan, dan hipotesis nol ditolak hanya jika nilai statistik sampel berada dalam daerah ini. Apabila daerah penolakan ini berada di ujung kanan distribusi *sampling*, maka uji hipotesisnya disebut uji ujung kanan (*right-tailed test*), sedangkan jika berada di ujung kiri, disebut uji ujung kiri (*left-tailed test*) (Harinaldi, 2005).



Gambar 2.3. Uji Hipotesis Satu Arah Ujung Kiri dan Kanan (Harinaldi, 2005)

2.2.13. Uji Hipotesis Mean dengan Sampel Ganda

Pengujian hipotesis *mean* dengan sampel ganda tetap menggunakan asumsi bahwa kedua populasi terdistribusi secara normal. Namun demikian, prosedur uji hipotesisnya mengikuti tahapan yang berbeda yang tergantung pada kondisi sampelnya. Secara umum ada empat prosedur untuk uji ini, yaitu:

- a. Uji t pasangan untuk populasi yang saling tergantung (*dependent population*). Populasi yang saling tergantung (*dependent population*) dapat dicontohkan dengan suatu kelompok yang ditinjau sifatnya sebelum dan sesudah mendapatkan perlakuan terhadap sifat yang ditinjau tersebut. Misalkan populasi

nilai ujian matematika pelajar di suatu kelas yang diteliti sebelum dan sesudah mengikuti pelajaran tambahan merupakan populasi yang saling tergantung.

Uji t pasangan untuk sampel-sampel yang saling bergantung mengikuti prosedur yang sama dengan uji hipotesis sampel tunggal pada rata-rata yang menggunakan distribusi t. Namun dalam hal ini, uji t tersebut diterapkan pada perbedaan antara nilai-nilai pasangan. Perbedaan-perbedaan ini membentuk himpunan tunggal pengamatan yang diuji dengan prosedur yang biasa.

b. Uji z untuk populasi yang independen dan jika varians-variens populasi diketahui atau jika kedua sampel ukurannya lebih dari 30.

Suatu uji z digunakan bila:

- i. Sampel diambil dari dua populasi yang independen dan terdistribusi normal
 - ii. Nilai-nilai deviasi standard populasi σ_1 dan σ_2 telah diketahui atau ukuran kedua sampel lebih dari 30 ($n > 30$)
- c. Uji t sampel ukuran kecil untuk populasi yang independen jika uji F-nya menunjukkan $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$.

Uji ini digunakan bila:

- i. Sampel diambil dari dua populasi yang independen dan terdistribusi normal.
 - ii. Nilai-nilai deviasi standard populasi σ_1 dan σ_2 tidak diketahui
 - iii. Ukuran sampel n_1 dan n_2 kecil ($n < 30$).
 - iv. Uji F pada varians menunjukkan bahwa $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$.
- d. Uji t sampel ukuran kecil untuk populasi yang independen jika uji F-nya menunjukkan $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$.

Uji ini digunakan bila:

- i. Sampel diambil dari dua populasi yang independen dan terdistribusi normal.
- ii. Nilai-nilai deviasi standard populasi σ_1 dan σ_2 tidak diketahui
- iii. Ukuran sampel n_1 dan n_2 kecil ($n < 30$).
- iv. Uji F pada varians menunjukkan bahwa $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ (Harinaldi, 2005).

2.2.14. Analisis Varians (ANOVA)

Analisis varians adalah suatu teknik statistik yang memungkinkan kita untuk mengetahui apakah dua atau lebih *mean* populasi akan bernilai sama, dengan

menggunakan data dari sampel-sampel masing-masing populasi. Analisis varians pada umumnya digunakan untuk menguji beda *mean* tiga atau lebih populasi.

Analisis varians akan menjadi teknik statistik yang *valid* untuk diterapkan dengan menggunakan asumsi-asumsi sebagai berikut:

- a. Populasi yang dikaji memiliki distribusi normal.
- b. Pengambilan sampel dilakukan secara acak dan setiap sampel independen atau tidak terikat sampel lain.
- c. Populasi-populasi dimana nilai sampel-sampel diperoleh memiliki nilai varians populasi yang sama.

Secara umum, prosedur uji ANOVA mengikuti uji hipotesis yang terdiri dari tujuh langkah seperti yang telah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya (Harinaldi, 2005).

2.2.15. Metode Non-Parametrik

Metode parametrik merupakan metode yang digunakan pada teknik inferensial untuk mendapatkan nilai parameter-parameter seperti *mean*, varians, dan lain sebagainya dengan menggunakan data dari sampel. Penggunaan teknik-teknik tersebut, perlu memperhatikan asumsi dasar yaitu sampel berasal dari populasi yang mengikuti suatu distribusi tertentu, misalnya distribusi normal. Namun dalam banyak hal, asumsi tersebut sulit dilakukan karena tidak ada informasi yang cukup memberi petunjuk mengenai bentuk distribusi populasi yang dikaji. Kondisi seperti ini, dapat menggunakan metode-metode non-parametrik untuk melakukan suatu uji statistik sebagai alat untuk mengambil keputusan. Karena bentuk distribusi yang mengatur populasi tidak menjadi prasyarat asumsi awal, maka metode ini sering juga disebut sebagai metode bebas distribusi. Secara umum, ketika kedua metode parametrik dan non-parametrik dapat digunakan untuk suatu masalah tertentu, prosedur parametrik akan lebih efisien.

Berdasarkan karakteristik yang telah dijelaskan di atas, metode non-parametrik kebanyakan dipakai dalam menangani data kualitatif. Metode ini khususnya digunakan dalam menangani situasi berikut:

- a. Ukuran sampel terlalu kecil sehingga distribusi sampling dari statistik tidak mendekati distribusi normal dan ketika bentuk distribusi populasi asal sampel tersebut tidak diasumsikan.
- b. Digunakan jenis data ordinal (atau data peringkat).

c. Digunakan jenis data nominal (Harinaldi, 2005).

Metode non-parametrik dapat memberi keleluasaan yang lebih luas dalam melakukan inferensi statistik karena metode ini dapat digunakan dalam keterbatasan data dari sampel dan keterbatasan informasi mengenai populasi. Meskipun tidak seefisien metode parametrik, metode ini lebih mudah dipahami dibandingkan dengan metode parametrik serta melibatkan perhitungan-perhitungan yang lebih sederhana. Namun terdapat juga beberapa keterbatasan dari metode ini yaitu apabila jenis data yang digunakan adalah data ordinal atau data nominal, maka seluruh data hasil pengukuran yang sudah tersedia diabaikan sehingga menjadi sia-sia. Hasil dari uji statistik dengan metode ini juga bersifat lebih umum, namun kurang begitu kuat dan kurang sensitif dibandingkan dengan hasil dari uji statistik yang menggunakan metode parametrik.

Metode non-parametrik yang paling sering digunakan antara lain: uji tanda, uji *mann-whitney*, uji peringkat bertanda *wilcoxon*, dan uji *kruskal-wallis* (Harinaldi, 2005).

2.2.16. Uji *Kruskal-Wallis*

Uji *kruskal-wallis*, yang sering disebut dengan uji H, berkaitan dengan tiga atau lebih sampel acak yang independen dengan tujuan untuk mengetahui apakah sampel-sampel tersebut berasal dari populasi yang memiliki *mean* yang sama. Pada uji parametrik, uji yang sejenis adalah uji ANOVA yang mensyaratkan bahwa populasi yang dikaji memiliki distribusi normal dan variansi yang sama. Uji *kruskal-wallis* juga mengasumsikan variansi yang sama, tetapi uji ini hanya mensyaratkan bahwa populasi-populasi yang dikaji bersifat kontinu dan mempunyai bentuk yang sama. Selain itu, uji *kruskal-wallis* mempunyai kelebihan dapat digunakan untuk menangani data ordinal atau data peringkat (Harinaldi, 2005).

2.2.17. Pengetian *P-Value*

P-value didefinisikan sebagai sebuah tingkat kepentingan yang terambil (*observed significance level*) yang merupakan nilai tingkat kepentingan terkecil di mana hipotesis nol akan ditolak apabila suatu prosedur pengujian hipotesis tertentu digunakan pada data sampel. Nilai P diperoleh dengan cara menentukan nilai tingkat kepentingan yang bersesuaian dengan nilai rasio uji hasil perhitungan.

Setelah nilai P diperoleh, maka penarikan kesimpulan dalam uji hipotesis dilakukan dengan cara membandingkan nilai P tersebut dengan tingkat kepentingan atau α yang telah ditentukan sebelumnya dengan kriteria sebagai berikut:

- a. Jika nilai $P \leq \alpha$ maka hipotesis nol ditolak pada tingkat kepentingan α .
- b. Jika nilai $P > \alpha$ maka hipotesis nol diterima pada tingkat kepentingan α (Harinaldi, 2005).

