

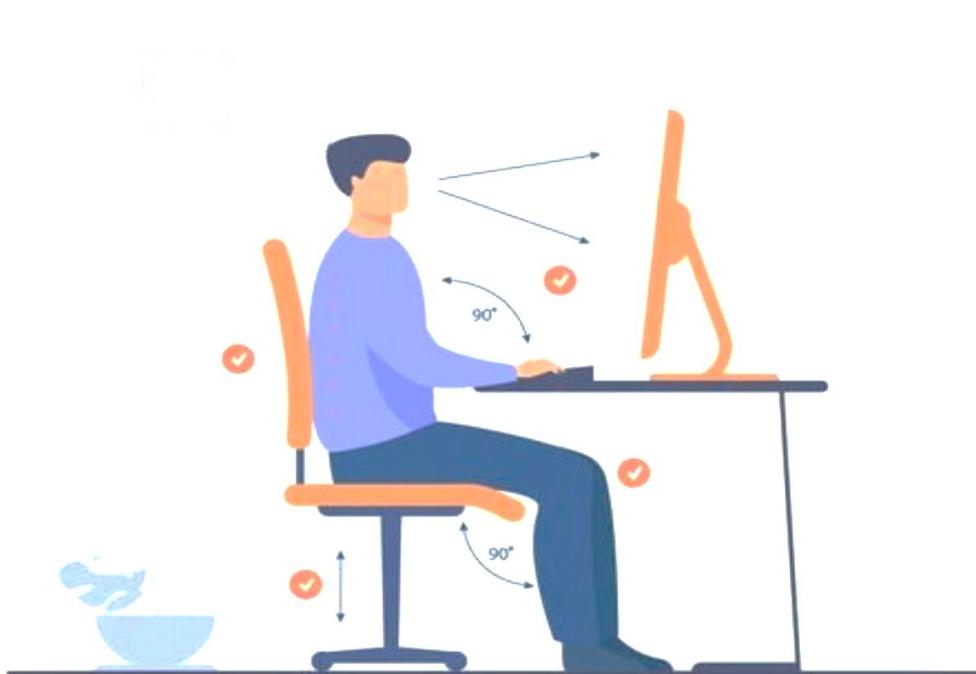
MODUL



ERGONOMI DAN PERANCANGAN SISTEM KERJA

RESY KUMALA SARI, S.T.,M.S

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI



ERGONOMI DAN PERANCANGAN SISTEM KERJA

KATA PENGANTAR

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

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

Buku ini disusun untuk dipergunakan bagi mahasiswa Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai. Dalam penyajiannya, penulis berusaha untuk menulis secara sistematis dan banyak menggunakan gambar-gambar sehingga pembaca menjadi lebih tertarik untuk mempelajari buku ini.

Penulis menyadari bahwa buku Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja 1 industri ini masih perlu disempurnakan, untuk itu berbagai kritik dan saran yang konstruktif dari semua pihak sangat diharapkan. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan buku ini. Semoga buku ini bisa memberikan banyak manfaat bagi semua pihak.

Resy Kumala Sari, S.T., M.S

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i

PETA KEDUDUKAN MODUL iv

GLOSARIUM v

I. PENDAHULUAN 1

A. Deskripsi 1

B. Prasyarat 1

C. Petunjuk Penggunaan Modul 1

D. Tujuan Akhir 1

E. Kompetensi 2

F. Cek Kemampuan 2

II. PEMBELAJARAN 1

A. Rencana Belajar Peserta Didik 1

B. Kegiatan Belajar 2

1. Kegiatan Belajar 1 :Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja..... 2

 a. Tujuan Pembelajaran 2

 b. Uraian Materi 2

 c. Rangkuman 6

 d. Tugas 6

 e. Tes Formatif 6

 f. Kunci Jawaban Tes Formatif, Pedoman Penskoran dan Tindak Lanjut 6

 g. Lembar Kerja Mahasiswa 7

2. Kegiatan Belajar 2: Fisiologi Kerja..... 8

 a. Tujuan Pembelajaran 8

 b. Uraian Materi 8

 c. Rangkuman 13

 d. Tugas 13

 e. Tes Formatif 13

 f. Kunci Jawaban Tes Formatif, Pedoman Penskoran dan Tindak Lanjut 13

 g. Lembar Kerja Mahasiswa 14

3. Kegiatan Belajar 3 : Antropometri 17

a.	Tujuan Pembelajaran	17
b.	Uraian Materi	17
c.	Rangkuman	22
d.	Tugas.....	22
e.	Tes Formatif.....	22
f.	Kunci Jawaban Tes Formatif, Pedoman Penskoran dan Tindak Lanjut	22
g.	Lembar Kerja Mahasiswa	23
4.	Kegiatan Belajar 4 : Perancangan Display dan Informasi	24
a.	Tujuan Pembelajaran	24
b.	Uraian Materi	24
c.	Rangkuman	32
d.	Tugas.....	32
e.	Tes Formatif.....	32
f.	Kunci Jawaban	32
g.	Lembar kerja mahasiswa	32
III.	EVALUASI.....	33
A.	Kognitif Skill	33
B.	Psikomotor Skill.....	33
C.	Attitude Skill	33
D.	Produk/Output Kerja Sesuai Kriteria Standar	34
E.	Batasan Waktu Pengerjaan	34
F.	Kunci Jawaban/Petunjuk Penilaian, Pedoman Penskoran, Kesimpulan dan Tindak Lanjut	34
IV.	PENUTUP.....	35
DAFTAR PUSTAKA		36

PETA KEDUDUKAN MODUL

Mata Kuliah : Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja (TIN2130)/2SKS

CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH ERGONOMI & PERANCANGAN SISTEM KERJA :

1. Kemampuan menerapkan pengetahuan bidang matematika, statistik, sains dan analisis teknik untuk menyelesaikan permasalahan teknik industri;
2. Kemampuan merancang dan melaksanakan eksperimen serta menganalisis dan mengartikan data yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan teknik industri;
3. Kemampuan mengidentifikasi, merumuskan dan menyelesaikan permasalahan teknik industri;

EVALUASI AKHIR SEMESTER (mg ke 16)

Modul 1
Mata Kuliah Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja
 Prodi Teknik Industri
 Fakultas Teknik
 Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai

(M15)
 Mahasiswa Diharapkan **Menjelaskan** Konsep Ergonomi Makro

(M14)
 Mahasiswa Diharapkan **Menjelaskan** Ergonomi Kognitif

(M9, M10)

- Mahasiswa Diharapkan **Menjelaskan** penerapan Biomekanika dalam manual material handling
- Mahasiswa Diharapkan Mahasiswa mampu **menghitung** biomekanika dengan metode NIOSH-RWL
- Mahasiswa mampu **menjelaskan** faktor penyebab terjadinya kegalan operasi manual material handling

(M11, M12)
 Mahasiswa Diharapkan **Menjelaskan** Konsep Desain dan Penempatan Display dan Informasi
 Mahasiswa Diharapkan **Merancang** display dengan tepat & akurat

EVALUASI UJIAN TENGAH SEMESTER (mg ke 8)

(M3,M4,M5)

- Mahasiswa Diharapkan mampu **menjelaskan** terminology stress dan kelelahan dari fisiologi Kerja
- Mahasiswa diharapkan mampu **menjelaskan** mekanisme kontraksi otot dalam kerja
- Mahasiswa Di harapkan **menjelaskan** konsep kapasitas fisik kerja dan Melakukan perbaikan kerja pada aspek beban kerja fisik
- Mahasiswa **menghitung** konsumsi energi

(M6,M7)
 Mahasiswa Diharapkan dapat **mengukur** anthropometri tubuh manusia dan menjelaskan Jenis data antropometri
 Mahasiswa diharapkan dapat **merancang** fasilitas kerja dan produk dengan menggunakan data anthropometri

(M1,M2)

- Mahasiswa **menjelaskan** dasar dan pengertian ergonomi beserta lingkup disiplin keilmuan ergonomi.
- **Menjelaskan** pendekatan system dalam ergonomic serta konsep system kerja

ERGONOMI DAN PERANCANGAN SISTEM KERJA

GLOSARIUM

Sistem	: suatu kesatuan yang terdiri atas komponen atau elemen yang dihubungkan bersama untuk memudahkan aliran informasi, materi, atau energi untuk mencapai suatu tujuan.
Efektif	: sebuah usaha untuk mendapatkan tujuan, hasil dan terget yang diharapkan dengan tepat waktu
Efisien	: usaha yang mengharuskan penyelesaian pekerjaan dengan tepat waktu, cepat dan memuaskan
Referensi	: sesuatu yang digunakan oleh pemberi informasi untuk mendukung atau memperkuat pernyataannya.
Energy expenditure	: energi yang dikeluarkan atau digunakan
Faal	: salah satu cabang ilmu psikologi yang mengalami perkembangan pesat dalam teori maupun penerapannya
Anatomi	: cabang dari biologi yang mempelajari susunan tubuh makhluk hidup.
Horse power	: daya kuda digunakan untuk membandingkan performa antara mesin uap dengan kemampuan tarikan kuda.
Heart rate	: debaran yang dikeluarkan oleh jantung dan akibat aliran darah melalui jantung.
Fatigue	: kelelahan adalah kondisi di mana anda selalu merasa lelah, lesu, atau kurang tenaga.
Proximity	: sensor jarak adalah sensor elektronik yang mampu mendeteksi keberadaan objek di sekitarnya tanpa adanya sentuhan fisik.
Similarity	: kemiripan atau kesamaan
Symetry	: sebuah karakteristik dari bidang geometri
Continuity	: keadaan terus menerus

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Modul “Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja 1” ini menyajikan sembilan materi pembelajaran. Adapun pada Modul 1 ini akan disajikan Empat materi pembelajaran yaitu; a. Pengantar Ergonomi dan perancangan system kerja, b. Fisiologi Kerja, c. Antropometri dan d. Display dan Information. Harapan dengan adanya Modul 1 ini mahasiswa memiliki referensi tambahan dan semakin mudah memahami pembelajaran tentang Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja 1 selama perkuliahan. Modul perkuliahan ini disusun bertujuan untuk membantu mahasiswa Prodi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai dalam memahami dan mempelajari mata kuliah Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja.

B. Prasyarat

Mata Kuliah Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja 1 adalah mata kuliah tanpa prasyarat karena matakuliah diawal

C. Petunjuk Penggunaan Modul

Langkah - langkah yang harus dilakukan untuk memudahkan peserta didik mempelajari modul ini:

1. Bacalah tujuan akhir dan tujuan antara dengan seksama.
2. Bacalah uraian materi pada setiap kegiatan belajar dengan seksama.
3. Persiapkan alat dan bahan yang digunakan pada setiap kegiatan belajar.
4. Jawab setiap pertanyaan pada tes formatif untuk masing – masing kegiatan belajar, cocokkan dengan kunci jawaban yang telah tersedia.
5. Jawablah pertanyaan pada soal evaluasi, cocokkan dengan kunci jawaban yang telah tersedia.
6. Kembalikan peralatan yang digunakan.

D. Tujuan Akhir

Mampu merancang system kerja dan merancang produk ergonomi secara bermutu dan terukur dalam upaya penerapan ergonomi pada organisasi dan industry

E. Kompetensi

Mahasiswa diharapkan mampu :

- a. menjelaskan konsep ergonomic dan perancangan system kerja di lingkungan industri
- b. mampu mengaplikasikan dan mengukur Antropometri tubuh manusia
- c. mampu mengaplikasikan fisiologi kerja dan menghitung konsumsi energi
- d. mampu merancang display dan menghitung huruf display dan informasi

F. Cek Kemampuan

Sebelum mengikuti pembelajaran dalam modul ini, siswa didik / peserta diklat diberikan soal - soal mengenai prinsip dasar ergonomic dan perancangan system kerja yang meliputi perhitungan, conyoh-contoh penerapan fisiologi kerja, antaropometri, dan perancangan ukuran huruf display .

Apabila yang bersangkutan telah bisa menyelesaikan tugasnya dengan baik, maka yang bersangkutan tidak perlu lagi mengikuti pembelajaran dalam modul ini, dan dapat langsung mengikuti ujian untuk mendapatkan nilai akhir.

II. PEMBELAJARAN

A. Rencana Belajar Peserta Didik

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu Menit	Tempat Belajar	Alasan Perubahan	Tanda Tangan Guru
Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja		60	Ruang Kelas		
Tugas		20	Ruang Kelas		
Tes Formatif		20	Ruang Kelas		
Fisiologi Kerja		60	Lab Ergonomi		
Tugas		20	Lab Ergonomi		
Tes Formatif		20	Lab Ergonomi		
Antropometri		60	Lab Ergonomi		
Tugas		20	Lab Ergonomi		
Tes Formatif		20	Lab Ergonomi		
Display dan Informasi		60	Ruang Kelas		
Tugas		20	Ruang Kelas		
Tes Formatif		20	Ruang Kelas		

B. Kegiatan Belajar

1. Kegiatan Belajar 1 :Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja

a. Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa mampu menguasai konsep Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja, Tujuan dan Ruang Lingkup dan mengidentifikasi masalah dalam pengelolaan pemasaran posisi kerja

b. Uraian Materi

1. Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja

Ergonomi atau *Ergonomics* (bahasa Inggrisnya) sebenarnya berasal dari kata Yunani yaitu *Ergo* yang berarti kerja dan *Nomos* yang berarti aturan atau hukum. Ergonomi mempunyai berbagai batasan arti, di Indonesia disepakati bahwa ergonomi adalah ilmu serta penerapannya yang berusaha untuk menyetarakan pekerjaan dan lingkungan terhadap orang atau sebaliknya dengan tujuan tercapainya produktifitas dan efisiensi yang setinggi-tingginya melalui pemanfaatan manusia seoptimaloptimalnya (Nurmianto, 1996). Pendekatan khusus dalam disiplin ergonomi ialah aplikasi sistematis dari segala informasi yang relevan yang berkaitan dengan karakteristik dan perilaku manusia dalam perancangan peralatan, fasilitas dan lingkungan kerja yang dipakai.

Sedangkan Analisis dan Perancangan Sistem Kerja merupakan suatu ilmu yang mempelajari prinsip-prinsip dan teknik-teknik untuk mendapatkan suatu rancangan sistem kerja yang terbaik. Tujuan ilmu ini adalah untuk menghasilkan suatu sistem kerja yang efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien (ENASE).

- 1) Analisis dan penelitian ergonomi meliputi hal-hal yang berkaitan, yaitu:
- 2) Anatomi (struktur), fisiologi (bekerjanya), dan antropometri (ukuran) tubuh manusia.
- 3) Psikologi yang fisiologis mengenai berfungsinya otak dan sistem syaraf yang berperan dalam tingkah laku manusia.
- 4) Kondisi-kondisi kerja yang dapat mencederai baik dalam waktu yang pendek maupun panjang ataupun membuat celaka manusia dan sebaliknya kondisi-kondisi kerja yang membuat nyaman kerja manusia. Memperhatikan hal-hal tersebut maka penelitian dan pengembangan ergonomi akan memerlukan

dukungan dari berbagai disiplin ilmu seperti psikologi, antropometri, anatomi anthropologi, faal, dan teknologi

2. Tujuan Ergonomi

Berikut tujuan-tujuan Ergonomi sebagai berikut:

- 1) Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
- 2) Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.
- 3) Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek : teknis, ekonomis, antropologis, dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan, sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

3. Ruang Lingkup Ergonomi

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

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

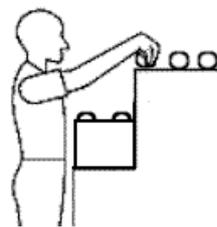
4. Posisi Kerja

Gambar 1 menggambarkan seorang pekerja yang bekerja dengan posisi kepala mendongak. Cara kerja seperti pada gambar diperbolehkan dengan syarat waktu kerja tidak melebihi 2 jam per harinya. Kondisi kerja ini bisa mengakibatkan rasa sakit pada leher, tangan dan bahu.



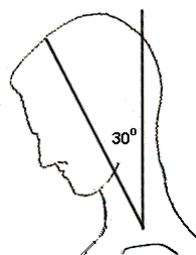
Gambar 1 Posisi Kerja Mendongak

Gambar 2 menggambarkan pekerja sedang memotong ranting pohon dengan posisi tangan yang dipaksakan untuk menjangkau ke depan.



Gambar 2 Posisi Kerja Menjangka

Posisi kerja seperti gambar 3 akan mengakibatkan rasa sakit pada siku dan bahu. Sedangkan bekerja dengan menundukkan leher atau membungkukkan punggung melebihi sudut 30^o (gambar 3.6 dan gambar 3.7) diperbolehkan asal jam kerja tidak melebihi 2 jam per harinya. Cara kerja ini akan mengakibatkan rasa sakit pada leher dan tulang belakang.



Gambar 3 Pekerjaan Menunduk



Gambar 4 Pekerjaan Membungkuk

Gambar 5 menggambarkan seorang pekerja yang bekerja dengan cara jongkok. Posisi kerja dengan jongkok ini juga akan menimbulkan rasa tidak nyaman pada diri pekerja. Kondisi kerja ini diperbolehkan asal tidak melebihi 2 jam per harinya. Gambar 6 memperlihatkan pekerja yang menyelesaikan pekerjaan dengan cara berlutut. Cara kerja ini diperbolehkan dengan syarat waktu kerja tidak melebihi 2 jam per harinya.



Gambar 5 Pekerjaan Dengan Jongkok

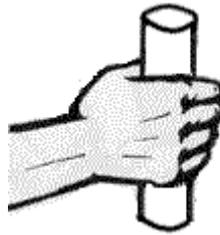


Gambar 6 Pekerjaan Dengan Berlutut

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



Gambar 7 Mengambil Benda Dengan Jari



Gambar 8 Gerakan Meremas

c. Rangkuman

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani yaitu ergo yang berarti kerja dan nomos yang berarti aturan atau hukum. Jadi ergonomi adalah aturan-aturan mengenai keserasian dalam mengerjakan sebuah pekerjaan. Ergonomi memerlukan dukungan dari berbagai disiplin ilmu seperti psikologi, antropometri, antropologi, faal, anatomi, dan teknologi. Pengendalian ergonomi ada tiga kelompok utama untuk mengendalikan resiko. Pengendalian itu adalah sebagai berikut:

- Pengendalian teknik
- Pengendalian administratif
- Cara kerja

d. Tugas

“Jika prinsip ergonomi akan direalisasikan dalam kehidupan manusia, hal tersebut akan menjadikan manusia manja dan berakhir malas, karena segala sesuatu yang dilakukan manusia akan dipermudah dengan alat”. Bagaimana menurut pendapatmu dengan pernyataan di atas

e. Tes Formatif

1. Sebutkan 4 macam produk rancangan fasilitas kerja yang saudara bisa identifikasikan melanggar prinsip-prinsip ergonomi.?
2. Prinsip Ergonomi ialah suatu alat atau produk yang menyesuaikan dengan manusia, Jelaskan maksudnya apa?

f. Kunci Jawaban Tes Formatif, Pedoman Penskoran dan Tindak Lanjut

1. Meja belajar, Gunting rumput, Tang, Kardus, dll
2. Ergonomi adalah sebuah ilmu yang mempelajari bagaimana manusia sebagai Sumber Daya Manusia beradaptasi dengan peralatan pendukung sekitar seperti

alat-alat kerja, bentuk ruangan kerja, bahkan lingkungan untuk menciptakan sinergi yang bertujuan agar memaksimalkan potensi kerja.

g. Lembar Kerja Mahasiswa

Form penilaian peralatan

Mohon silahkan list peralatan di Kampus, Rumah, dan di jalan yang Ergonomi dan tidak ergonomic :

Nama Alat	Ergonomi	Tidak Ergonomi	Keterangan
Kursi Makan			
Kursi Meja			
Kursi			
.....			
.....			
.....			
.....			

2. Kegiatan Belajar 2: Fisiologi Kerja

a. Tujuan Pembelajaran

Tujuan dari pengukuran fisiologis adalah sebagai berikut :

- 1) Mampu menjelaskan perbedaan beban kerja/cara kerja dapat berpengaruh terhadap aspek fisiologi manusia
- 2) Mampu melakukan pengukuran kerja dengan menggunakan metode fisiologi
- 3) Menentukan besar beban kerja, berdasarkan kriteria fisiologi
- 4) Merancang sistem kerja dengan memanfaatkan hasil pengukuran kerja dengan metode fisiologi

b. Uraian Materi

1. Fisiologi Kerja

Fisiologi merupakan ilmu yang mempelajari Fungsi, mekanisme, dan cara kerja organ, jaringan, dan sel-sel organisme berupa studi Kinerja dan kelelahan otot saat bekerja. **Fisiologi kerja** merupakan salah satu cabang ilmu ergonomi yang fokus terhadap pengukuran energi yang dikeluarkan atau energi yang dikonsumsi oleh manusia. Lehmann (1995) mendefinisikan kerja sebagai semua aktivitas yang secara sengaja dan berguna dilakukan manusia untuk menjamin kelangsungan hidupnya, baik sebagai individu maupun sebagai umat manusia secara keseluruhan.

Secara umum jenis kerja dibedakan menjadi dua bagian yaitu kerja fisik (otot) dan kerja mental. Pada kerja mental pengeluaran energi relatif kecil dibandingkan dengan kerja fisik dimana pada kerja fisik ini manusia akan menghasilkan perubahan dalam konsumsi oksigen, *heart rate*, temperatur tubuh dan perubahan senyawa kimia dalam tubuh. Kerja fisik ini dikelompokkan oleh Davis dan Miller menjadi tiga kelompok besar, sebagai berikut :

- 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 *energy expenditure* karena otot yang digunakan lebih sedikit.
- c) Kerja otot statis, otot yang digunakan untuk menghasilkan gaya konstrasi otot.

Sampai saat ini, metode pengukuran kerja fisik dilakukan dengan menggunakan standar sebagai berikut:

- 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 (metode baru)

2. Pengukuran konsumsi energi

Kerja fisik mengakibatkan pengeluaran energi yang berhubungan erat dengan konsumsi energi. Konsumsi energi pada waktu kerja biasanya ditentukan dengan cara tidak langsung, yaitu dengan pengukuran tekanan darah, aliran darah, komposisi kimia dalam darah, temperatur tubuh, tingkat penguapan dan jumlah udara yang dikeluarkan oleh paru-paru. Dalam penentuan konsumsi energi biasa digunakan parameter indeks kenaikan bilangan kecepatan denyut jantung. Indeks ini merupakan perbedaan antara kecepatan denyut jantung pada waktu kerja tertentu dengan kecepatan denyut jantung pada saat istirahat.

Untuk merumuskan hubungan antara *energy expenditure* dengan kecepatan *heart rate* (denyut jantung), dilakukan pendekatan kuantitatif hubungan antara *energy expenditure* dengan kecepatan denyut jantung dengan menggunakan analisa regresi. Bentuk regresi hubungan energi dengan kecepatan denyut jantung secara umum adalah regresi kuadratis dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \cdot 10^{-4} X^2$$

Dimana:

Y : Energi (kilokalori per menit)

X : Kecepatan denyut jantung (denyut per menit)

Setelah besaran kecepatan denyut jantung disetarakan dalam bentuk energi, maka konsumsi energi untuk kegiatan kerja tertentu bisa dituliskan dalam bentuk matematis sebagai berikut :

$$KE = Et - Ei$$

Dimana :

KE : Konsumsi energi untuk suatu kegiatan kerja tertentu (kilokalori/menit)

Et : Pengeluaran energi pada saat waktu kerja tertentu (kilokalori/menit)

Ei : Pengeluaran energi pada saat istirahat (kilokalori/menit)

Terdapat tiga tingkat energi fisiologi yang umum : Istirahat, limit kerja aerobik, dan kerja anaerobik. Pada tahap istirahat pengeluaran energi diperlukan untuk mempertahankan kehidupan tubuh yang disebut tingkat metabolisme basah. Hal tersebut mengukur perbandingan o

ksigen yang masuk dalam paru-paru dengan karbondioksida yang keluar. Berat tubuh dan luas permukaan adalah faktor penentu yang dinyatakan dalam kilokalori/area permukaan/jam. Rata-rata manusia mempunyai berat 65 kg dan mempunyai area permukaan 1,77 meter persegi memerlukan energi sebesar 1 kilokalori/menit.

Kerja disebut aerobik bila suply oksigen pada otot sempurna, sistem akan kekurangan oksigen dan kerja menjadi anaerobik. Hal ini dipengaruhi oleh aktivitas fisiologi yang dapat ditingkatkan melalui latihan. Aktivitas dan tingkat energi dan Klasifikasi beban kerja dan reaksi fisiologis terlihat pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Aktivitas Dan Tingkat Energi

ENERGI (Kkal/menit)	1	2.5	5	7.5	10
DETAK JANTUNG (per menit)	60	75	100	125	150
OKSIGEN (liter/menit)	0.2	0.5	1	1.5	2
	Metabolisme basah	Kerja ringan	Jalan (6.5kph)	Kerja berat	Naik Pohon
	Istirahat	Duduk	Angkat roda 100 kg		Membuat tungku
	Tidur	Mengendarai Mobil		Bekerja ditambang	Jalan di Bulan

Tabel 2. Klasifikasi Beban Kerja Dan Reaksi Fisiologis

Tingkat Pekerjaan	Energy Expenditure		Detak Jantung	Konsumsi Energi
	Kkal / menit	Kkal / 8jam	Detak / menit	Liter / menit
Undully Heavy	>12.5	>6000	>175	>2.5
Very Heavy	10.0 – 12.5	4800 – 6000	150 – 175	2.0 – 2.5
Heavy	7.5 – 10.0	3600 – 4800	125 – 150	1.5 – 2.0
Moderate	5.0 – 7.5	2400 – 3600	100 – 125	1.0 – 1.5
Light	2.5 – 5.0	1200 – 2400	60 – 100	0.5 – 1.0
Very Light	< 2.5	< 1200	< 60	< 0.5

3. Konsumsi energi berdasarkan kapasitas oksigen terukur

Konsumsi energi dapat diukur secara tidak langsung dengan mengukur konsumsi oksigen. Jika satu liter oksigen dikonsumsi oleh tubuh, maka tubuh akan mendapatkan

4,8 kcal energi.

$$R = \frac{T(B - S)}{B - 0,3}$$

Dimana :

R : Istirahat yang dibutuhkan dalam menit (*Recovery*)

T : Total waktu kerja dalam menit

B : Kapasitas oksigen pada saat kerja (liter/menit)

S : Kapasitas oksigen pada saat diam (liter/menit)

4. Konsumsi energi berdasarkan denyut jantung (*heart rate*)

Jika denyut nadi dipantau selama istirahat, kerja dan pemulihan, maka *recovery* (waktu pemulihan) untuk beristirahat meningkat sejalan dengan beban kerja. Dalam keadaan yang ekstrim, pekerja tidak mempunyai waktu istirahat yang cukup sehingga mengalami kelelahan yang kronis. Murrel membuat metode untuk menentukan waktu istirahat sebagai kompensasi dari pekerjaan fisik :

$$R = \frac{T(W - S)}{W - 1,5}$$

Dimana :

R : Istirahat yang dibutuhkan dalam menit (*Recovery*)

T : Total waktu kerja dalam menit

W : Konsumsi energi rata-rata untuk bekerja dalam kkal/menit

S : Pengeluaran energi rata-rata yang direkomendasikan dalam kkal/menit
(biasanya 4 atau 5 Kkal/menit)

5. Menentukan Waktu Standar Dengan Metode Fisiologis

Pengukuran fisiologi dapat dipergunakan untuk membandingkan cost energy pada suatu pekerjaan yang memenuhi waktu standar, dengan pekerjaan serupa yang tidak standard, tetapi perbandingan harus dibuat untuk orang yang sama. hasilnya mungkin beberapa orang yang memiliki performansi 150% hingga 160% menggunakan *energi expenditure* sama dengan orang yang performansinya hanya 110% sampai 115%. Waktu standar ditentukan untuk tugas, pekerjaan yang spesifik dan jelas definisinya. Dr. Lucien Brouha telah membuat tabel klasifikasi beban kerja dalam reaksi fisiologi, untuk menentukan berat ringannya suatu pekerjaan, seperti terlihat pada tabel 3..

Tabel 3. Jenis Pekerjaan Dengan Konsumsi Oksigen

WORK LOAD	OXYGEN CONSUMPTION (Liter/Minute)	ENERGY EXPENDITURE (Calories/minute)	HEART RATE DURING WORK (Beats per minute)
Light	0.5 – 1.0	2.5 – 5.0	60 – 100
Moderate	1.0 – 1.5	5.0 – 7.5	100 – 125
Heavy	1.5 – 2.0	7.5 – 10.0	125 – 150
Very Heavy	2.0 – 2.5	10.0 – 12.5	150 - 175

6. Fatigue

Fatigue adalah suatu kelelahan yang terjadi pada syaraf dan otot-otot manusia sehingga tidak berfungsi lagi sebagaimana mestinya. Kelelahan dipandang dari sudut industri adalah pengaruh dari kerja pada pikiran dan tubuh manusia yang cenderung untuk mengurangi kecepatan kerja mereka atau menurunkan kualitas produksi, atau kedua-duanya dari performansi optimum seorang operator. Cakupan dari kelelahan, yaitu :

1) Penurunan dalam performansi kerja

Pengurangan dalam kecepatan dan kualitas output yang terjadi bila melewati suatu periode tertentu, disebut *industry fatigue*.

2) Pengurangan dalam kapasitas kerja

perusakan otot atau ketidakseimbangan susunan saraf untuk memberikan stimulus, disebut *Psikologis fatigue*

3) Laporan-laporan subyektif dari pekerja

Berhubungan dengan perasaan gelisah dan bosan, disebut *fungsiional fatigue*.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *fatigue* adalah besarnya tenaga yang dikeluarkan, kecepatan, cara dan sikap melakukan aktivitas, jenis kelamin dan umur.

Fatigue dapat diukur dengan :

- a. Mengukur kecepatan denyut jantung dan pernapasan
- b. Mengukur tekanan darah, peredaran udara dalam paru-paru, jumlah oksigen yang dipakai, jumlah CO₂ yang dihasilkan, temperatur badan, komposisi

kimia dalam urin dan darah

- c. Mengukur kecepatan denyut jantung dan pernapasan
- d. Mengukur tekanan darah, peredaran udara dalam paru-paru, jumlah oksigen yang dipakai, jumlah CO₂ yang dihasilkan, temperatur badan, komposisi kimia dalam urin dan darah
- e. Menggunakan alat uji kelelahan *Riken Fatigue*.
 - i. Untuk lebih jelas mengenai *fatigue* dapat dibaca pada buku *Motion & Time Study: Design & measurement of Work*, Barnes Ralph, 1980

c. Rangkuman

Fisiologi merupakan ilmu yang mempelajari Fungsi, mekanisme, dan cara kerja organ, jaringan, dan sel-sel organisme berupa studi Kinerja dan kelelahan otot saat bekerja. Konsumsi energi pada waktu kerja biasanya ditentukan dengan cara tidak langsung, yaitu dengan pengukuran tekanan darah, aliran darah, komposisi kimia dalam darah, temperatur tubuh, tingkat penguapan dan jumlah udara yang dikeluarkan oleh paru-paru. *Fatigue* adalah suatu kelelahan yang terjadi pada syaraf dan otot-otot manusia sehingga tidak berfungsi lagi sebagaimana mestinya.

d. Tugas

Seorang operator material handling pada saat istirahat denyut nadinya 70 per menit. Sedangkan pada saat bekerja denyut nadinya 90 per menit. Hitunglah konsumsi energi yang dikeluarkan oleh operator tersebut dalam kilokalori per menit ! Berapa konsumsi oksigen yang diperlukan untuk pekerjaan tersebut (dalam liter per menit).

e. Tes Formatif

1. Apa yang dimaksud dengan pengukuran kerja dengan metode fisiologis?
2. Jelaskan kriteria-kriteria yang dapat digunakan untuk mengetahui pekerjaan terhadap manusia dalam suatu sistem!

f. Kunci Jawaban Tes Formatif, Pedoman Penskoran dan Tindak Lanjut

1. Pengukuran kerja yang menggunakan Fungsi, mekanisme, dan cara kerja organ, jaringan, dan sel-sel organisme dari manusia

2. Kriteria-kriteria yang dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh pekerjaan terhadap manusia dalam suatu sistem kerja :
 1. *Kriteria Faal*
Meliputi kecepatan denyut jantung, konsumsi oksigen, tekanan darah, tingkat penguapan, temperatur tubuh, komposisi kimia dalam darah dan air seni, dst. Tujuannya adalah untuk mengetahui perubahan fungsi alat-alat tubuh selama bekerja.
 2. *Kriteria Fisiologis kerja*
Meliputi kejenuhan, emosi, motivasi, sikap, dst. Tujuan adalah untuk mengetahui perubahan kejiwaan yang timbul selama berkerja.
 3. *Kriteria Hasil kerja*
Meliputi pengukuran hasil kerja yang diperoleh dari pekerja selama berkerja. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh kondisi kerja dengan melihat hasil kerja yang diperoleh dari kerja.

g. Lembar Kerja Mahasiswa

1. Alat dan Bahan

Dalam praktikum pengukuran kerja fisiologis alat-alat dan bahan yang digunakan adalah:

- §♣ *Sepeda Statis*
- §♣ *Pulse Meter*
- §♣ *Stopwatch*
- §♣ *Termometer tubuh*
- §♣ *Lembar pengamatan*

2. Proses:

Kegiatan yang dilakukan adalah mengukur kegiatan kerja fisiologis dalam aktivitas dengan menggunakan *Sepeda Statis* yang dilakukan di laboratorium. Percobaan ini terdiri dari tiga variabel, yaitu kecepatan beraktivitas , lamanya beraktivitas dan beban aktivitas.

3. Langkah-langkah percobaan 3 ini sebagai berikut:

Siapkan satu orang operator, satu orang pengamat dan satu orang pencatat waktu. Operator bertindak sebagai OP (orang percobaan), pengamat bertugas mencatat suhu tubuh dan denyut jantung OP, sedangkan pencatat waktu bertugas

untuk memberikan aba-aba kepada operator untuk memulai dan mengakhiri aktivitas dan memberikan aba-aba kepada pengamat untuk mencatat kecepatan denyut jantung pada waktu yang ditentukan.

- 1) Operator duduk di sepeda statis. Pasangkan pulsa meter pada jari telunjuk operator.
- 2) Ukur dan catat denyut jantung awal (D_0) dan ukur pula suhu tubuh operator (T_0).
- 3) Operator mengayuh sepeda selama 5 menit dengan kecepatan konstan 20 km/jam tanpa pembebanan.
- 4) Pada saat operator mengayuh, pengamatan mencatat kecepatan denyut jantung OP setiap 30 detik (D_n , dengan $n = 30$ detik ke 1, 2, 3, ..., dst)
- 5) Setelah aktivitas berakhir, ukur kembali suhu tubuh OP (T_1) dan kecepatan denyut jantung OP setiap 30 detik sampai $D_n = D_0$.
- 6) Setelah $D_n = D_0$ berarti OP sudah *recovery*. Ulangi lagi penelitian ini mulai langkah ke 4 sampai langkah ke 6 dengan kecepatan bersepeda konstan 50 km/jam.
- 7) Ulangi aktivitas di atas, tetapi dengan pembebanan.
- 8) Kita akan mendapatkan 8 jenis data percobaan yang diakumulasikan melalui form isian. Isilah form isian tersebut.

LEMBAR PENGAMATAN FISILOGI

SEPEDA STATIS

Nama Operator :

Suhu Tubuh Awal :

Umur Operator

Denyut Jantung Awal :

Beban Aktifitas	Jarak Tempuh			
	20 Km		50 Km	
Tanpa beban	D0 :	D1 :	D0 :	D1 :
	T0 :	D2 :	T0 :	D2 :
		D3 :		D3 :
		D4 :		D4 :
		D5 :		D5 :
		D6 :		D6 :
	T1 :	D7 :	T1 :	D7 :
		D8 :		D8 :
		D9 :		D9 :
	Beban maksimal	D0 :	D1 :	D0 :
T0 :		D2 :	T0 :	D2 :
		D3 :		D3 :
		D4 :		D4 :
		D5 :		D5 :
		D6 :		D6 :
		D7 :		D7 :
T1 :		D8 :	T1 :	D8 :
		D10 :		D10 :

3. Kegiatan Belajar 3 : Antropometri

a. Tujuan Pembelajaran

Tujuan dari Antropometri adalah sebagai berikut :

1. Dapat Mengukur antropometri dan menjelaskan jenis data antropometri
2. Menjelaskan konsep-konsep mengenai perancangan suatu sistem kerja/produk, yang berhubungan dengan data-data atau informasi mengenai sifat, keterbatasan dan kemampuan manusia.
3. Merancang suatu fasilitas kerja dan produk yang berhubungan dengan manusia sebagai pemakai dengan menggunakan data antropometri

b. Uraian Materi

1. Pengertian Anthropometri

Anthropus artinya Manusia, sedangkan Metrikos yaitu Pengukuran, jadi Antropometri adalah suatu studi yang berhubungan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Antropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan ergonomis dalam proses perencanaan (*design*) produk maupun sistem kerja yang memerlukan interaksi manusia. Data antropometri yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal :

- Perancangan areal kerja
- Perancangan peralatan kerja seperti mesin, *equipment*, perkakas (*tools*) dan sebagainya.
- Perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian , kursi, meja, komputer dan lain-lain.
- Perancangan lingkungan kerja fisik.

Antropometri dibagi dalam dua bagian yaitu :

1. Antropometri statis, dimana pengukuran dilakukan pada saat tubuh dalam keadaan diam/posisi diam/ tidak bergerak.
2. Antropometri dinamis, dimana dimensi tubuh diukur dalam berbagai posisi tubuh yang sedang bergerak.

Dimensi yang diukur pada antropometri statis diambil secara *linear* (lurus) dan dilakukan pada permukaan tubuh. Agar hasilnya dapat representatif , maka

pengukuran harus dilakukan dengan metode tertentu terhadap individu.

Faktor-faktor yang mempengaruhi dimensi tubuh manusia diantaranya :

1. Umur

Seperti diketahui bersama bahwa manusia tumbuh sejak lahir hingga kira-kira berumur 20 tahun untuk pria dan 17 tahun untuk wanita. Pada saat tersebut ukuran tubuh manusia tetap dan cenderung untuk menyusut setelah kurang lebih berumur 60 tahun.

2. Jenis Kelamin

Jenis kelamin manusia yang berbeda akan mengakibatkan dimensi anggota tubuhnya berbeda. Perbedaan dimensi tubuh ini dikarenakan fungsi yang berbeda.

3. Suku bangsa

Suku bangsa juga memberikan ciri khas mengenai dimensi tubuhnya. Ekstrimnya orang Eropa merupakan etnis kaukasoid berbeda dengan orang Indonesia yang merupakan Etnis Mongoloid. Kecenderungan dimensi tubuh manusia yang termasuk Etnis Kaukasoid lebih panjang bila dibandingkan dengan dimensi tubuh manusia yang termasuk etnis Mongoloid.

4. Jenis pekerjaan atau latihan

Suatu sifat dasar otot manusia, dimana bila otot tersebut sering dipekerjakan akan mengakibatkan otot tersebut bertambah lebih besar. Misalnya : dimensi seorang buruh pabrik. Dimensi seorang binaragawan dan sebagainya.

2. Persentil Antropometri

Persentil adalah suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau dibawah nilai tersebut. Sebagai contoh, persentil ke-95 akan menunjukkan 95% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran tersebut, sedangkan persentil ke-5 akan menunjukkan 5% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran itu. Dalam antropometri, angka persentil ke-95 akan menggambarkan ukuran manusia yang “terbesar” dan persentil ke-5 sebaliknya akan menunjukkan ukuran “terkecil”. Bilamana diharapkan ukuran yang mampu mengakomodasikan 95% dari populasi yang ada, maka diambil rentang 2.5-th dan 97.5-th persentil sebagai batas-batasnya.

Pemakaian nilai-nilai persentil yang umum diaplikasikan dalam perhitungan data antropometri ada pada tabel berikut (Nurmianto, 2008):

Tabel Perhitungan Persentil

Persentil	Perhitungan
1 ST	$\bar{X} - 2,325$
2,5 TH	$\bar{\alpha}_X - 1,96$
5 TH	$\bar{\alpha}_X - 1,645$
10 TH	$\bar{\alpha}_X - 1,28$
50 TH	$\bar{\alpha}_X$
90 TH	$\bar{X} + 1,28$
95 TH	$\bar{\alpha}_X + 1,645$
97,5 TH	$\bar{\alpha}_X + 1,96$
99 TH	$\bar{\alpha}_X + 2,325$

(Sumber :Wignjosoebroto, 2008)

3. Pengujian Antropometri

Untuk mengetahui variasi atau perbedaan ukuran, maka harus dilakukan uji kenormalan data, uji keseragaman data dan uji kecukupan (Hidayat, Jurnal Antropometri, 2010).

1. Uji Kenormalan

Uji kenormalan data digunakan untuk mengetahui apakah suatu data berdistribusi normal atau tidak. Untuk uji kenormalan data digunakan distribusi chi square. Distribusi *chi square* dapat dihitung melalui program *SPSS for windows* yang kemudian dibandingkan dengan *chi square* tabel (tabel statistik). Jika *chi square* hitung < *chi square* tabel, maka data tersebut terdistribusi normal dan apabila data *chi square* > *chi square* maka data tidak terdistribusi normal, sehingga dilakukan pengujian kembali.

2. Uji Keseragaman

Untuk memastikan bahwa data yang terkumpul berasal dari sistem yang sama, maka dilakukan pengujian terhadap keseragaman data. Uji keseragaman data ini dilakukan agar tidak ada data yang terlalu besar dan tidak terlalu kecil dan jauh menyimpang dari simpangan baku. Adapun prosedur yang harus diikuti adalah sebagai berikut:

- a. Hitung nilai rata-rata dari keseluruhan data (\bar{x})

$$\bar{x} = \frac{\sum X_i}{k}$$

- b. Hitung standar deviasi (σ)

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

- c. Hitung standar deviasi rata-rata (σ_x)

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

- d. Tentukan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) dengan formula sebagai berikut:

$$\text{BKA} = \bar{X} + \beta \sigma_x$$

$$\text{BKB} = \bar{X} - \beta \sigma_x$$

Keterangan:

BKA = Batas Kontrol Atas

BKB = Batas Kontrol Bawah

\bar{X} = Nilai Rata-rata

σ = Standar Deviasi

σ_x = Standar Deviasi dari distribusi rata-rata sub-grup

k = Sub-grup

n = Grup

- e. Standar Deviasi min-max

$$\sigma_x = \sqrt{S^2}$$

Keterangan:

σ_x = Standar Deviasi

S^2 = variansi

3. Uji Kecukupan

Apabila semua nilai rata-rata dari setiap grup berada dalam batas kontrol, maka semua data-data yang ada dapat di gunakan untuk menghitung banyaknya pengukuran yang diperlukan. Untuk menghitung banyaknya pengukuran digunakan rumus:

$$N' = \left[\frac{\left(\frac{\beta}{a} \right) \sqrt{N \sum (x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

Keterangan:

N' = Jumlah data yang diperlukan

N = Jumlah data yang telah dilakukan

β = Tingkat kepercayaan

a = Tingkat ketelitian

4. Perancangan Produk / alat.

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada. Perancangan suatu alat termasuk dalam metode teknik, dengan demikian langkah-langkah pembuatan perancangan akan mengikuti metode teknik. Merris Asimov menerangkan bahwa perancangan teknik adalah suatu aktivitas dengan maksud tertentu menuju kearah tujuan dari pemenuhan kebutuhan manusia, terutama yang dapat diterima oleh faktor teknologi peradaban kita. Dari definisi tersebut terdapat tiga hal yang harus diperhatikan dalam perancangan yaitu : 1) aktifitas dengan maksud tertentu, 2) sasaran pada pemenuhan kebutuhan manusia dan 3) berdasarkan pada pertimbangan teknologi, Proses perancangan yang merupakan tahapan umum teknik perancangan dikenal dengan sebutan **NIDA**, yang merupakan kepanjangan dari *Need, Idea, Decision* dan *Action*. Artinya tahap pertama seorang perancang menetapkan dan mengidentifikasi kebutuhan (*need*). Sehubungan dengan alat atau produk yang harus dirancang. Kemudian dilanjutkan dengan pengembangan ide-ide (*idea*) yang akan melahirkan berbagai alternatif untuk memenuhi kebutuhan tadi dilakukan suatu penilaian dan penganalisaan terhadap berbagai alternatif yang ada, sehingga perancang akan dapat memutuskan (*decision*) suatu alternatif yang terbaik. Dan pada akhirnya dilakukan suatu proses pembuatan (*Action*). Perancangan suatu peralatan kerja dengan berdasarkan data antropometri pemakainya bertujuan untuk mengurangi tingkat

kelelahan kerja, meningkatkan performansi kerja dan meminimasi potensi kecelakaan kerja (Mustafa,Pulat, *Industrial ergonomics case studies*, 1992).

c. Rangkuman

Antropometri adalah suatu studi yang berhubungan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Untuk mengetahui variasi atau perbedaan ukuran, maka harus dilakukan uji kenormalan data, uji keseragaman data dan uji kecukupan. Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada.

d. Tugas

Berikut data berkelompok Antropometri TBT (Tinggi Badan Tegak) dalam merancang pintu, silahkan cari uji kecukupan data dan keseragaman data?

	N1	N2	N3
K1	168	156	169
K2	169	130	165
K3	175	156	168
K4	139	165	167
K5	158	167	190

e. Tes Formatif

- 1) Jelaskan pengertian antropometri !
- 2) "Jika prinsip Ergonomi akan direalisasikan dalam kehidupan manusia, hal tersebut akan menjadikan manusia manja dan berakhir malas, karena segala sesuatu yang dilakukan manusia akan dipermudah dengan alat".
Bagaimana menurut pendapatmu dengan pernyataan tersebut?

f. Kunci Jawaban Tes Formatif, Pedoman Penskoran dan Tindak Lanjut

1. Antropometri adalah suatu studi yang berhubungan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia.
2. Tidak, Karena justru membantu kita agar tetap aman dan nyaman

g. Lembar Kerja Mahasiswa

- Peralatan yang dibutuhkan :
 1. Kursi antropometri duduk
 2. Alat ukur tinggi antropometri berdiri
 3. Meteran kain
 4. Timbangan badan
 5. Lembar pengamatan

- Prosedur

Lakukan pengukuran berbagai variable dimensi tubuh mahasiswa universitas pahlawan tuanku tambusai, sesuai data Antropometri dengan acuan pedoman pengukuran data Antropometri. Masukkan data yang diperoleh dalam form 1, dimana seluruh praktikan dibagi atas kelompok-kelompok dan hasil data antropometri masing-masing kelompok disatukan untuk dijadikan data pengukuran yang akan dipakau dalam merancang produk nantinya.

4. Kegiatan Belajar 4 : Perancangan Display dan Informasi

a. Tujuan Pembelajaran

Tujuan dari praktikum penginderaan dan informasi adalah agar praktika mengerti keterbatasan kemampuan manusia dalam mengindera, khususnya secara visual dan praktikan diharapkan mengetahui jenis-jenis pemberi informasi, tipe dan bentuk display, prinsip-prinsip dalam mendesain *visual display* dan mampu merancang berbagai tampilan visual (teks, simbol, dan display) dengan baik.

b. Uraian Materi

1. Pengertian Display

Display merupakan bagian dari lingkungan yang perlu memberi informasi kepada pekerja agar tugas-tugasnya menjadi lancar. Arti informasi disini cukup luas, menyangkut semua rangsangan yang diterima oleh indera manusia baik langsung maupun tidak langsung. Contoh dari display diantaranya adalah jarum penunjuk speedometer, keadaan jalan raya memberikan informasi langsung ke mata, peta yang menggambarkan keadaan suatu kota. Jalan raya merupakan contoh dari display langsung, karena kondisi lingkungan jalan bisa langsung diterima oleh pengemudi. Jarum penunjuk speedometer merupakan contoh display tak langsung karena kecepatan kendaraan diketahui secara tak langsung melalui jarum speedometer sebagai pemberi informasi (Sutalaksana, 1979). Agar display dapat menyajikan informasi-informasi yang diperlukan manusia dalam melaksanakan pekerjaannya maka display harus dirancang dengan baik. Perancangan display yang baik adalah bila display tersebut dapat menyampaikan informasi selengkap mungkin tanpa menimbulkan banyak kesalahan dari manusia yang menerimanya. Sedangkan menurut Sutalaksana (1996), Display yang baik harus dapat menyampaikan pesan tertentu sesuai dengan tulisan atau gambar yang dimaksud dalam display atau sejenis poster. Ciri-ciri display dan poster yang baik adalah:

1. Dapat menyampaikan pesan.
2. Bentuk/gambar menarik dan menggambarkan kejadian.
3. Menggunakan warna-warna mencolok dan menarik perhatian.
4. Proporsi gambar dan hururuf memungkinkan untuk dapat dilihat/dibaca.
5. Menggunakan kalimat-kalimat pendek, lugas, dan jelas.
6. Menggunakan huruf yang baik sehingga mudah dibaca.

7. Realistis sesuai dengan permasalahan.
8. Tidak membosankan.

Berdasarkan tujuannya, secara garis besar poster terdiri atas dua bagian, yaitu poster untuk tujuan umum dan poster untuk tujuan khusus. Poster umum, diantaranya mengenai aturan keselamatan kerja umum, poster tentang kebersihan dan kesehatan lingkungan, poster mengenai kesalahan-kesalahan manusia dalam bekerja. Sedangkan poster untuk tujuan khusus diantaranya, poster-poster dalam industri, pekerjaan konstruksi. Dengan demikian pesan-pesan yang dikandung bersifat spesifik untuk lingkungan yang bersangkutan. Misalnya poster untuk bahaya penggunaan lift, tangga, penyimpanan benda-benda mudah terbakar atau mudah meledak.

Ukuran poster bervariasi mulai dari stiker yang berukuran kecil sampai yang berukuran besar. Tetapi umumnya berukuran sebesar kalender. Poster berukuran kecil biasanya dalam bentuk stiker yang mudah ditempel dimana-mana, misalnya “Dilarang Menumpang” dapat ditempel di bagian forklift dan bulldoser.

Display yang berbentuk rambu-rambu berbahaya, biasanya dipasang pada dinding, pintu masuk atau pada tiang-tiang. Display ini berbentuk seperti rambu-rambu lalu lintas (berbentuk bulat, segitiga, segiempat atau belah ketupat)

Peran ergonomi sangat penting dalam membuat rancangan display dan poster yang memiliki daya sambung yang tinggi dengan pembaca. Display dan poster harus mampu memberikan informasi yang jelas. Konsep “Human Centered Design” sangat kuat dalam pembuatan display dan poster karena terkait dengan sifat-sifat manusia sebagai “penglihat dan pemaham isyarat”.

2. Tipe –Tipe *Display*

Tipe-tipe *display* terdiri dari berdasarkan tujuan, informasi, lingkungan, dan panca indera. Jenis-jenis *display* berdasarkan tujuannya, *display* terdiri atas dua bagian yaitu (Sutalaksana, 2013):

1. *Display* Umum

Display yang digunakan untuk memberikan informasi atau aturan yang bersifat umum atau kepentingan umum seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2.1 *Display* Umum (Sumber: Satalaksana, 2013)

2. *Display* Khusus

Display yang digunakan untuk memberikan informasi atau aturan mengenai keselamatan kerja khusus (misalnya dalam industri dan pekerjaan konstruksi) seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2.2 *Display* Khusus (Sumber: Satalaksana, 2013)

Tipe-tipe *display* berdasarkan informasi, *display* terbagi atas 3 macam yaitu kualitatif, kuantitatif dan representatif (Satalaksana, 2013):

1. *Display* Kualitatif

Display yang merupakan penyederhanaan dari informasi yang semula berbentuk data numerik, dan untuk menunjukkan informasi dari kondisi yang berbeda pada suatu sistem, contohnya informasi atau tanda *On-Off* pada generator, dingin, normal dan panas pada pembacaan temperatur.

2. *Display* Kuantitatif

Display yang memperlihatkan informasi numerik (berupa angka, nilai dari suatu variabel) dan biasanya disajikan dalam bentuk digital ataupun analog untuk suatu *visual display*.



Gambar 2.3 *Display* Kuantitatif (Sumber: Satalaksana, 2013)

Tipe *display* berdasarkan panca indera yang menerimanya yaitu:

1. *Visual display* adalah *display* yang dapat dilihat dengan menggunakan indera penglihatan yaitu mata.



Gambar 2.6 *Visual Display*
(Sumber: Ainul, 2014)

2. *Auditory display* adalah *display* yang dapat didengar dengan menggunakan indera pendengaran yaitu telinga.



Gambar 2.7 *Auditory Display*
(Sumber: Ainul, 2014)

3. *Tactual display* adalah *display* yang dapat disentuh dengan menggunakan indera peraba yaitu kulit.



Gambar 2.8 *Tactual Display*
(Sumber: Ainul, 2014)

4. *Taste display* adalah *display* yang dapat dirasakan dengan menggunakan indera pengecap yaitu lidah.



Gambar 2.9 *Taste Display*
(Sumber: Ainul, 2014)

5. *Olfactory display* (dihidung) adalah *display* yang dapat dicium dengan menggunakan indera penciuman yaitu hidung.



Gambar 2.10 *Olfactory Display*
(Sumber: Ainul, 2014)

3. Penggunaan Warna pada *Display*

Ada beberapa arti penggunaan warna pada sebuah *display*. Berikut adalah arti penggunaan warnanya (Nurmianto, 2008):

1. Merah menunjukkan Larangan

Larangan adalah suatu perintah dari seseorang atau kelompok untuk

mencegah kita melakukan suatu tindakan.

2. Biru menunjukkan Petunjuk

Petunjuk adalah ketentuan yang memberikan arah atau bimbingan tentang cara melakukan, memakai, atau mengerjakan sesuatu

3. Kuning menunjukkan Perhatian

Ketentuan penggunaan warna pada *display* adalah sebagai berikut:

- 1) Huruf merah latar belakang putih atau kebalikannya, artinya Larangan atau peringatan keras.
- 2) Huruf putih latar belakang hitam atau huruf putih latar belakang biru, huruf putih latar belakang hijau atau kebalikannya, artinya Petunjuk atau pemberitahuan.
- 3) Huruf kuning latar belakang hitam atau kebalikannya, artinya Perhatian atau *Caution* atau peringatan.



Gambar 2.11 Contoh Aplikasi Penggunaan Warna pada *Display*
(Sumber: Nurmianto, 2008)

4. Prinsip-Prinsip Mendisain *Visual Display*

Prinsip-prinsip dalam mendisain *visual display* ada 4 (empat) yaitu:

1. *Proximity* (kedekatan elemen)

Elemen-elemen diatur atau diorganisasikan sedemikian rupa berdasarkan kedekatan posisinya sehingga akan lebih mudah dalam memberikan suatu perkiraan.

2. *Similarity* (kesamaan atau kemiripan elemen)

Elemen-elemen yang sama (bentuk, ukuran, warna dan lain-lain) akan

dipersepsikan sebagai bagian dari suatu bentuk dan dikelompokkan sebagai suatu kesatuan. Disamping itu, sebuah *display* tidak boleh menggunakan lebih dari 3 atau 4 warna digunakan bersama-sama.

3. *Symetry* (simetris)

Elemen-elemen dalam perancangan *display* akan lebih baik dalam bentuk simetrikal. Penyajian tulisan dan gambar harus seimbang.

4. *Continuity* (kesinambungan pola)

Objek yang dipersepsikan sebagai suatu kesatuan atau kelompok karena adanya kesinambungan pola dan Mengekstrak informasi yang bersifat kualitatif sehingga menjadi suatu kesatuan yang utuh

5. Merancang dan Perhitungan Display yang baik

Seperti halnya pada tanda dan skala, ukuran huruf dan angka harus anda sesuaikan dengan jarak yang anda perkirakan antara mata dengan peraga informasi. Selain itu ketajaman pandangan atau *Visual acuity* perlu diperhatikan agar figur *display* atau informasi yang dirancang dapat dipahami secara jelas dan baik oleh pembaca atau yang melihatnya. *Visual acuity* biasanya diukur dalam *Visual Angle* (VA), dimana mata masih bias membedakan detail terkecil (VA diukur dalam menit derajat). Ketajaman pandangan terdiri atas perbedaan persepsi atau jarak. Pada umumnya ketajaman pandangan bertepatan dengan kekuatan memecahkan soal yang dihadapi oleh sistim optik. Nilai *visual acuity* dapat dicari dengan menggunakan rumus (Nurmianto dalam Ainul, 2014) :

Dimana :

H : Tinggi celah objek

D : Jarak objek dari mata

Dimensi huruf ditentukan agar *display* berfungsi sebagai penyempai informasi yang baik. Kita dapat menentukan dimensi yang ideal dari jarak yang kita inginkan. Dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Bridger dalam Nofirza, 2015):

$$\boxed{\text{Tinggi huruf atau angka} = \frac{\text{Jarak Visual (mm)}}{200}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Untuk menentukan sudut kemiringan mata dengan *display* yaitu dengan Rumus *Phytagoras* :

$$C = \sqrt{a + b^2} \dots\dots\dots (2.2)$$

Tabel Ukuran Perbandingan Dan Jarak Huruf

Huruf	Warna Latar	Perbandingan	Jarak terjauh dapat dilihat
Putih	Hitam	1: 13,3	36,5 meter
Hitam	Putih	1 : 8	33,5 meter

$$\text{Tinggi huruf kecil (h)} = \frac{2}{3} H \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\text{Lebar huruf besar} = \frac{2}{3} H \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\text{Lebar huruf kecil} = \frac{2}{3} h \dots\dots\dots(2.5)$$

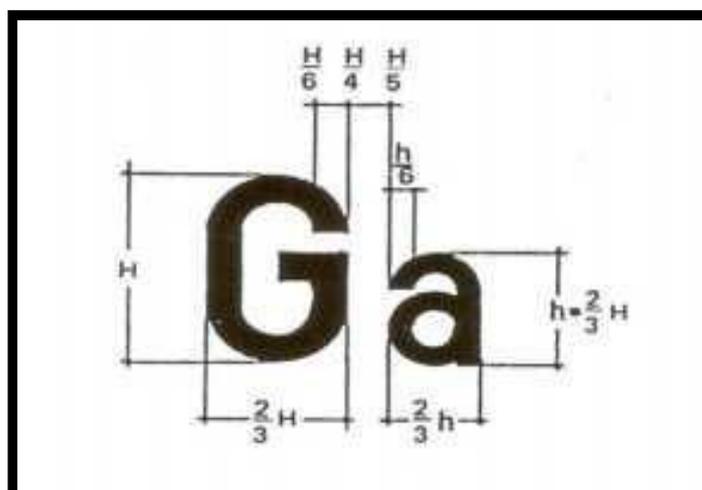
$$\text{Tebal huruf besar} = \frac{1}{6} H \dots\dots\dots(2.6)$$

$$\text{Tebal huruf kecil} = \frac{1}{6} h \dots\dots\dots(2.7)$$

$$\text{Jarak antara dua huruf} = \frac{1}{4} H \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\text{Jarak antar huruf dan angka} = \frac{1}{5} H \dots\dots\dots(2.9)$$

$$\text{Jarak antara 2 kata} = \frac{2}{3} H \dots\dots\dots (2.10)$$



Gambar Ukuran huruf (Sumber: Bridger dalam Nofirza, 2015)

c. Rangkuman

Display merupakan bagian dari lingkungan yang perlu memberi informasi kepada pekerja agar tugas-tugasnya menjadi lancar. Ada beberapa arti penggunaan warna pada sebuah *display*. Berikut adalah arti penggunaan warnanya Display Merah menunjukkan Larangan suatu perintah dari seseorang atau kelompok untuk mencegah kita melakukan suatu tindakan, biru menunjukkan petunjuk ketentuan yang memberikan arah atau bimbingan tentang cara melakukan, memakai, atau mengerjakan sesuatu dan kuning menunjukkan Perhatian.

d. Tugas

Menurut pendapat anda, apakah suatu displa memberikan informasi kepada yang melihatnya?

e. Tes Formatif

1. Apa yang dimaksud dengan display?
2. Sebutkan produk-produk display?

f. Kunci Jawaban

1. Display merupakan bagian dari lingkungan yang perlu memberi informasi kepada pekerja agar tugas-tugasnya menjadi lancar.
2. Display K3, Display peringatan, display larangan, dll

g. Lembar kerja mahasiswa

• **Alat dan Bahan :**

Alat Tulis Kerja
Komputer
Mesin Cetak

• **Prosedur :**

Setiap kelompok akan diberikan tugas untuk merancang display yang akan di tentukan. Display tersebut akan dianalisis oleh masing-masing anggota apakah sudah sesuai atau belum, dimana evaluasi akan dilihat dari warna dasar yang tidak lebih dari 3 warna, serta judul dan gambar saling berkaitan satu sama yang lain. Setelah itu rancangan akan Digambar menggunakan computer dan di cetak dengan mesin cetak sesuai ukuran yang dihitung.

III. EVALUASI

A. Kognitif Skill

1. Jelaskan secara singkat tentang matakuliah Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja
2. Deskripsikan dengan benar apa yang dimaksud dengan pengukuran kerja dengan metode fisiologis?
3. Jelaskan kriteria-kriteria yang dapat digunakan untuk mengetahui pekerjaan terhadap manusia dalam suatu sistem!
4. Bagaimanakah cara merancang sebuah display yang baik?
5. Jelaskan yang dimaksud dengan antropometri?
6. Jelaskan pentingnya memperhitungkan waktu pemulihan (recovery) dalam suatu kerja dan kaitkan dampaknya dengan produktivitas kerja!
7. Sebutkan factor-faktor menyebabkan fatigue pada manusia? Terangkan proses terjadinya kelelahan tersebut dan bagaimana cara menguranginya serta sebutkan beberapa metode pengukuran kelelahan yang ada.

B. Psikomotor Skill

1. Sebuah meja belajar terlalu tinggi di ruangan lab sehingga mahasiswa tidak nyaman, dan sering mengalami sakit pada bagian tubuhnya. Jelaskan bagaimana tindakan yang harus dilakukan agar meja tersebut sesuai dimensi tubuh mahasiswa
2. Laboratorium Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja di Prodi Teknik Industri Univ Pahlawan terdapat beberapa alat berbahaya seperti benda tajam. Bagaimana langkah yang harus dilakukan mahasiswa untuk memberi informasi ke mahasiswa agar tidak terjadi kecelakaan
3. Jika terjadi kecelakaan luka bakar di tangannya yang diakibatkan oleh kerja praktik yang ceroboh pada saat kerja praktik mengelas benda kerja, sehingga menimbulkan kerugian, baik bagi pekerja, benda kerja maupun lingkungan kerja. Jelaskan bagaimana tindakan yang harus dilakukan

C. Attitude Skill

1. Bagaimanakah mengajarkan tanggung jawab kepada peserta didiknya pada pembelajaran praktik di bengkel
2. Dalam kerja kelompok, keberanian dan kejujuran sangat dipentingkan dalam menyelesaikan tugas yang diberikan pada siswa. Pada saat melakukan kerja praktik,

bagaimanakah cara memunculkan keberanian dan sikap jujur bisa tertanamkan pada diri siswa, sehingga semua siswa dapat mengambil bagian sesuai dengan tugasnya masing-masing.

3. Kerja sinergis dalam suatu tim kerja sangat dibutuhkan, seorang guru praktik selalu menenamkan kerja sinergis. Langkah apa yang perlu dilakukan oleh seorang guru yang mendambakan kerja sinergis dapat terbangun pada anak didiknya.

D. Produk/Output Kerja Sesuai Kriteria Standar

- 1) Pengetahuan tentang Matakulliah Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja
- 2) Pengukuran dimensi tubuh manusia dan merancang produk yang ergonomis
- 3) Rancangan Display

E. Batasan Waktu Pengerjaan

Batasan akhir waktu pengerjaan sebelum ujian akhir semester, jika pengumpulan tugas dan laporan terlambat dari jadwal yang ditentukan, keterlambatan mendapatkan pengurangan nilai.

F. Kunci Jawaban/Petunjuk Penilaian, Pedoman Penskoran, Kesimpulan dan Tindak Lanjut

Hal-hal yang Termasuk Penilaian

- 1) Tugas Mandiri
- 2) Responsi Keaktifan selama dikelas
- 3) Pelaksanaan Tugas Kelompok
- 4) Tugas Proyek
- 5) Laporan Tugas
- 6) Ujian Lisan dan Tulisan
- 7) Kehadiran

IV. PENUTUP

Melalui pembelajaran berbasis Modul, diharapkan akan membantu peserta didik akan dapat belajar secara mandiri, mengukur kemampuan diri sendiri, dan menilai dirinya sendiri.

Tidak terkecuali dalam memahami Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja serta implementasinya. Semoga Modul ini dapat digunakan sebagai referensi tambahan dalam melakukan penyusunan seperangkat pembelajaran pada kegiatan workshop. Peserta dapat lebih mendalami materi lain di samping materi yang ada di dalam Modul ini melalui berbagai sumber, jurnal, maupun internet.

Semoga Modul ini bermanfaat bagi mahasiswa/peserta, khususnya yang mengambil Bidang Keahlian Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja . Tak lupa dalam kesempatan ini, penulis mohon saran dan kritik yang membangun terhadap isi Modul ini, demi sempurnanya penyusunan Modul ini di masa-masa yang akan datang. Semoga Modul ini memberikan manfaat bagi mahasiswa/peserta

DAFTAR PUSTAKA

- Barnes, Raph M. *Motion and Time Study Design and Measurement of Work*. 9th edition. John Willey & Sons. NY. 1980
- Putro, W. W., & Sari, S. I. K. (2018). *Ergonomi untuk Pemula:(Prinsip Dasar & Aplikasinya)*. Universitas Brawijaya Press.
- Iridiastadi, H dan Yassierli, ; *Ergonomi Suatu Pengantar* ; PT Remaja Rosdakarya Bandung
- Bridger, R.S.; *Introduction to Ergonomic*; Mc. Grawhill, 1995.
- Pulat, B.M.; *Industrial Ergonomic Case Studies*; Mc. Grawhill, 1991.
- Galer, I.A.R.; *Applied Ergonomic Handbook*; Butterworths Co., 1989
- Hendrick, H.W., Kleiner B.M. *Macroergonomics: An Introduction To Work System Design*. 2001.
- Mc. Cormic, E.J.; *Human Factor in Engineering*; Mc. Graww Hill Book Company, 1971, New York, AS.
- Wignjosoebroto, Sritomo S. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*. Jakarta. 1995
- Widiastuti, R. (2011). *Studi Ergonomi Kognitif Untuk Mengetahui Penurunan Produktivitas Kerja Akibat Kenaikan Tingkat Kebisingan*. *Jurnal Teknologi*, 4(2), 136-145.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research:Planning,Conducting, and EvaluatingQuantitative and Qualitative Research* (4 ed.). Boston:PEARSON.
- Katz, M. (2006). *From Research to Manuscript: A Guide to Scientific Writing*. London:Springer.
- Kothari, C. R. (2004). *Research Methodology: Methods and Techniques* (SecondRevised ed.). New Delhi: New Age Internasional (P) Limited.
- Singh, Y. (2006). *Fundamental of Research Methodology and Statistics*. New York:New Age International.
- Tuckman, B. W., & Harper, B. E. (February 9, 2012). *Conducting EducationalResearch* (6 ed.). Maryland, USA: Rowman & Littlefield Publishers.