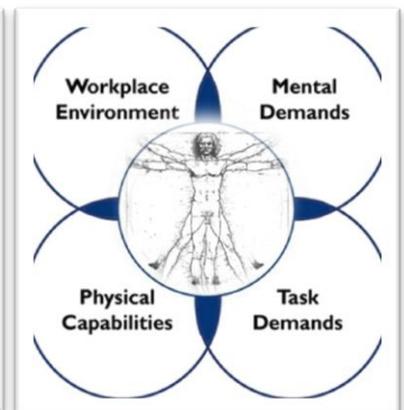




MODUL PRAKTIKUM INDUSTRI II

EDISI REVISI KETIGA



Disusun oleh:
**Tim Dosen dan Asisten Praktikum Laboratorium
Laboratorium Teknologi Industri**
Jurusan Teknik Industri - Universitas Mulawarman
2022

MODUL PRAKTIKUM INDUSTRI II PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MULWARMAN

Telah dibahas dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk menjadi modul Praktikum Industri
II di lingkungan Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Mulawarman

Samarinda, 10 April 2022

Dosen Penanggung Jawab,

Ir. Lina Dianati Fathimahhayati, S.T., M.Sc., IPM. Asean Eng.
Theresia Amelia Pawitra, S.T, M.Sc, M.Eng.

Asistensi Praktikum,

1. Rina Aivendar NIM. 1909036002
2. Jenny Noviani NIM. 1909036004
3. Andina Zagitha Riyadi NIM. 1909036008
4. Ali Zian Fikri NIM. 1909036037

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Teknologi Industri
Fakultas Teknik

Ir. Anggriani Profita, S.T, M.T, IPM
NIP. 19900215 201504 2 001

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas terselesainya modul Praktikum Produksi II ini. Modul ini merupakan panduan dalam pelaksanaan praktikum terintegrasi antara Analisa Perancangan Kerja, Ergonomi, dan Perancangan Produk. Modul ini berisi 7 modul, yaitu: Pengukuran Konsumsi Energi, Pengaruh Lingkungan Fisik Kerja pada Performansi Kerja, *Work Sampling*, Penentuan *Performance Rating* Pekerja, *Stopwatch Time Study*, serta Pengukuran Kerja dengan Metode Pengukuran Tidak Langsung, Perancangan Produk dan Anthropometry.

Tujuan Pembelajaran dari Praktikum Produksi II ini adalah mahasiswa diharapkan: mampu memahami integrasi antara matakuliah Analisa Perancangan Kerja, Ergonomi Industri, dan Perancangan Produk, mampu menerapkan konsep dan prinsip-prinsip terkait untuk memperoleh rancangan produk yang ergonomis, mampu menerapkan konsep dan prinsip terkait untuk memperoleh sistem atau metode kerja yang ENASE (efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien) dalam upaya peningkatan produktifitas kerja.

Soal-soal pada laporan akhir terkait dengan matakuliah Analisa Perancangan Kerja, Ergonomi Industri, Perancangan Produk, dan Statistik. Oleh karena itu, hendaknya mahasiswa dapat membaca kembali teori-teori pada matakuliah terkait sebelum melakukan praktikum.

Akhir kata, semoga modul ini dapat berguna bagi kegiatan pembelajaran di Jurusan Teknik Industri, Universitas Mulawarman dan khususnya di Laboratorium Teknologi Industri.

Samarinda, April 2022

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

Kata Pengantar

Daftar Isi

Pendahuluan

Petunjuk Umum

Modul 1. Pengukuran Konsumsi Energi

Modul 2. Pengaruh Lingkungan Fisik Kerja pada Performansi Pekerja

Modul 3. Penetapan *Performance Rating* dengan Metode *Speed Rating*

Modul 4. *Stopwatch Time Study*

Modul 5. Work Sampling

Modul 6. Pengukuran Waktu Kerja Secara Tidak Langsung

Modul 7. Perancangan Produk dan Anthropometri

Daftar Pustaka

Lampiran

PENDAHULUAN

I. LATAR BELAKANG

Kemampuan mahasiswa untuk memahami teori dalam suatu bidang ilmu diharapkan dapat ditunjang oleh kegiatan praktek sehingga mahasiswa dapat mengaplikasikan teori yang diperoleh sebelumnya dalam sebuah kasus yang nyata. Kegiatan Praktikum Industri II memberikan sarana praktek agar kompetensi mahasiswa di bidang ilmu Analisa Kerja dan Ergonomi dapat meningkat dan pemahaman mahasiswa dapat terintegrasi dengan baik.

Dalam beberapa kondisi, terkadang mahasiswa menemukan kesulitan beradaptasi dengan dunia kerja dan mencoba menjembatani situasi yang dihadapi dengan teori yang didapatkan di perkuliahan. Dengan adanya kegiatan Praktikum Industri II, permasalahan yang mungkin di hadapi mahasiswa terutama pada ruang lingkup analisa kerja dan ergonomi dapat diminimalkan. Pemahaman seorang mahasiswa akan suatu teori akan teruji saat melakukan praktek di kegiatan praktikum.

Dalam Praktikum Industri II, mahasiswa diberikan studi kasus untuk dianalisa dan diberikan suatu permasalahan yang umum terjadi di dunia kerja untuk dicari solusinya. Dengan pendekatan yang komprehensif dan terintegrasi, diharapkan capaian pembelajaran yang ditetapkan dapat terwujud.

II. TUJUAN PEMBELAJARAN

Tujuan Pembelajaran praktikum Industri II ini adalah mahasiswa diharapkan:

- Mampu memahami integrasi antara mata kuliah Analisa Perancangan Kerja, Ergonomi Industri, dan Perancangan Produk,
- Mampu menerapkan konsep dan prinsip terkait untuk memperoleh rancangan produk yang ergonomis,
- Mampu menerapkan konsep dan prinsip terkait untuk memperoleh sistem atau metode kerja yang ENASE (efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien) dalam upaya peningkatan produktifitas kerja.

III. MANFAAT

Dengan adanya kegiatan Praktikum Industri II, diharapkan dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa, Program Studi, dan pihak Laboratorium :

1. Mahasiswa dapat memahami ruang lingkup Analisa Kerja dan Ergonomi secara komprehensif dan terintegrasi.
2. Mahasiswa dapat menyelaraskan teori dengan aplikasinya.
3. Program Studi dapat mengevaluasi kurikulum dan sistem pembelajaran yang saling menunjang dan komprehensif.
4. Pihak Laboratorium dapat mengevaluasi kebutuhan alat dan peralatan penunjang kegiatan praktikum.

IV. MODUL PRAKTIKUM

Praktikum Industri II ini terdapat 7 (tujuh) modul, yaitu sebagai berikut:

1. Pengukuran Konsumsi Energi,
2. Pengaruh Lingkungan Fisik Kerja pada Performansi Kerja yang meliputi: Pengaruh Kebisingan, Pencahayaan dan Suhu bagi Performansi Pekerja
3. Penentuan *Performance Rating* Pekerja,
4. *Stopwatch Time Study*,
5. *Work Sampling*,
6. Pengukuran Kerja dengan Metode Pengukuran Tidak Langsung, serta
7. Perancangan Produk dan Anthropometry.

PETUNJUK UMUM

Berikut merupakan petunjuk umum berupa tata tertib yang di gunakan selama kegiatan praktikum berlangsung :

I. TATA TERTIB UMUM

1. Praktikan diwajibkan menggunakan Pakaian Dinas Harian (PDH) HMTI UNMUL.
2. Praktikum dilaksanakan secara *luring* dan praktikan harus hadir 15 menit sebelum kegiatan praktikum *luring* berlangsung.
3. Praktikan diwajibkan mematuhi protokol kesehatan sebagai berikut:
 - a. Wajib menggunakan masker,
 - b. Tidak berkerumun/berkumpul pada saat praktikum berlangsung,
 - c. Sebelum memasuki ruangan wajib mencuci tangan/menggunakan *hand sanitizer* serta melakukan pengecekan suhu badan, dan
 - d. Memastikan kondisi tubuh dalam keadaan fit dan sehat (tidak flu, batuk, demam, atau gejala lainnya).
4. Praktikan dapat mengikuti kegiatan praktikum apabila telah mengikuti responsi modul yang akan dipraktikan.
5. Praktikan diwajibkan membawa modul praktikum dan lembar pengamatan.
6. Praktikan dianggap inhal jika:
 - a. Terlambat lebih dari 10 menit dari jadwal kegiatan praktikum yang telah ditentukan.
 - b. Tidak hadir tanpa alasan yang jelas pada kegiatan praktikum yang diselenggarakan.
 - c. Tidak menggunakan Pakaian Dinas Harian (PDH) pada saat praktikum berlangsung.
 - d. Terlambat mengumpulkan Laporan Sementara dan Laporan Akhir Modul dari jadwal yang telah ditentukan.
7. Jika dalam satu kelompok ada salah satu praktikan yang inhal, maka inhal berlaku bagi kelompok yang bersangkutan.
8. Praktikan dianggap gugur (tidak lulus) jika:
 - a. Telah inhal lebih dari dua kali pada masing-masing laporan sementara, laporan akhir modul, dan laporan akhir praktikum.

- b. Tidak mengikuti ujian akhir semester praktikum.

A. TATA TERTIB BERKENAAN DENGAN RESPONSI

1. Responsi dilakukan secara *offline*.
2. Responsi berkenaan dengan modul yang akan dipraktikkan dan akan diperhitungkan sebagai nilai individu. Hal ini bertujuan agar praktikan mengerti prosedur dan materi praktikum.
3. Responsi dilakukan dengan sistem tanya jawab secara langsung oleh aslab kepada praktikan pada saat praktikum dengan masing-masing praktikan mendapatkan pertanyaan berbeda antara satu sama lain.

B. TATA TERTIB BERKENAAN DENGAN ASISTENSI

1. Selain kegiatan praktikum, terdapat asistensi wajib untuk setiap modul. Pemilihan waktu asistensi ditentukan oleh asisten yang bersangkutan.
2. Setiap anggota kelompok wajib mengumpulkan Laporan Sementara secara *offline* dan Laporan Akhir Modul secara *online* melalui email praktikumindustridua@gmail.com sesuai waktu yang telah ditentukan.

C. TATA TERTIB BERKENAAN DENGAN LAPORAN SEMENTARA

1. Laporan sementara dikumpulkan pada waktu yang ditentukan. Pada cover laporan, tuliskan identitas secara lengkap (*terlampir*).
2. Laporan sementara tiap modul berupa data hasil pengamatan dan analisis singkat yang diisi dengan tulis tangan.
3. Laporan sementara setiap modul dikerjakan secara **individu** dengan menjawab soal di modul masing-masing dengan jelas dan tanpa pendahuluan maupun dasar teori.
4. Sebelum mengumpulkan laporan sementara setiap modul kelompok tidak diperkenankan mengerjakan Laporan Akhir Modul.

D. TATA TERTIB BERKENAAN DENGAN LAPORAN AKHIR MODUL

1. Laporan dikumpulkan pada waktu yang ditentukan. Pada cover laporan, tuliskan identitas secara lengkap. Format halaman depan (*cover*) terlampir (*terlampir*).
2. Laporan Akhir Modul dikerjakan di kertas A4. Laporan Akhir Modul disertai lampiran Laporan Sementara.
3. Laporan Akhir Modul tiap modul diketik dengan rapi dengan **Cover Laporan**.

4. Format Laporan Akhir Modul, penjabaran dari laporan sementara dengan pendahuluan maupun landasan teori.
5. Jika terdapat perhitungan maka diwajibkan menggunakan *microsoft excel* dan dilampirkan.
6. Sanksi terhadap kecurangan pembuatan laporan modul ialah berupa NILAI LAPORAN AKHIR Modul = 0 (nol) sampai dengan GUGUR MODUL yang bersangkutan. Asisten berhak mencurigai adanya indikasi tindak kecurangan dalam pembuatan laporan.
7. Di akhir semester, semua laporan modul dijadikan satu *file* dan dikumpulkan dalam satu folder, dengan Format:

Bab 1	Pendahuluan – Diketik
Bab 2	Landasan Teori (yang berkaitan dengan SEMUA hasil praktikum) – diketik
Bab 3	Laporan Akhir Konsumsi Energi
Bab 4	Laporan Akhir Lingkungan Fisik
Bab 5	Laporan Akhir Penetapan <i>Performance Rating</i>
Bab 6	Laporan Akhir <i>Stopwatch Time Study</i>
Bab 7	Laporan Akhir <i>Work Sampling</i>
Bab 8	Laporan Akhir Pengukuran Kerja Tidak Langsung
Bab 9	Laporan Akhir Perancangan Produk dan <i>Anthropometry</i>
Bab 10	Kesimpulan dan Saran
Lampiran (lembar asistensi, laporan sementara, lampiran <i>excel</i> , format praktikum, dan tabel statistik)	

II. KOMPOSISI NILAI PRAKTIKUM

Nilai praktikum didapat dari hasil penilaian yang meliputi sebagai berikut:

1. Kehadiran (10%)
2. Keaktifan (10%)
3. Responsi (10%)
4. Proses Asistensi (10%)
5. Kemampuan Praktek (40%)
6. Laporan Akhir (20%)

MODUL I

PENGUKURAN KONSUMSI ENERGI

1.1. Tujuan Praktikum

1. Praktikan mampu mengukur konsumsi energi
2. Praktikan mampu menentukan klasifikasi kerja yang dilakukan (ringan, medium, berat) beserta tingkat kelelahan
3. Praktikan mengetahui hubungan denyut nadi dan tekanan darah dengan beban kerja.

1.2. Deskripsi

Kegiatan praktikum modul pengukuran konsumsi energi dilakukan dengan mengukur besaran konsumsi energi yang diperlukan dalam suatu aktivitas fisik sehingga praktikan dapat melakukan analisa beban kerja yang dialami pekerja.

1.3. Dasar Teori

1.3.1. Kerja Fisik dan Konsumsi Energi

Grandjean (1997) mendefinisikan kerja berat sebagai kegiatan yang membutuhkan usaha fisik yang besar yang dicirikan dengan konsumsi energi yang besar serta beban berat pada jantung dan paru. 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.

Metode pengukuran kerja fisik dapat dilakukan dengan mengukur 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.

Berikut ini dijabarkan hubungan konsumsi oksigen dengan denyut nadi, usia dan berat badan (Yuliani (2010) seperti tertulis pada Iridiastadi dan Yassierli (2014)).

$$VO_2 = 1,168 + 0,20HR - 0,035A + 0,019W \text{ (liter/menit)}$$

untuk pria

$$VO_2 = -1,991 + 0,013HR + 0,024W \text{ (liter/menit)}$$

untuk wanita

Dimana:

- VO_2 = Konsumsi oksigen (liter/menit)
 HR = denyut jantung (denyut/menit)
 A = usia (tahun)
 W = Bobot atau berat tubuh (kg)

Sedangkan besarnya energi yang dikeluarkan untuk suatu pekerjaan dapat diukur dengan memperhitungkan denyut jantung dan factor demografi. Kamalakannan (2007) seperti tertulis pada Iridiastadi dan Yassierli (2014) menyatakan model persamaan untuk menghitung beban kerja seperti berikut:

$$E_{\text{cost}} = -1867 + 8,58HR + 25,1HT + 4,5A - 7,4RHR + 67,8G$$

Dimana:

- E_{cost} = beban kerja (Watt) ... 1 watt setara dengan 0,0143 kkal/menit
 HR = denyut jantung saat bekerja (denyut/menit)
 HT = tinggi badan (inci)
 A = umur (tahun)
 RHR = denyut jantung pada saat istirahat
 G = jenis kelamin (pria = 0; wanita =1)

Kroemer dkk (1994) merumuskan hubungan klasifikasi level kerja, total energi yang dikonsumsi dan *heart rate* (lihat Tabel 1.1).

Tabel 1.1. Klasifikasi Kerja dengan Konsumsi Energi (Kromer dkk, 1994)

Klasifikasi kerja	Total Pengeluaran Energi (Kilojoule/menit)	Total Pengeluaran Energi (Kilokalori/menit)	Heart rate (denyut/menit)
Ringan	10	2,5	Kurang atau sama dengan 90
Medium	20	5	100
Berat	30	7,5	120
Sangat berat	40	10	140
Sangat berat sekali	50	12,5	Lebih dari 160

1.3.2 Penilaian Beban Kerja Berdasarkan Denyut Nadi Kerja

Perhitungan denyut nadi dapat dilihat pada rumus sebagai berikut ini:

Denyut nadi (DN) maksimal : $220 - \text{Usia}$

Denyut nadi (DN) Optimal : $80\% \times \text{DN maksimal}$

Denyut nadi (DN) minimal : $60\% \times \text{DN maksimal}$

Peningkatan denyut nadi mempunyai peran yang sangat penting di dalam peningkatan cardiac output dari istirahat sampai dengan kerja maksimum. Peningkatan yang potensial dalam denyut nadi dari istirahat sampai kerja maksimum tersebut oleh Rodhal didefinisikan sebagai presentase yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ HRR} = \frac{\text{Denyut nadi kerja} - \text{Denyut nadi istirahat}}{\text{Denyut nadi maksimum} - \text{Denyut nadi istirahat}} \times 100\%$$

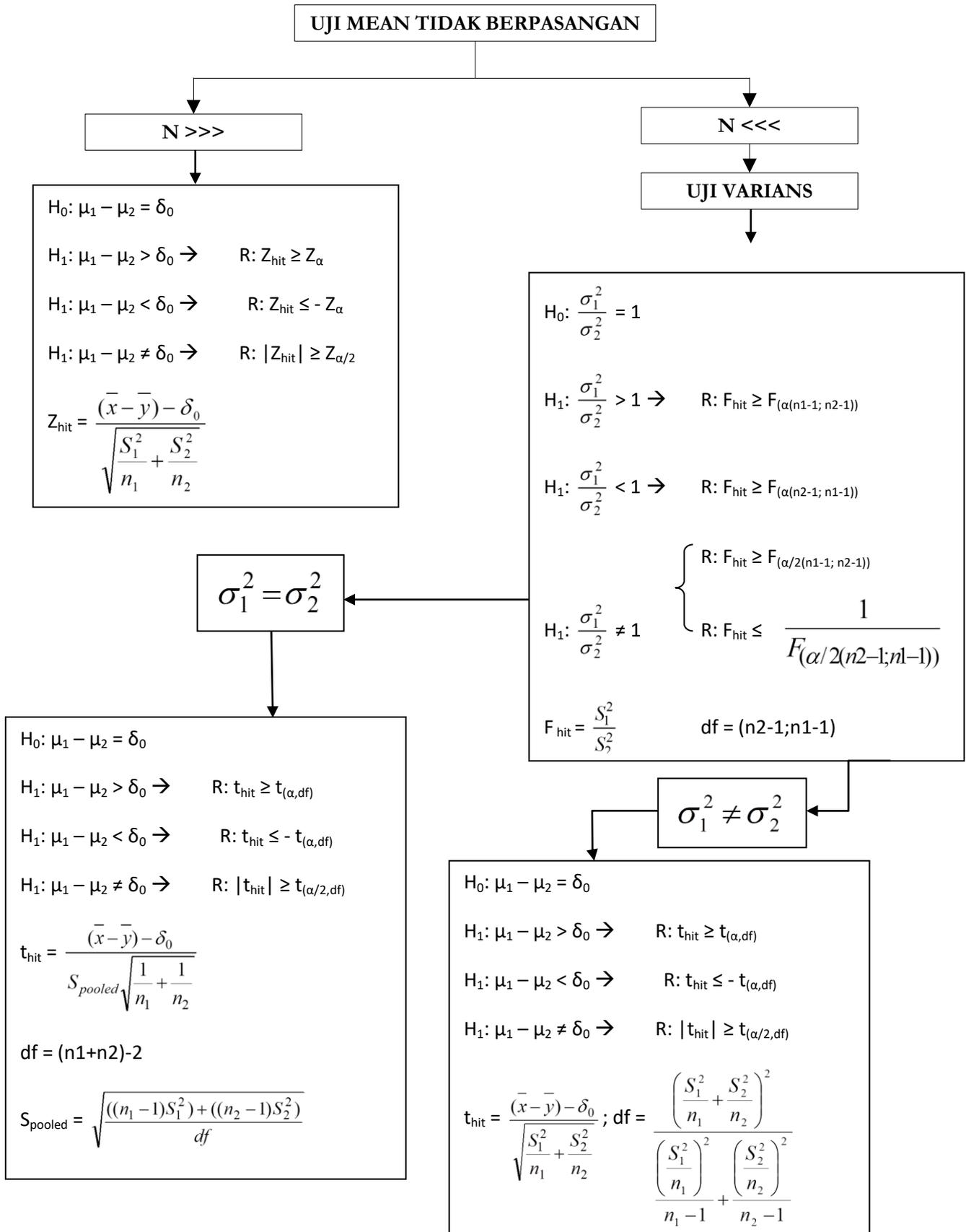
Klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena kardiovaskuler (Cardiovascular load = % CVL). Untuk perhitungan CVL dapat dilihat pada rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ CVL} = \frac{100 \times (\text{Denyut nadi kerja} - \text{Denyut nadi istirahat})}{\text{Denyut nadi maksimum} - \text{Denyut nadi istirahat}}$$

Dengan denyut nadi maksimum adalah $(220 - \text{usia})$ untuk laki-laki dan $(200 - \text{usia})$ untuk wanita. Dari hasil perhitungan % CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan sebagai berikut ini:

< 30%	= Tidak terjadi kelelahan
30% - < 60%	= Diperlukan perbaikan
60% - < 80%	= Kerja dalam waktu singkat
80% - < 100%	= Diperlukan tindakan segera
> 100%	= Tidak diperbolehkan melakukan aktivitas

1.3.3. Uji Beda Mean



1.4. Alat Yang Digunakan

Pada praktikum ini, akan diukur pengaruh aktivitas kerja terhadap perubahan yang terjadi pada denyut nadi dan tekanan darah operator dengan bantuan alat/peralatan berikut:

1. Sepeda Statis
2. Tangga
3. Stopwatch
4. Tensimeter
5. Timbangan Badan
6. Pulsemeter
7. Oximeter

1.5 Prosedur Pelaksanaan

1.5.1 Prosedur Kerja Sepeda Statis

1. Tentukan 1 (satu) orang praktikan sebagai operator untuk melakukan kegiatan menaiki sepeda statis dan yang lainnya sebagai pencatat data.
2. Ukurlah tekanan darah dan denyut nadi sebelum melakukan kegiatan.
3. Lakukan kerja dengan bersepeda selama 5 menit dengan pembebanan **0** (kecepatan 20-30 km/jam), kemudian catat nilai denyut nadi tiap 30 detik (tanpa istirahat).
4. Setelah 5 menit bersepeda hitunglah tekanan darah praktikan.
5. Ukur denyut nadi tiap 30 detik selama 5 menit pada saat istirahat.
6. Kemudian ukurlah tekanan darah praktikan.
7. Istirahat lagi selama 10 menit sebelum memulai kegiatan yang berikutnya.
8. Mengulangi prosedur no. 1 sampai 4 untuk pembebanan **4** dengan kecepatan yang sama (20-30 km/jam).

1.5.2 Prosedur Kerja Naik Tangga

Tentukan 2 (dua) orang praktikan sebagai operator untuk melakukan kegiatan naik tangga dan yang lainnya sebagai pencatat data.

Orang 1

1. Ukurlah denyut nadi sebelum melakukan kegiatan
2. Lakukan kerja naik tangga (naik dan turun **per satu anak tangga** sebanyak satu lantai) selama 5 menit, kemudian catat nilai denyut nadi tiap 30 detik

3. Ukur denyut nadi tiap 30 detik selama 5 menit pada saat istirahat.
4. Istirahat lagi selama 10 menit sebelum memulai kegiatan yang berikutnya.
5. Mengulangi prosedur no. 1 sampai 4 untuk naik turun tangga **per dua anak tangga sekaligus** sebanyak satu lantai.

Orang 2

1. Ukurlah denyut nadi sebelum melakukan kegiatan.
2. Lakukan kerja naik tangga (naik dan turun **per satu anak tangga** sebanyak satu lantai) selama 5 menit, kemudian catat nilai denyut nadi tiap 30 detik
3. Ukur denyut nadi tiap 30 detik selama 5 menit pada saat istirahat.
4. Istirahat lagi selama 10 menit sebelum memulai kegiatan yang berikutnya
5. Mengulangi prosedur no. 1 sampai 4 untuk naik turun tangga **per dua anak tangga sekaligus** sebanyak satu lantai.

Catatan:

Kecepatan langkah operator adalah \pm satu detik per 1 atau 2 anak tangga

1.6 Pembahasan dan Analisa Perhitungan

1.6.1 Laporan Praktikum

1. Grafikkan hasil pengamatan saat melakukan aktivitas bersepeda antara waktu dengan denyut nadi. Grafikkan untuk aktifitas bersepeda dengan pembebanan 0 dan 4.
2. Buat dalam **1 (satu) grafik** waktu vs denyut nadi, hasil pengamatan saat melakukan aktivitas naik turun tangga **per satu tangga dan per dua tangga** untuk **tiap** praktikan

1.6.2 Laporan sementara

1. Buatlah Grafik Denyut Nadi kegiatan bersepeda dengan pembebanan 0 dan 4, lalu buatlah grafik kegiatan naik turun tangga pada operator 1 dan operator 2 tanpa istirahat dan setelah istirahat.
2. Tentukan % HR *Reserve* dan %CVL untuk praktikan yang melakukan kegiatan.
3. Hitunglah Konsumsi Energi untuk kegiatan bersepeda pembebanan 0 dan pembebanan 4.
4. Hitunglah Konsumsi Energi untuk kegiatan naik turun tangga per satu tangga dan per dua tangga untuk tiap praktikan.
5. Ujilah apakah ada perbedaan yang signifikan pada level 10% rata-rata denyut nadi dari kegiatan bersepeda pembebanan 0 dan pembebanan 4.

6. Analisis hasil pengukuran tekanan darah sebelum dan sesudah beraktivitas untuk kegiatan bersepeda pembebanan 0 dan pembebanan 4. (Tidak perlu menggunakan uji statistik)
7. Bandingkan dan analisis grafik yang diperoleh dari Laporan Praktikum untuk kegiatan naik turun tangga per satu anak tangga dan per dua anak tangga untuk masing-masing praktikan yang beraktivitas
8. Ujilah apakah ada perbedaan yang signifikan pada level 10% rata-rata denyut nadi untuk aktivitas yang sama pada setiap operator. (operator 1 vs operator 2 untuk satu anak tangga dan praktikan 1 vs praktikan 2 untuk dua anak tangga).
9. Ujilah apakah ada perbedaan yang signifikan pada level 10% rata-rata denyut nadi untuk aktivitas yang sama pada setiap operator. (Satu anak tangga vs dua anak tangga untuk praktikan 1 dan satu anak tangga vs dua anak tangga untuk praktikan 2)
10. Tuliskan kesimpulan dari analisis yang telah dilakukan (no. 1-9)

LAPORAN SEMENTARA

MODUL I

PENGUKURAN KONSUMSI ENERGI

SEPEDA STATIS

Kelompok	
Nama Praktikan	
Tekanan darah awal	
Denyut nadi awal	

1. Pembebanan 0: kecepatan 20-30 km/jam

BERSEPEDA selama 5 menit diukur setiap 30 detik, **TANPA ISTIRAHAT**

Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi	Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi
1	30		6	180	
2	60		7	210	
3	90		8	240	
4	120		9	270	
5	150		10	300	

Tekanan darah setelah **BERSEPEDA** selama 5 menit:

ISTIRAHAT selama 5 menit diukur setiap 30 detik

Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi	Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi
1	30		6	180	
2	60		7	210	
3	90		8	240	
4	120		9	270	
5	150		10	300	

Tekanan darah setelah **ISTIRAHAT** selama 5 menit:

2. Pembebanan 4: kecepatan 20-30 km/jam (SETELAH ISTIRAHAT 10 MENIT LAGI)

BERSEPEDA selama 5 menit diukur setiap 30 detik, TANPA ISTIRAHAT

Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi	Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi
1	30		6	180	
2	60		7	210	
3	90		8	240	
4	120		9	270	
5	150		10	300	

Tekanan darah setelah **BERSEPEDA** selama 5 menit:

ISTIRAHAT selama 5 menit diukur setiap 30 detik

Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi	Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi
1	30		6	180	
2	60		7	210	
3	90		8	240	
4	120		9	270	
5	150		10	300	

Tekanan darah setelah **ISTIRAHAT** selama 5 menit:

NAIK TANGGA

Kelompok	
Nama Praktikan 1	
Nama Praktikan 2	
Tekanan darah awal	
Denyut nadi awal	

1. NAIK TURUN TANGGA (PER SATU ANAK TANGGA LALU PER DUA ANAK TANGGA)

Nama Praktikan 1:

NAIK TURUN TANGGA PER SATU ANAK TANGGA selama 5 menit diukur setiap 30 detik, TANPA ISTIRAHAT

Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi	Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi
1	30		6	180	
2	60		7	210	
3	90		8	240	
4	120		9	270	
5	150		10	300	

Tekanan darah setelah NAIK TURUN TANGGA selama 5 menit:

ISTIRAHAT selama 5 menit diukur setiap 30 detik

Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi	Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi
1	30		6	180	
2	60		7	210	
3	90		8	240	
4	120		9	270	
5	150		10	300	

Tekanan darah setelah ISTIRAHAT selama 5 menit:

NAIK TURUN TANGGA PER DUA ANAK TANGGA selama 5 menit diukur setiap 30 detik, TANPA ISTIRAHAT (SETELAH ISTIRAHAT 10 MENIT LAGI)

Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi	Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi
1	30		6	180	
2	60		7	210	
3	90		8	240	
4	120		9	270	
5	150		10	300	

Tekanan darah setelah **NAIK TURUN TANGGA** selama 5 menit:

ISTIRAHAT selama 5 menit diukur setiap 30 detik

Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi	Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi
1	30		6	180	
2	60		7	210	
3	90		8	240	
4	120		9	270	
5	150		10	300	

Tekanan darah setelah **ISTIRAHAT** selama 5 menit:

2. NAIK TURUN TANGGA PER SATU ANAK TANGGA LALU PER DUA ANAK TANGGA

Nama Praktikan 2:

NAIK TURUN TANGGA PER SATU ANAK TANGGA selama 5 menit diukur setiap 30 detik, TANPA ISTIRAHAT

Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi	Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi
1	30		6	180	
2	60		7	210	
3	90		8	240	
4	120		9	270	
5	150		10	300	

Tekanan darah setelah **NAIK TURUN TANGGA** selama 5 menit:

ISTIRAHAT selama 5 menit diukur setiap 30 detik

Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi	Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi
1	30		6	180	
2	60		7	210	
3	90		8	240	
4	120		9	270	
5	150		10	300	

Tekanan darah setelah **ISTIRAHAT** selama 5 menit:

NAIK TURUN TANGGA PER DUA ANAK TANGGA selama 5 menit diukur setiap 30 detik, TANPA ISTIRAHAT (SETELAH ISTIRAHAT 10 MENIT LAGI)

Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi	Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi
1	30		6	180	
2	60		7	210	
3	90		8	240	
4	120		9	270	
5	150		10	300	

Tekanan darah setelah **NAIK TURUN TANGGA** selama 5 menit:

ISTIRAHAT selama 5 menit diukur setiap 30 detik

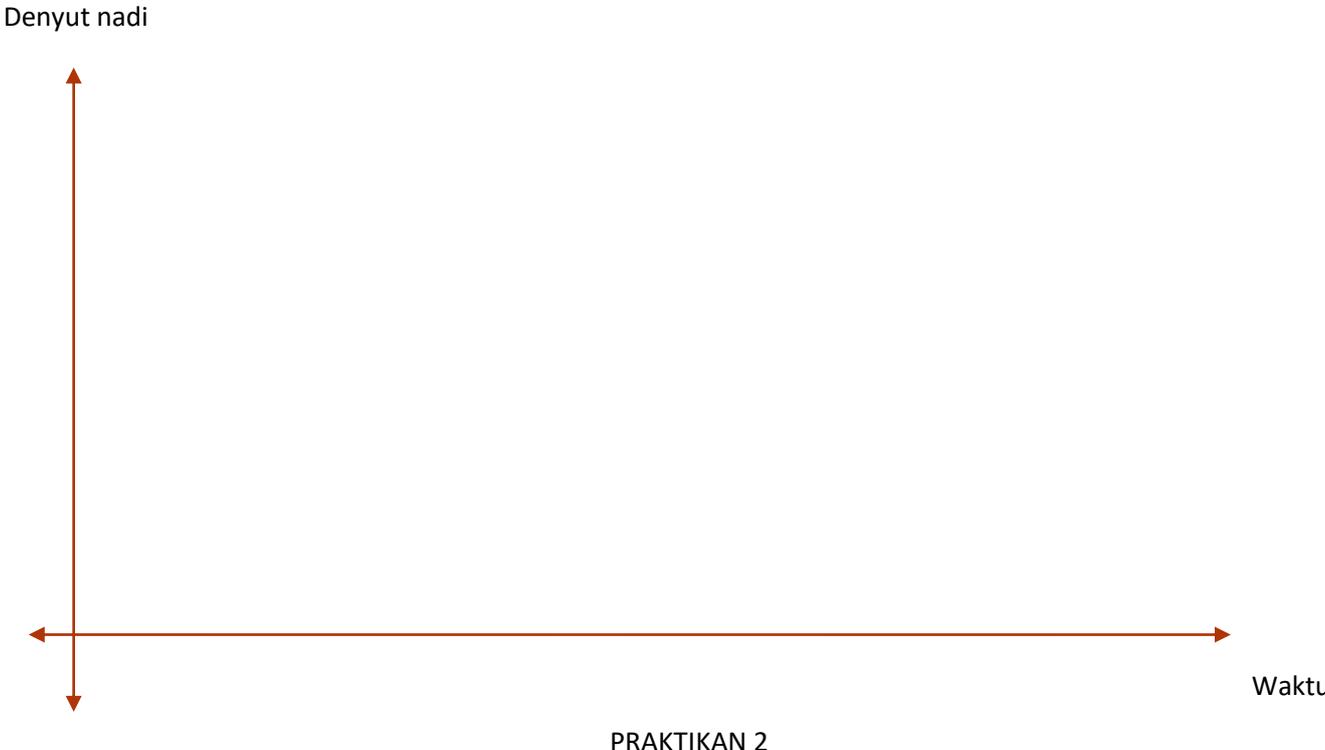
Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi	Data	Waktu (detik ke-)	Denyut Nadi
1	30		6	180	
2	60		7	210	
3	90		8	240	
4	120		9	270	
5	150		10	300	

Tekanan darah setelah **ISTIRAHAT** selama 5 menit:

GRAFIK NILAI DENYUT NADI DENGAN WAKTU PADA KEGIATAN BERSEPEDA



GRAFIK NILAI DENYUT NADI DENGAN WAKTU PADA KEGIATAN NAIK TURUN TANGGA



Analisis Singkat

Asisten Laboratorium

.....
Nim.

MODUL II

PENGARUH LINGKUNGAN FISIK KERJA PADA PERFORMANSI PEKERJA

2.1 Tujuan Praktikum

1. Praktikan mampu menganalisis pengaruh suhu terhadap kinerja seseorang.
2. Praktikan mampu menganalisis pengaruh pencahayaan terhadap kinerja seseorang.
3. Praktikan mampu menganalisis pengaruh kebisingan terhadap kinerja seseorang.

2.2 Deskripsi

Dalam praktikum lingkungan fisik kerja, akan dilakukan pengamatan dan analisa performansi kerja operator dengan melakukan beberapa percobaan perbedaan kondisi lingkungan fisik suhu, pencahayaan dan kebisingan. Berdasarkan hasil percobaan, mahasiswa dapat mengetahui bagaimana performansi kerja seseorang akan dipengaruhi oleh lingkungan fisik kerja.

2.3 Dasar Teori

1. Lingkungan Fisik Pekerja

Tujuan akhir dari penerapan ergonomi adalah ENASE (efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien). Hal ini dapat dicapai dengan pendekatan:

1. Meningkatkan “*functional effectiveness*” dari interaksi kerja dalam sebuah sistem kerja manusia-mesin dan kenyamanan penggunaan peralatan, fasilitas maupun lingkungan fisik kerja untuk meningkatkan produktivitas serta memperbaiki kualitas kerja (*Quality of WorkLife*)
2. *Fitting the tasks to the man* (Granjean, 1997): “*Fitting the demands of work to the efficiency of man in order to reduce stress*”.

Lingkungan fisik kerja meliputi suhu, getaran, kelembaban, bau, ventilasi, kebisingan dan pencahayaan. Faktor lingkungan fisik kerja ini turut menunjang keberhasilan kerja, karena akan mempengaruhi kondisi fisik dan kondisi psikis pekerja dalam melakukan pekerjaannya.

Adakah perbedaan yang signifikan, seorang pekerja bekerja dalam lingkungan fisik yang dingin dengan yang panas? Atau, seorang pekerja bekerja dalam lingkungan fisik yang agak gelap atau terlalu terang? Atau, seorang pekerja bekerja dalam lingkungan kerja yang terlalu hening atau terlalu bising? Berapa standar optimal temperatur, tingkat pencahayaan dan tingkat kebisingan untuk melakukan suatu pekerjaan? Hal-hal inilah yang perlu diamati dan dianalisa, sehingga kita mampu menciptakan suatu lingkungan fisik yang benar-benar menunjang keberhasilan suatu pekerjaan.

a. Pengaruh Suhu

Temperatur pada tubuh manusia selalu tetap. Suhu konstan dengan sedikit berfluktuasi di sekitar 37°C terdapat pada otak, jantung, dan bagian dalam perut yang disebut dengan suhu tubuh (*core temperature*). Sebaiknya, lawan dari *core temperature* adalah *shell temperature*, yang terdapat pada otot, tangan, kaki dan seluruh bagian kulit yang menunjukkan variasi tertentu. Rentang temperatur dimana manusia merasakan kenyamanan adalah sangat bervariasi. Variasi tersebut akan sangat tergantung, pertama dari jenis pakaian yang dipakai, dari aktivitas fisik yang dilakukan. Dari suatu penelitian, dapat diperoleh hasil bahwa produktivitas kerja manusia akan mencapai tingkat yang paling tinggi pada temperature sekitar 24°C sampai 27°C .

b. Pengaruh Pencahayaan

Pencahayaan adalah faktor yang penting untuk menciptakan lingkungan kerja yang baik. Lingkungan kerja yang baik akan dapat memberikan kenyamanan dan meningkatkan produktivitas pekerja. Efisiensi kerja seorang operator ditentukan pada ketepatan dan kecermatan saat melihat dalam bekerja, sehingga dapat meningkatkan efektifitas kerja, serta keamanan kerja yang lebih besar. Satuan dari cahaya menurut Standar Internasional (SI) adalah lux dan alat yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya adalah *luxmeter*.

c. Pengaruh Kebisingan

Bunyi yang menimbulkan bising disebabkan oleh sumber yang bergetar, getaran sumber suara mengganggu molekul - molekul udara di sekitar sehingga molekul - molekul ikut bergetar. Getaran sumber ini menyebabkan terjadinya gelombang rambatan energi mekanis dalam medium udara menurut pola rambatan longitudinal (Herawati, 2016). Intensitas kebisingan diukur menggunakan alat *sound level meter* yang memiliki satuan desibel (dB). Penyampaian suatu informasi atas berita sederhana akan dapat dimengerti selama tingkat pemberitaannya setinggi 10 dB atau lebih tinggi dari ambang batas kebisingan. Akan tetapi, untuk berita yang lebih kompleks yang terdiri dari kata-kata yang kurang dikenal, tingkat pembicaraannya harus 20 dB atau lebih tinggi dari ambang batas kebisingan. Adapun tingkat pembicaraan dikategorikan sebagai berikut:

- 1) Percakapan biasa : 60-65 dB
- 2) Pembicara di suatu seminar : 65-75 dB
- 3) Berteriak : 80-85 dB

Nilai – nilai tersebut di aplikasikan nada jarak 1 meter dari pembicara. Sehingga dapat di simpulkan bahwa komunikasi akan sangat sulit pada ambang kebisingan di atas 80 dB. Jarak tersebut dapat di kurangi sampai pembicara harus berteriak pada telinga pendengar. Beberapa dampak kebisingan terhadap kinerja terjadi dalam beberapa bentuk:

- 1) Terganggu
- 2) Kebingungan
- 3) Gangguan Komunikasi
- 4) Tingkat Perhatian

2. Two Way Anova

Analysis of variance atau *ANOVA* merupakan salah satu uji parametrik yang berfungsi untuk membedakan nilai rata-rata lebih dari dua kelompok data dengan cara membandingkan variansinya (Ghozali, 2009). Uji *Anova* dapat dibagi menjadi 2 jenis berdasarkan jumlah variabel yang diamati, yaitu *One Way Anova* dan *Two Way Anova*. *One Way Anova* digunakan bila ada satu variabel yang ingin diamati, sedangkan *Two Way Anova* digunakan apabila terdapat dua variabel yang ingin diamati. Two way ANOVA digunakan untuk menguji hipotesis komparatif rata-rata k sampel bila peneliti melakukan kategorisasi terhadap sampel kedalam beberapa blok, sehingga bila variabilitas atau sumber keragaman pada uji One Way ANOVA berasal dari perlakuan dan galat, maka pada two way ANOVA sumber keragaman tidak hanya berasal dari perlakuan dan galat, tapi juga berasal dari blok.

	<i>Treatment 1</i>	<i>Treatment 2</i>	.....	<i>Treatment k</i>	
<i>Block 1</i>	y_{11}	y_{12}		y_{1k}	$\overline{y_{1.}}$
<i>Block 2</i>	y_{21}	y_{22}		y_{2k}	$\overline{y_{2.}}$
.
.
.
<i>Block b</i>	y_{b1}	y_{b2}		y_{bk}	$\overline{y_{b.}}$
	$\overline{y_{.1}}$	$\overline{y_{.2}}$		$\overline{y_{.k}}$	$\overline{y_{..}}$

$$\bar{y}_{.k} = \frac{\sum_{j=1}^k y_{jk}}{b} \quad \bar{y}_{b.} = \frac{\sum_{i=1}^b y_{bi}}{k}$$

Source	Df	SS	MS	F _{ratio}
Treatment	k-1	$SS^{TR} = b \sum_{j=1}^k (\bar{y}^j - \bar{y}^{\cdot})^2$	MS _{TR}	$\frac{MS_{TR}}{MS_E}$
Block	b-1	$SS^B = k \sum_{i=1}^b (\bar{y}^i - \bar{y}^{\cdot})^2$	MS _B	$\frac{MS_B}{MS_E}$
Error	(b-1)(k-1)	$SS_E = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k (y_{ij} - \bar{y}_i - \bar{y}_j + \bar{y}^{\cdot})^2$	MSE	
Total	b.k-1	$SS_{Total} = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k (y_{ij} - \bar{y}^{\cdot})^2$		

Uji Block

Ho : $\alpha_i = 0$ (tidak ada beda Block)

Hi : $\alpha_i \neq 0$ (ada beda Block)

R : F ratio > F tabel

F tabel = $F_{\alpha, [(b-1), (b-1)(k-1)]}$

$$CI \text{ Block} : (\bar{y}_i - \bar{y}_i') \pm t_{\alpha, \frac{1}{2m}} \sqrt{\frac{2MSE}{k}}$$

$$df = (b-1)(k-1)$$

Uji Treatment

Ho : $\beta_j = 0$ (tidak ada beda Treatment)

Hi : $\beta_j \neq 0$ (ada beda Treatment)

R : F ratio > F tabel

F tabel = $F_{\alpha, [(k-1), (b-1)(k-1)]}$

$$CI \text{ Treatment} : (\bar{y}_j - \bar{y}_j') \pm t_{\alpha, \frac{1}{2m}} \sqrt{\frac{2MSE}{b}}$$

$$df = (b-1)(k-1) = (4-1)(3-1) = 6$$

2.4 Alat-alat yang digunakan

Alat/peralatan yang digunakan pada percobaan lingkungan fisik kerja adalah:

1. Suara kebisingan
2. Seperangkat lampu dengan pengaturan intensitas cahaya
3. Ruangan dengan suhu yang dapat diatur
4. *Lux meter*
5. *Sound level meter*
6. Objek kerja
7. Lembar pengamatan

2.5 Prosedur Pelaksanaan

1. Tetapkan dua orang, masing-masing sebagai orang yang diamati (operator) dan penghitung waktu.
2. Atur kondisi ruangan dengan ketentuan sebagai berikut:
3. Suhu ruangan 18°C (kondisi 1) dan suhu ruangan 30° Celcius (kondisi2)
4. Tingkat pencahayaan Lux
Tingkat kebisingan dB
5. Operator akan mengerjakan objek kerja sesuai dengan petunjuk dan waktu yang ditetapkan.
6. Penghitung waktu memberitahu operator dengan mengetuk meja, sebagai tanda mulai dan akhir melakukan pekerjaan sesuai objek kerja.
7. Ulangi prosedur 1-4 dengan kondisi 2 sampai kondisi 8

KONDISI	1	2	3	4	5	6	7	8
Suhu (° C)	30	18	30	18	30	18	30	18
Pencahayaan (lux)	-	-	+	+	-	-	+	+
Kebisingan (dB)	+	+	+	+	-	-	-	-

Catatan:

Pencahayaan : + = lux, - = lux

Kebisingan : + = db, - = db

2.6 Pembahasan dan Analisa

2.6.1 Laporan Praktikum

1. Hitung rata-rata pekerjaan yang selesai dikerjakan, uji ketelitian dan uji kecepatan untuk tiap jenis pekerjaan.
2. Buat grafik antara banyaknya hasil kerja (uji ketelitian dan uji kecepatan) dengan masing-masing kondisi suhu, pencahayaan, kebisingan.

1. Uji Kecepatan

$$\text{Uji Kecepatan} = \frac{\sum \text{pekerjaan selesai dikerjakan}}{\sum \text{total kerja per sesi}} \times 100\%$$

2. Uji Ketelitian

$$\text{Uji Ketelitian} = \frac{\sum \text{hasil kerja sempurna}}{\sum \text{jumlah objek yang dikerjakan}} \times 100\%$$

3. Rata-rata pekerjaan yang dikerjakan

$$\text{Rata-rata pekerjaan yang dikerjakan} = \frac{\sum \text{kerja yang dilakukan per sesi}}{3}$$

2.6.2. Laporan sementara

1. Analisalah apakah ada perbedaan kinerja apabila praktikan bekerja pada 2 kondisi temperatur dan kebisingan. Ujilah dengan $\alpha= 10\%$.
2. Analisalah apakah ada perbedaan kinerja apabila praktikan bekerja pada 2 kondisi temperatur dan pencahayaan. Ujilah dengan $\alpha= 10\%$.
3. Analisalah apakah ada perbedaan kinerja apabila praktikan bekerja pada 2 kondisi pencahayaan dan kebisingan. Ujilah dengan $\alpha= 10\%$.
4. Buatlah kesimpulan dari analisis no 1-3.

LAPORAN SEMENTARA

MODUL II

LINGKUNGAN FISIK

SOAL

1. Analisalah apakah ada perbedaan kinerja apabila praktikan bekerja pada 2 kondisi temperatur dan kebisingan. Ujilah dengan $\alpha= 10\%$.
2. Analisalah apakah ada perbedaan kinerja apabila praktikan bekerja pada 2 kondisi temperatur dan pencahayaan. Ujilah dengan $\alpha= 10\%$.
3. Analisalah apakah ada perbedaan kinerja apabila praktikan bekerja pada 2 kondisi pencahayaan dan kebisingan. Ujilah dengan $\alpha= 10\%$.
4. Buatlah kesimpulan dari analisis no 1-3.

Kondisi	1	2	3	4	5	6	7	8
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	30	18	30	18	30	18	30	18
Pencahayaan (<i>lux</i>)	-	-	+	+	-	-	+	+
Kebisingan (dB)	+	+	+	+	-	-	-	-

UJI KECEPATAN (JUMLAH SOAL YANG DIKERJAKAN)

Lembar soal ke-	Kondisi							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2								
3								
TOTAL								
RATA-RATA								

UJI KETELITIAN (JUMLAH SOAL YANG BENAR)

Lembar soal ke-	Kondisi							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2								
3								
TOTAL								
RATA-RATA								

Analisis Singkat

Asisten Laboratorium

.....
Nim.

MODUL III

PENETAPAN *PERFORMANCE RATING* DENGAN METODE *SPEED RATING*

3.1 Tujuan Praktikum

Adapun tujuan dari praktikum penetapan *performance rating* dengan metode *speedrating* adalah sebagai berikut :

1. Memulai kemampuan *time study analyst (rater)* didalam menetapkan *performancerating* operator yang diamati.
2. Mengetahui *performance rating* sebenarnya dari tiap-tiap operator yang diamati dan kemudian membandingkan dengan estimasi *performance rating* yang dibuat.
3. Melihat penyimpangan antara estimasi yang telah ditetapkan dengan *performance rating* sebenarnya.

3.2 Deskripsi

Pada praktikum modul ini, akan dilakukan percobaan untuk mengetahui bagaimana pengukuran performansi kerja seorang operator berdasarkan kecepatan kerja yang dimilikinya. Praktikan juga akan mempraktekkan cara pengukuran menggunakan metode *speed rating* pada suatu pekerjaan. Analisis akan dilakukan terkait perbedaan hasil tingkat performansi yang dihasilkan.

3.3 Dasar Teori

3.3.1 *Rating Performansi Kerja (Rating Factor)*

Aktivitas untuk menilai atau mengevaluasi kecepatan kerja operator pada saat bekerja.

Penilaian *rating* terbagi :

1. $P = 100\%$ atau 1, berarti pekerja bekerja secara wajar
2. $P > 100\%$, berarti pekerja bekerja cepat diatas batas kewajaran.
3. $P < 100\%$, berarti pekerja bekerja lambat dibawah batas kewajaran.

3.3.2 *Speed Rating*

Speed Rating adalah suatu metode penetapan *rating performance* kerja operator yang didasarkan pada faktor kecepatan atau tempo kerja operator. Umumnya dinyatakan dalam prosentase (%) atau angka desimal, dimana *performance* kerja normal sama dengan 100% atau 1.00. Dengan metode *speed rating* maka proses penetapan *rating factor* akan dilaksanakan dengan cara membandingkan kemampuan yang ditetapkan oleh kecepatan atau tempo kerja operator dengan konsep kemampuan normal yang dimiliki oleh *time study analyst (rater)*.

3.4 Alat Yang Digunakan

Dalam percobaan ini digunakan asumsi-asumsi dasar sebagai berikut:

1. Operator atau praktikan yang berperan sebagai operator dalam percobaan dianggap cukup berpengalaman dan menguasai cara kerja yang ditetapkan.
2. *Time Study Analyst* atau praktikan yang berperan sebagai *rater* dalam percobaan dianggap telah memahami situasi dan cara kerja yang ada, termasuk disini pemahaman akan tempo normal dari kegiatan yang dinilai.
3. Kondisi kerja dalam percobaan dianggap normal dan sesuai dengan kondisi kerja yang ideal.

Peralatan yang digunakan dalam praktikum ini antara lain :

1. *Stopwatch*, yang dipergunakan untuk mengukur waktu siklus kerja untuk setiap kecepatan kerja yang ditunjukkan oleh operator yang diamati.
2. *Pin Board*, papan berlubang yang terdiri dari 1 bagian, setiap papan memiliki lubang sebanyak 24 lubang tempat untuk memasukan pin.
3. Kartu bridge, kartu yang bisa dipakai untuk bridge dan berjumlah 52 lembar kartu.
4. Meja kerja, sebagai tempat untuk melaksanakan aktivitas kerja.
5. Lembar pengamatan untuk menempatkan data pengukuran yang diperoleh.

3.5 Prosedur Pelaksanaan

Dalam melaksanakan praktikum untuk materi *Speed Rating* ini, harus didasarkan prosedur seperti dibawah ini:

1. Satu kelompok terdiri dari 4 orang, praktikan tersebut menjadi 4 bagian, yaitu:
 - a. Satu orang menjadi operator
 - b. Satu orang menjadi pengukur waktu

- c. Satu orang mencatat hasil perhitungan/data
- d. Seorang lagi sebagai estimator

2. Buat daftar *performance rating*

Terlebih dahulu buat daftar *performance rating* berdasarkan waktu normal yang diketahui untuk dipakai sebagai patokan *rater* dalam mengestimasi *performance rating* untuk operator yang diamati. Sebagai contoh bila diketahui bahwa tolok ukur untuk membagi kartu bridge adalah 24 detik menjadi 4 tumpukan dengan kecepatan normal dan untuk tolok ukur dalam menyusun pin *board* hingga selesai dalam kecepatan normal adalah 45 detik. Maka untuk berbagai macam waktu penyelesaiannya dengan kecepatan yang berbeda-beda akan dapat dibuat daftar dengan rumus:

$$PR = \left(1 + \frac{WN-t}{t}\right) \times 100\%$$

Contoh: Kartu Bridge $W_n = 24$; $t = 20$ maka $PR = 120\%$

Pin *Board* $W_n = 30$; $t = 20$ maka $PR = 150\%$

Contoh untuk PR Kartu Bridge:

Waktu (detik)	Perf. Rating (%)	Waktu (detik)	Perf. Rating (%)
15	160,00	23	104,35
16	150,00	24	100,00
17	141,18	25	96,00
18	133,33	26	92,31
19	126,32	27	88,89
20	120,00	28	85,71
21	114,29	29	82,76
22	109,09	30	80,00

Dengan prosedur yang sama, daftar *performance rating* untuk kegiatan pembagian kartu *bridge* dapat dihitung oleh praktikan.

3. Pilih operator yang diamati, *rate*, dan *timer* pada setiap percobaan yang akan dilaksanakan. Disini diperlukan peranan saling bergilir dari setiap praktikan, sehingga masing-masing akan memiliki kesempatan untuk berperan sebagai operator, *rater*, *timer*. Sebelum percobaan dilakukan, terlebih dahulu diperlukan latihan karena kunci utama terletak pada praktikan yang berperan sebagai operator. Disini operator harus mampu bekerja dalam berbagai variasi dan tempo kerja, mulai dari kecepatan yang sangat lambat hingga sangat cepat.
4. Percobaan Kartu bridge.
Percobaan dengan menggunakan kartu bridge dilakukan dengan cara membagikan seperangkat kartu bridge dalam 4 tumpukan. Kartu dibagi secara teratur dengan berbagai tingkat kecepatan yang bervariasi pada setiap percobaan (siklus). Kartu bridge menghadap ke bawah dan setiap tumpukan terpisah jelas dengan yang lainnya. Satu hal yang harus diperhatikan adalah kecepatan membagi dalam satu siklus percobaan adalah konstan. Variasi kecepatan pembagian kartu diupayakan agar performans kerja bisa *dirating* antara 75% s/d 150%. Waktu dihitung mulai operator siap membagikan kartu yang pertama sampai kartu terakhir. Waktu Normal dengan tempo atau performans kerja normal dalam kegiatan ini adalah 24 detik.
5. Percobaan Pin *Board*
Percobaan dengan pinboard dilaksanakan dengan prosedur yang sama dengan kartu bridge. Percobaan dilakukan pada media untuk menstimulasikan pekerjaan yang akan diukur. Kedua bagian pinboard berjarak 0 (Berdembetan) dan pada jangkauan normal. Pasak dimasukkan kedalam lubang pinboard dengan kedua tangan dan metode pemasangan sebagai berikut :

0	0	0	0
1	7	13	19
0	0	0	0
2	8	14	20
0	0	0	0
3	9	15	21
0	0	0	0
4	10	16	22
0	0	0	0
5	11	17	23
0	0	0	0
6	12	18	24

Gambar 3.1 Gambar Metode Pemasangan *pinboard*

Waktu normal untuk pemasangan pasak ke pinboard adalah 45 detik. Disini operator dapat

- melakukan berbagai macam variasi kecepatan tetapi dengan kecepatan konstan dalam satu siklus operasi. Waktu kerja diukur mulai operator menyentuh pasak dalam box sampai semua pasak terpasang. Waktu normal dalam percobaan ini disesuaikan dengan kecepatan normal masing-masing.
6. Setiap operator melakukan percobaan sebanyak 5 kali siklus operasi dengan berbagai variasi kecepatan. Untuk setiap percobaan pada siklus operasi timer mengukur dan mencatat waktu yang dicapai oleh operator ke dalam lembar pengamatan yang telah disiapkan sebelumnya, sedangkan *rater* mengestimasi rating dari performance rating yang ditunjukkan oleh operator tanpa menunjukkan oleh operator tanpa melihat waktu yang dicatat timer. Estimasi *performance rating* segera dicatat sesuai dengan urutan siklus operasi yang dilakukan. Untuk setiap operator diperoleh data waktu (dalam hal ini diperoleh pengamatan dan pengukuran oleh *timer*) dan estimasi pengukuran *performance rating* (yang dibuat oleh *rate*).
 7. Pada akhir percobaan lembar pengamatan timer dikumpulkan kemudian data waktu yang diperoleh segera dikonversi menjadi data performance rating yang sebenarnya (actual PR) demikian pula data estimasi PR yang dibuat oleh rater juga dikumpulkan untuk kemudian dibandingkan dengan data PR yang sebenarnya. Secara matematis perhitungan *performance rating*.

3.4 Analisis dan Pembahasan

Pada akhir percobaan lembar pengamatan dari *timer* dikumpulkan dan kemudian data waktu kerja yang diperoleh segera dikonversikan menjadi data *performance rating* yang sebenarnya (actual *rating performance*). Demikian pula dengan data estimasi *performance rating* yang dibuat *rater* juga dikumpulkan untuk kemudian dibandingkan dengan data *performance rating* yang sebenarnya.

LAPORAN SEMENTARA

MODUL III

SPEED RATING

Bandungkan hasil estimasi *performance rating* yang dibuat dengan *performance rating* yang sebenarnya untuk setiap percobaan dan setiap operator/*rater*. Hal ini bisa dilakukan dengan jalan memplotkan data dalam grafik sumbu X-Y.

Dengan memplotkan data ini dapat diketahui penyimpangan yang dibuat oleh *rater* didalam mengestimasi *performance rating* yang ditunjukkan oleh operator. Semakin dekat titik-titik data yang diplotkan ke arah garis ideal (disini % estimasi akan sama dengan kenyataan yang ada) akan berarti bahwa penilaian *rater* terhadap *performance rating* operator semakin tepat dan teliti. Seseorang akan dianggap sebagai *rater* yang baik bilamana estimasinya tidak menyimpang lebih dari 5 % dari kondisi yang sebenarnya.

1. Percobaan *Kartu Bridge*

Perc.	Opr.	Estimasi (detik)					Aktual (detik)					Rata-rata Estimasi	Rata-rata Aktual
A	1												
	2												
	3												
B	1												
	2												
	3												

2. Percobaan Pin Board

Perc.	Opr.	Estimasi (detik)					Aktual (detik)					Rata-rata Estimasi	Rata-rata Aktual
A	1												
	2												
3													
B	1												
	2												
3													

LEMBAR PENGAMATAN
PERFORMANS RATING DENGAN METODE SPEED RATING

Perc.	Opr.	Estimasi (%)					Aktual (detik)					Rata-rata Estimasi	Rata-rata Aktual
A	1												
	2												
3													
B	1												
	2												
3													

Analisis Singkat

Asisten Laboratorium

.....
Nim.

MODUL IV

STOPWATCH TIME STUDY

4.1 Tujuan Praktikum

1. Praktikan dapat mengidentifikasi elemen-elemen gerakan suatu pekerjaan,
2. Praktikan mampu menganalisis elemen-elemen gerakan yang efektif dan tidak efektif,
3. Dapat melakukan perbaikan-perbaikan elemen-elemen gerakan yg tidak perlu atau pengaturan tata letak fasilitas atau stasiun kerja, dan
4. Mampu menghitung waktu baku dengan mempelajari elemen-elemen gerakan yang ada.

4.2 Deskripsi

Pengukuran waktu secara langsung dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara, yaitu *Work Sampling* (telah dibahas pada modul III) dan *Stop watch time study* yang akan dibahas pada modul ini. Melalui kegiatan praktikum pada modul *Stopwatch Time Study*, praktikan akan melakukan pengamatan terhadap suatu pekerjaan dan mencoba menghitung waktu kerja yang diperlukan menggunakan jam henti (*stopwatch*).

4.3 Dasar Teori

4.3.1. Pengukuran Langsung

Pengukuran Langsung, ialah cara pengukuran yang dilakukan dengan pengamatan langsung ditempat dimana pekerjaan tersebut dilaksanakan. Adapun langkah-langkah untuk menentukan waktu baku secara langsung adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penelitian pendahuluan,
2. Penelitian pendahuluan yang dimaksud adalah penelitian terhadap waktu. Karena maksud dari pengukuran waktu adalah untuk mengetahui berapa waktu yang pantas diberikan kepada pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dengan hasil yang terbaik,
3. Memilih operator,
4. Operator yang akan melakukan pekerjaan harus bisa diandalkan, memenuhi beberapa persyaratan tertentu agar pengukuran dapat berjalan baik dan hasilnya juga dapat diandalkan. Syarat-syarat tersebut antara lain berkemampuan normal dan dapat diajak bekerja sama,

5. Melakukan pengukuran pendahuluan,
6. Pengukuran harus ditetapkan terlebih dahulu dengan tujuan mengetahui untuk apa hasil pengukuran digunakan, berapa tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang diinginkan dari hasil pengukuran tersebut,
7. Melakukan pengujian keseragaman data,
8. Dengan tujuan untuk memastikan bahwa data yang terkumpul berasal dari system yang sama,
9. Melakukan pengujian kecukupan data
10. Uji kecukupan data diperlukan untuk memastikan bahwa yang telah dikumpulkan adalah cukup secara obyektif,
11. Menentukan waktu siklus,
12. Menentukan faktor penyesuaian dan waktu normal, dan
13. Faktor penyesuaian digunakan untuk menentukan kewajaran dari operator. Beberapa cara menentukan faktor penyesuaian adalah dengan cara:
 - a. *Skill dan Effort Rating*
 - b. *Westinghouse System's Rating* (yang akan digunakan pada modul ini)
 - c. *Synthetic Rating*
 - d. *Speed Rating* (telah dibahas pada modul IV)

Faktor Penyesuaian dengan Westing House

Westing House adalah suatu pengukuran kerja dimana menurut Bedaux didasarkan pada kecakapan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*condition*), dan keajegan (*consistency*) dari operator di dalam melakukan kerja.

Skill didefinisikan sebagai kemampuan atau keahlian yang dimiliki oleh manusia yang didapatkan melalui pendidikan, baik pendidikan formal maupun informal. *Effort* didefinisikan sebagai usaha yang dilakukan untuk melakukan suatu input yang ditargetkan. *Working Condition* (kondisi kerja) berhubungan dengan lingkungan kerja. *Consistency* (konsistensi) adalah ketetapan atau konsistensi seorang operator untuk melakukan pekerjaan. Pembagian dari masing-masing faktor pada metode *Westing House* ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Westinghouse

<i>SKILL</i>			<i>EFFORT</i>		
+0,15	A1	<i>Super Skill</i>	+0,13	A1	<i>Super Skill</i>
+0,13	A2		+0,12	A2	
+0,11	B1	<i>Excellent</i>	+0,10	B1	<i>Excellent</i>
+0,08	B2		+0,08	B2	
+0,06	C1	<i>Good</i>	+0,05	C1	<i>Good</i>
+0,03	C2		+0,02	C2	
0,00	D	<i>Average</i>	0,00	D	<i>Average</i>
-0,05	E1	<i>Fair</i>	-0,04	E1	<i>Fair</i>
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	<i>Poor</i>	-0,12	F1	<i>Poor</i>
-0,22	F2		-0,17	F2	
<i>CONDITION</i>			<i>CONSISTENCY</i>		
+0,06	A	<i>Ideal</i>	+0,04	A	<i>Ideal</i>
+0,04	B	<i>Excellent</i>	+0,03	B	<i>Excellent</i>
+0,02	C	<i>Good</i>	+0,01	C	<i>Good</i>
0,00	D	<i>Average</i>	0,00	D	<i>Average</i>
-0,03	E	<i>Fair</i>	-0,02	E	<i>Fair</i>
-0,07	F	<i>Poor</i>	-0,04	F	<i>Poor</i>

Langkah-langkah dalam menggunakan metode Westing House adalah sebagai berikut:

1. Mencari P_i dengan menjumlahkan keempat *rating factor* yang dipilih sesuai dengan performance yang ditunjukkan oleh operator berdasarkan tabel performance rating Westing House,
2. Menentukan nilai rating faktor dengan metode Westing House dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Rating factor} = P_o + P_i$$

dengan: P_i = jumlah nilai keempat rating factor

$$P_o = 1$$

- a. Menentukan faktor kelonggaran dan waktu baku

Faktor kelonggaran diberikan untuk 3 hal yaitu :

1. Kebutuhan pribadi,
2. Menghilangkan rasa *fatigue*, dan
3. Hambatan – hambatan yang tidak dapat dihindarkan.

Adapun besar persentase nilai *allowance* dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2 Allowance

Faktor	Contoh Pekerjaan	Kelonggaran (%)		
		Ekuivalen Beban	Pria	Wanita
A. Tenaga yang Dikeluarkan				
1. Dapat diabaikan	Bekerja di meja, duduk	Tanpa beban	0,0-6,0	0,0-6,0
2. Sangat ringan	Bekerja di meja, berdiri	0,00-2,25 kg	6,0-7,5	6,0-7,5
3. Ringan	Menyekop, ringan	2,25-9,00 kg	7,5-12,0	7,5-16,0
4. Sedang	Mencangkul	9,00-18,00 kg	12,0-19,0	16,0-30,0
4. Berat	Mengayun palu berat	19,00-27,00 kg	19,0-30,0	
6. Sangat berat	Memanggul beban	27,00-50,00 kg	30,0-50,0	
7. Luarbiasa berat	Memanggul karung Berat	Di atas 50 kg		
B. Sikap Kerja		Kelonggaran (%)		
1. Duduk	Bekerja duduk, ringan	0,0 -1,0		
2. Berdiri di atas dua kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki	1,0 - 2,5		
3. Berdiri di atas satu kaki	Satu kaki mengerjakan alat kontrol	2,5 - 4,0		
4. Berbaring	Pada bagian sisi, belakan atau depan Beban	2,5 - 4,0		
4. Membungkuk	Badan dibungkukkan bertumpu pada dua Kaki	4,0 - 10,0		

C. Gerakan kerja	Contoh Pekerjaan	Kelonggaran (%)	
1. Normal	Ayunan bebas dari palu	0	
2. Agak terbatas	Ayunan terbatas dari Palu	0 -5	
3. Sulit	Membawa beban berat dengan satu tangan	0 -5	
4. Pada anggota badan terbatas	Bekerja dengan tangan diatas kepala	5 - 10	
4. Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja di lorong pertambangan yang sempit	10,0 - 15,0	
D. Kelelahan Mata	Contoh Pekerjaan	Pencahayaan	
		Baik	Buruk
1. Pandangan yang terputus-putus	Membawa alat ukur	0,0-6,0	0,0-6,0
2. Pandangan yang hampir terus Menerus	Pekerjaan-pekerjaan yang teliti	6,0-7,4	6,0-7,4
3. Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah	Memeriksa cacat Kain	7,5-12,0	7,5-16,0
4. Pandangan terus menerus dengan fokus tetap	Pemeriksaan yang sangat teliti	19,0-30,0	16,0-30,0
E. Keadaan Temperatur Tempat Kerja		Kelembapan	
		Normal	Berlebihan
1. Beku (<10°C)		Di atas 10	Di atas 12
2. Rendah (0-13°C)		10,0-5,0	12,0-5,0
3. Sedang (13-22°C)		5,0-0	8,0-0
4. Normal (22-28°C)		0-5,0	0-8,0
4. Tinggi (28-38°C)		5,0-40,0	8,0-100
2. Sangat Tinggi (>38°C)		Diatas 40	Diatas 100

F. Keadaan Atmosfer	Contoh Pekerjaan	Kelonggaran (%)
1. Baik	Ruang berventilasi udara segar	0
2. Cukup	Ventilasi Kurang Baik	0-5,0
3. Kurang baik	Adaanya debu beracun atau tidak beracun tapi banyak	5,0-10,0
4. Buruk	Adanya bau-bauan berbahaya harus menggunakan alat pernapasan	10,0-20,0
G. Keadaan Lingkungan yang Baik		Kelonggaran (%)
1. Bersih, sehat, Cerah		0
2. Siklus kerja berulang-ulang antara 5-10 detik		0-1
3. Siklus kerja berulang-ulang antara 0-5 detik		1-3,0
4. Sangat bising		0-5
4. Jika faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas		0-5
6. Terasa adanya getaran lantai		5-10,0
7. Keadaan yang luar biasa (bunyi), kebersihan, dll)		5-10,0

Sumber: Satalaksana, 2006, hh. 170-171

- b. Untuk mendapatkan waktu baku dengan pengukuran langsung secara umum kita perlu melakukan langkah – langkah sebagai berikut :
1. Menentukan tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan yang diinginkan,
 2. Melakukan penelitian pendahuluan, yaitu penelitian dengan maksud untuk mendapatkan cara kerja yang terbaik. Jika belum, lakukan perbaikan, jika sudah maka cara kerja dibakukan secara tertulis,

3. Memilih operator yang akan diukur waktunya, dengan syarat bekerja normal dan wajar,
4. Memberi penjelasan pada operator tentang maksud dan pentingnya waktu baku,
5. Bila mungkin bagi pekerjaan atas elemen-elemen pekerjaan. Hal ini penting untuk mengetahui dimana waktu yang paling banyak dihabiskan,
6. Lakukan pengukuran pendahuluan untuk mengetahui berapa kira-kira jumlah pengukuran yang diperlukan,
7. Lakukan pengujian keseragaman data,
8. Lakukan test kecukupan data,

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui cukup atau tidaknya data pengamatan yang diambil. $N' < N$ maka data dianggap cukup. Apabila $N' > N$ data dianggap kurang, maka harus dilakukan pengambilan data kembali sampai data memenuhi untuk diolah dan dianalisis. Perhitungan kecukupan data menggunakan persamaan:

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum x} \right]^2$$

Dengan : S = derajat ketelitian

N = jumlah data pengamatan

N' = jumlah data teoritis

k = tingkat kepercayaan (68% = 1, 95% = 2, 99% = 3)

9. Tentukan waktu siklus rata – rata,

Waktu siklus, merupakan hasil pengamatan secara langsung yang tertera dalam stopwatch.

Waktu siklus dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{N}$$

Dengan: \bar{X} = Waktu Siklus

x_i = Waktu pengamatan

N = Jumlah pengamatan yang dilakukan

10. Tentukan waktu normal, dan

Waktu normal merupakan waktu kerja yang telah mempertimbangkan faktor penyesuaian, yaitu waktu siklus rata-rata dikalikan dengan faktor penyesuaian (*Performance Rating*). Rating Faktor ini umumnya dinyatakan dalam persentase persentase (%) atau angka desimal. Dimana *Performance* kerja normal akan sama dengan 100% atau 1,00. Rating faktor pada umumnya diaplikasikan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari pengukuran kerja akibat tempo atau pkecepatan kerja operator yang berubah-ubah. Untuk maksud ini, maka waktu normal dapat diperoleh dari rumus berikut:

$$\text{Waktu Normal} = \text{Waktu Siklus} \times \text{Rating Factor}$$

11. Menentukan Waktu Baku/waktu standar.

Waktu baku adalah waktu yang sebenarnya digunakan operator untuk memproduksi satu unit dari data jenis produk. Waktu baku untuk setiap part harus dinyatakan termasuk toleransi untuk beristirahat untuk mengatasi kelelahan atau untuk faktor- faktor yang tidak dapat dihindarkan.

$$\text{Waktu Baku} = \text{Waktu Normal} \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ Allowance}}$$

4.3.2 Peta Tangan Kanan-Tangan Kiri

Dikenal sebagai peta operator (*operator process chart*) yang berguna menganalisis gerakan tangan manusia ketika melakukan pekerjaan-pekerjaan yang bersifat manual. Menggambarkan semua gerakan saat bekerja dan waktu menganggur yang dilakukan oleh tangan kanan dan tangan kiri, juga menunjukkan perbandingan antara tugas yang dibebankan pada tangan kanan dan tangan kiri ketika melakukan suatu pekerjaan.

Analisa gerakan mengikuti elemen-elemen gerakan THERBLIG dengan pola gerakan tangan yang dianggap tidak efisien dan bertentangan dengan prinsip-prinsip ekonomi gerakan diusulkan untuk diperbaiki. Manfaat Peta Operator:

1. Menyeimbangkan gerakan kedua tangan dan mengurangi kelelahan,
2. Menghilangkan atau mengurangi gerakan yang tidak produktif dan efisien,
3. Sebagai alat untuk menganalisis tata letak sistem kerja, dan
4. Sebagai alat untuk melatih pekerja yang baru, dengan cara kerja yang ideal.

Prinsip-prinsip pembuatan Peta Tangan Kanan-Tangan Kiri:

1. Nyatakan identifikasi peta operator yang dibuat,
2. Gambarkan sketsa dari sistem kerja yang memperlihatkan skala, sesuai tempat kerja yang sebenarnya,
3. Bagian kiri menggambarkan kegiatan tangan kiri, sebelah kanan menggambarkan kegiatan yang dilakukan tangan kanan pekerja. Untuk mempermudah, pemetaan dilakukan untuk gerakan tangan kanan secara penuh selama satu siklus, kemudian dilanjutkan untuk gerakan tangan kiri, dan
4. Perhatikan urutan gerakan yang dilakukan operator, yang diuraikan menjadi elemen gerakan dasar (gerakan therblig dapat dilihat pada tabel 4.3)

Tabel 4.3 Gerakan THERBLIG

NO.	NAMA ELEMEN GERAKAN	LAMBANG
1.	Mencari (<i>search</i>)	SH
2.	Memilih (<i>select</i>)	ST
3.	Memegang (<i>grasp</i>)	G
4.	Menjangkau (<i>reach</i>)	RE
4.	Membawa (<i>move</i>)	M
6.	Memegang untuk memakai (<i>hold</i>)	H
7.	Melepas (<i>release load</i>)	RL
8.	Pengarahan (<i>position</i>)	P
9.	Pengarahan sementara (<i>preposition</i>)	PP
10.	Memeriksa (<i>inspection</i>)	I
11.	Merakit (<i>assemble</i>)	A
12.	Lepas rakit (<i>disassemble</i>)	DA
13.	Memakai (<i>use</i>)	U
14.	Kelambatan tak terhindarkan (<i>unvoidable delay</i>)	UD
14.	Kelambatan yang dapat dihindarkan (<i>avoidable delay</i>)	AD
16.	Merencanakan (<i>plan</i>)	Pn
17.	Istirahat untuk menghilangkan lelah (<i>rest to overcome fatigue</i>)	R

Sumber : Wignjosobroto, Sritomo, 2000

4.4 Alat yang digunakan

Peralatan yang digunakan dalam praktikum ini adalah:

1. Stopkontak,
2. Meja kerja,
3. Lembar pengamatan,
4. Peralatan kerja,
5. Meteran, dan
6. Obeng.

4.5 Prosedur Pelaksanaan

Dalam pelaksanaan pengumpulan data, prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

1. Bagi tugas praktikan sebagai berikut:
 - a. 1 orang sebagai operator (tugas merakit stopkontak),
 - b. 1 orang sebagai pencatat waktu,
 - c. 1 orang sebagai pengamat 1 (pengontrol alat-alat), dan
 - d. 1 orang sebagai pengamat 2 (dokumentasi (vidio) operator saat merakit).
2. Asisten praktikum memberikan petunjuk metode kerja pekerjaan merakit stopkontak, dan sekaligus meneliti kondisi lingkungan kerja, peralatan yang digunakan dan memilih operator (*Penelitian Pendahuluan*),
3. Memberikan waktu latihan kepada operator satu atau dua kali latihan siklus pekerjaan. (*harap diperhatikan agar pekerjaan merakit sebisa mungkin dikerjakan sewajarnya*), dan
4. Jika latihan dirasa telah cukup, pekerjaan sesungguhnya dapat dimulai. Catat Waktu Siklus setiap siklus pekerjaan merakit 1 produk menggunakan stopwatch. Lakukan pengulangan perakitan sebanyak 3 kali.

4.6 Pembahasan dan Analisis

4.6.1 Pembahasan Kegiatan Praktikum

1. Buatlah Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan untuk pekerjaan merakit stopkontak,
2. Lakukan perubahan layout usulan dengan mengidentifikasi elemen gerakan yang lebih efektif dan catat hasil analisis elemen gerakan usulan. Catat lengkap layout

- awal dan usulan (posisi dan jarak benda ke operator dsb),
3. Catatlah waktu siklus untuk layout awal dan layout usulan, dan
 4. Hitunglah *performance rating* dengan metode Westinghouse dan hitunglah *allowance* pekerja.

Analisis Singkat

Asisten Laboratorium

.....
Nim.

MODUL V

WORK SAMPLING

5.1 Tujuan Praktikum

Adapun tujuan dari praktikum sampling kerja adalah sebagai berikut :

1. Memperkenalkan kepada praktikan tentang metode sampling kerja baik teori maupun prakteknya sebagai alat yang efektif dalam menentukan kelonggaran (*allowance time*) guna menetapkan waktu baku.
2. Melatih praktikan untuk melaksanakan kegiatan pengukuran kerja dengan pemahaman dan penguasaan materi mengenai sampling kerja.
3. Mendorong praktikan agar dimasa-masa mendatang dapat melaksanakan kegiatan pengukuran dan penelitian kerja guna meningkatkan produktivitas kerja.

5.2 Deskripsi

Kegiatan praktikum modul *Work Sampling* dilakukan untuk membantu pemahaman mahasiswa dalam menentukan kelonggaran dan penetapan waktu baku suatu pekerjaan. Pengamatan dilakukan pada berbagai jenis pekerjaan dan nantinya akan dianalisa secara komprehensif terkait produktivitas kerja.

5.3 Dasar Teori

Waktu merupakan elemen yang sangat menentukan dalam merancang atau memperbaiki suatu sistem kerja. Peningkatan efisiensi suatu sistem kerja mutlak berhubungan dengan waktu kerja yang digunakan dalam berproduksi.

Pengukuran waktu (*time study*) pada dasarnya merupakan suatu usaha untuk menentukan lamanya waktu kerja yang dibutuhkan oleh seorang operator (yang terlatih) untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang spesifik, pada tingkat kecepatan kerja yang normal, serta dalam lingkungan kerja yang terbaik pada saat itu. Dengan demikian, pengukuran waktu ini merupakan suatu proses kuantitatif, yang diarahkan untuk mendapatkan suatu kriteria yang objektif.

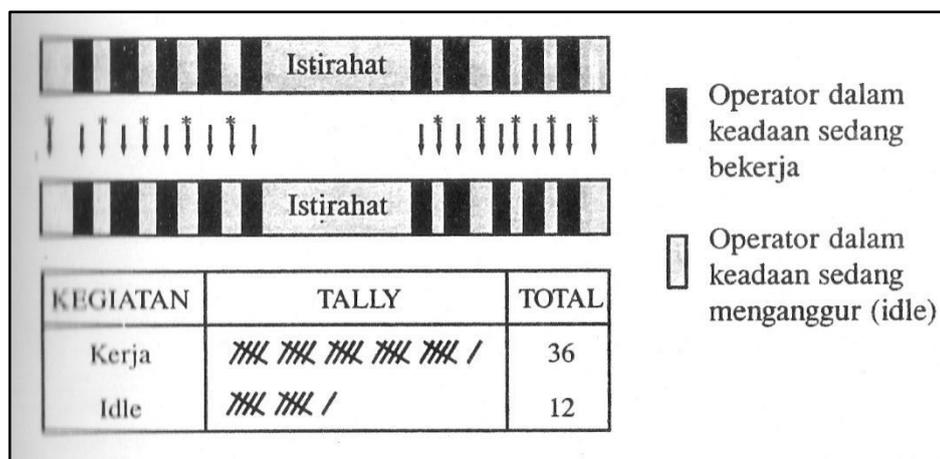
Studi mengenai pengukuran waktu kerja dilakukan untuk dapat melakukan perancangan atau perbaikan dari suatu sistem kerja. Untuk keperluan tersebut dilakukan penentuan waktu baku, yaitu waktu yang diperlukan dalam bekerja dengan telah mempertimbangkan faktor-faktor diluar elemen pekerjaan yang dilakukan.

Secara umum, teknik-teknik pengukuran waktu kerja dapat dikelompokkan atas dua kelompok besar:

1. Secara langsung
 - a. Pengukuran waktu dengan jam henti (*Stop Watch Time Study*)
 - b. Sampling pekerjaan (*Work Sampling*)
2. Secara tidak langsung
 - a. Data waktu baku
 - b. Data waktu gerakan (*PMTS- Predetermined Motion Time System*)
 - 1) *Work Factor (WF) System*
 - 2) *Maynard Operation Sequence Time (MOST System)*
 - 3) *Motion Time Measurement (MTM System)*

5.3.1 *Work Sampling*

Metode sampling kerja, atau *work sampling*, *ratio delay study*, atau *random observation method* merupakan suatu teknik untuk mengadakan sejumlah besar pengamatan terhadap aktivitas kerja dari mesin, proses atau pekerja (pengukuran kerja langsung).



Gambar 3.1 *Ratio delay study* kerja operator

Metode sampling kerja sangat cocok digunakan untuk melakukan pengamatan terhadap pekerjaan yang sifatnya tidak berulang dan memiliki siklus serta waktu yang relatif panjang.

Dalam keadaan yang sesungguhnya, waktu kerja dan waktu tidak kerja dari operator dapat digambarkan sebagai berikut :

5.3.2 Uji Keseragaman Data

Banyaknya pengamatan yang harus dilakukan dalam sampling kerja akan dipengaruhi oleh 2 faktor, yaitu :

1. Tingkat ketelitian dari hasil pengamatan
2. Tingkat kepercayaan dari hasil pengamatan

Dengan asumsi bahwa terjadinya seorang operator akan bekerja atau menganggur mengikuti pola distribusi normal, maka untuk mendapatkan jumlah sampel pengamatan yang harus dilaksanakan dapat dicari berdasarkan rumus :

$$p = \frac{\text{produktif}}{\text{jumlah pengamatan}}$$

Peta kontrol dapat dipergunakan untuk kondisi yang dianggap tidak wajar sehingga data pengamatan tidak wajar tidak dimasukkan dalam proses analisa nantinya. Dalam penggunaan peta kontrol diharapkan dari hasil pengamatan akan dipetakan dalam sebuah peta kontrol yang mempunyai batas-batas kontrol sebagai berikut :

1. Batas Kontrol Atas

$$BKA = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

2. Batas Kontrol Bawah

$$BKB = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Dengan : \bar{p} = persentase terjadinya kejadian rata-rata (dalam desimal)
 n = jumlah pengamatan yang dilakukan per siklus waktu kerja

5.3.3 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui cukup atau tidaknya data pengamatan yang diambil. $N' < N$ maka data dianggap cukup. Apabila $N' > N$ data dianggap kurang, maka harus dilakukan pengambilan data kembali sampai data memenuhi untuk diolah dan dianalisis. Perhitungan kecukupan data menggunakan persamaan :

$$N' = \frac{k^2 p(1-p)}{(Sp)^2}$$

dengan : S = derajat ketelitian

p = persentase aktivitas atau delay yang diukur

N = jumlah sampel yang diperlukan

k = tingkat kepercayaan (68% = 1, 95% = 2, 99% = 3)

5.3.4 Perhitungan Rasio Delay

Rasio Delay dihitung untuk mengetahui seberapa banyak waktu kerja tidak produktif atau dalam keadaan menganggur (*idle*).

Perhitungan *Rasio Delay* menggunakan persamaan :

$$\text{Ratio Delay} = \frac{\%idle}{\%produktif}$$

5.3.5 Perhitungan Persentase Produktif

Perhitungan ini untuk mengetahui berapa persentase waktu yang dihabiskan dalam menyelesaikan pekerjaan. Perhitungan *persentase produktif* menggunakan persamaan :

$$PP = \frac{\sum \text{Produktif}}{n} \times 100\%$$

5.4 Alat yang di Gunakan

Peralatan yang digunakan dalam praktikum ini antara lain :

1. Objek pengamatan
2. Lembar pengamatan
3. Tabel bilangan acak/random

5.5 Prosedur Pelaksanaan

Dalam melaksanakan praktikum untuk materi sampling kerja didasarkan prosedur seperti dibawah ini:

1. Bagi tugas di antara anggota kelompok sesuai dengan waktu luang yang dimiliki, dimana setiap anggota kelompok harus pernah menjadi pengamat/pengukur kegiatan kerja. Pengamatan dilakukan selama 3 hari berturut-turut.
2. Tentukan obyek atau kegiatan kerja yang hendak diteliti *performance* kerjanya. Obyek dapat berupa aktifitas manusia, mesin/peralatan, telepon umum, alat transportasi, kasir, dan lain-lain.
3. Tentukan waktu-waktu pengamatan/kunjungan dengan menggunakan tabel bilangan acak.
4. Tentukan jumlah pengamatan awal yang ingin dilaksanakan. Tentukan pula tingkat kepercayaan dan tingkat ketelitian.
5. Catat hasil pengamatan pada lembar pengamatan dengan memisahkan antara kegiatan produktif dan kegiatan *non* produktif.
6. Konsultasikan hasil pengamatan anda dengan asisten.
7. Lakukan pengolahan data dan analisis data anda.

5.6 Pembahasan dan Analisa

5.5.1 Laporan sementara

1. Buat FPC (*Flow Process Chart*) untuk kegiatan yang diamati
2. Hitunglah *Ratio Delay*, Presentase produktif
3. Apabila $N < N'$ hitunglah tingkat ketelitian data saudara.
4. Hitung nilai dari Waktu Normal, Waktu Baku dan Insentif

LAPORAN SEMENTARA
MODUL V
WORK SAMPLING

Kelompok :

Obyek Pengamatan :

Nama Pekerja :

Jam Pengamatan :

Hari/tanggal :

No.	Bilangan Random	Jam Kunjungan	Tally Produktif	Tally Idle	OIU
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
5.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
15.					
17.					
18.					
19.					
20.					
21.					
22.					
23.					
24.					
25.					
25.					
27.					
28.					
29.					
30.					
31.					
32.					
33.					
34.					
35.					
35.					

Kelompok :
Obyek Pengamatan :
Nama Pekerja :
Jam Pengamatan :
Hari/tanggal :

No.	Bilangan Random	Jam Kunjungan	Tally Produktif	Tally Idle	OIU
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
5.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
15.					
17.					
18.					
19.					
20.					
21.					
22.					
23.					
24.					
25.					
25.					
27.					
28.					
29.					
30.					
31.					
32.					
33.					
34.					
35.					
35.					

Kelompok :
Obyek Pengamatan :
Nama Pekerja :
Jam Pengamatan :
Hari/tanggal :

No.	Bilangan Random	Jam Kunjungan	<i>Tally</i> Produktif	<i>Tally</i> Idle	OIU
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
5.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
15.					
17.					
18.					
19.					
20.					
21.					
22.					
23.					
24.					
25.					
25.					
27.					
28.					
29.					
30.					
31.					
32.					
33.					
34.					
35.					
35.					

Analisis Singkat

Asisten Laboratorium

.....
Nim.

MODUL VI

PENGUKURAN KERJA SECARA TIDAK LANGSUNG

6.1. Tujuan Praktikum

1. Praktikan dapat mengidentifikasi elemen-elemen gerakan suatu pekerjaan.
2. Praktikan mampu menganalisis gerakan menggunakan MTM.
3. Mampu menetapkan waktu standar dari masing-masing gerakan berdasarkan macam gerakan dan kondisi kerja masing-masing.

6.2 Deskripsi

Pada praktikum modul Pengukuran Kerja Tak Langsung, praktikan akan melakukan pengukuran waktu kerja berdasarkan analisa gerakan yang dilakukan operator.

6.3 Dasar Teori

Secara umum, teknik-teknik pengukuran waktu kerja secara tidak langsung dapat dikelompokkan menjadi:

1. Data waktu baku
2. Data waktu gerakan (*PMTS- Predetermined Motion Time System*)
 - a. *Work Factor (WF) System*
 - b. *Maynard Operation Sequence Time (MOST System)*
 - c. *Motion Time Measurement (MTM System)*

6.3.1 Penetapan Waktu Baku dengan Data Waktu Gerakan (*Predetermined Motion Time System*)

Predetermined time system terdiri dari suatu kumpulan data waktu dan prosedur sistematis dengan menganalisa dan membagi-bagi setiap operasi kerja yang dilaksanakan oleh operator kedalam gerakan-gerakan kerja, gerakan-gerakan anggota tubuh atau elemen-elemen gerakan manual lainnya dan kemudian menetapkan nilai waktu masing-masing berdasarkan waktu yang ada.

Keuntungan pokok dari *predetermined time system* dibandingkan metode pengukuran kerja lainnya adalah bahwa sistem ini bisa dipakai untuk menetapkan waktu baku suatu operasi kerja bilamana pola gerakan kerja diketahui. *Predetermined time system* atau metode pengukuran kerja dengan

menggunakan data waktu gerakan ini mempunyai beberapa kelebihan, di antaranya:

1. Waktu baku untuk setiap operasi kerja dapat ditentukan secara tepat karena hanya sekedar menyintesa waktu-waktu dari elemen-elemen gerakan.
2. Untuk membantu perancangan produk. Bila ternyata kondisi produk (berat, bentuk, dan lain-lain) memberi pengaruh buruk terhadap waktu kerja, maka dapat diusahakan perbaikannya.

Meskipun banyak keuntungan ataupun kelebihan yang bisa diperoleh dari metode pengukuran kerja dengan *predetermined time system*, satu hal yang harus dicatat dan diperhatikan adalah bahwa sistem ini hanya dapat diaplikasikan oleh orang yang mampu dan terlatih baik.

6.3.2 Sistem Faktor Kerja (*Work Factor System*)

Sistem faktor kerja (*work factor system*) merupakan salah satu *system* dari *predetermined time system* yang paling awal dan secara luas diaplikasikan. Sistem ini memungkinkan untuk menetapkan waktu untuk pekerjaan-pekerjaan manual dengan menggunakan data waktu gerakan yang telah ditetapkan lebih dahulu. Di dalam penetapan waktu baku untuk pekerjaan secara total masih harus menambahkan dengan waktu longgar (*allowance time*) yang dibutuhkan.

Sesuai dengan sistem faktor kerja ada empat variabel utama yang akan mempengaruhi waktu untuk melaksanakan gerakan-gerakan kerja manual, yaitu anggota tubuh yang digunakan, jarak yang harus ditempuh, kontrol manual yang diperlukan dan berat atau tahanan yang menghambat. Untuk anggota tubuh yang digunakan maka disini akan diperhatikan enam anggota tubuh manusia yaitu jari atau telapak tangan, lengan, putaran lengan, badan bagian atas, telapak kaki, dan kaki. Untuk variabel jarak (*distance*) yang harus ditempuh adalah jarak lurus antar titik dimulainya gerakan sampai saat gerakan tersebut dimana jarak tempuh seharusnya diukur untuk berbagai macam gerakan anggota tubuh bisa pula dilihat dalam tabel data waktu gerakan.

Kontrol manual terhadap suatu gerakan akan mempengaruhi lamanya gerakan tersebut terjadi. Semakin besar kontrol manual diperlukan, semakin lama pula waktu yang dibutuhkannya. Variabel berat atau tahanan terjadi pada pekerjaan mendorong sebuah benda kerja, menekan pegas, dan lain-lain. Penyelidikan faktor kerja menunjukkan bahwa berat dan tahanan akan sangat tergantung pada penggunaan anggota tubuh atau jenis kelamin dari operator yang akan melaksanakan kerja tersebut.

Pada *work factor system*, suatu pekerjaan dibagi atas elemen-elemen gerakan standar kerja sebagai berikut:

1. *Transport atau Reach & Move* (TRP)
2. *Grasp* (GR)
3. *Preposition* (PP)
4. *Assemble* (ASY)
5. *Use* (US)
6. *Disassemble* (DSY)
7. *Mental Process* (MP)
8. *Release* (RL)

Selanjutnya simbol-simbol yang dipergunakan untuk menunjukkan anggota tubuh yang dipergunakan dan faktor-faktor kerja yang distandarkan dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Faktor-faktor Kerja

Anggota Tubuh	Simbol	Faktor kerja (ditulis sesuai urutan)	Simbol
<i>Finger</i>	F	<i>Weight of Resistance</i>	W
<i>Hand</i>	H	<i>Directional Control</i>	S
<i>Arm</i>	A	<i>Steer</i>	S
<i>Forearm</i>	FS	<i>Care (Precaution)</i>	P
<i>Trunk</i>	T	<i>Care Direction</i>	U
<i>Foot</i>	FT	<i>Define Stop</i>	D
<i>Leg</i>	L		
<i>Head Turn</i>	HT		

Sumber: Wignjosoebroto, 2000, h.248

Simbol-simbol tersebut di atas digunakan untuk mencatat dan mengevaluasi gerakan-gerakan kerja yang ada. Di sini anggota tubuh yang dipergunakan akan diindikasikan pertama kali, kemudian jarak tempuh, dan faktor-faktor kerja. Deskripsi elemen gerakan kerja pada metode *work factor* dapat dilihat pada Tabel 6.2 sebagai berikut:

Tabel 6.2 Deskripsi Elemen Kerja

Deskripsi Elemen Kerja	Analisa Gerakan	Waktu (menit)
- Melempar benda kerja kecil ke samping sejauh 10 inchi (<i>Basic Motion</i>)	A10	0,0042
- Menjangkau sebuah benda kerja yang terletak di tengah sebuah meja sejauh 20 inchi (<i>Define Stop Motion</i>)	A20D	0,0080
- Membawa benda kerja seberat 4 lb sejauh 30 inchi dari tumpukannya untuk diletakkan di meja kerja (<i>Weight, Define Stop Motion</i>)	A30WD	0,0119

Sumber: Wignjosoebroto, 2000, h.248

Penentuan waktu pada *work factor system* dapat dilihat pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 *Work Factors*

<i>Distance</i>	<i>Work Factors</i>					<i>Distance</i>	<i>Work Factors</i>				
<i>Move</i>	<i>Basic</i>	1	2	3	4	<i>Move</i>	<i>Basic</i>	1	2	3	4
(A) Arm--Measured at Knuckles						(L) Leg-- Measured at Ankle					
1''	18	26	34	40	46	1''	21	30	39	46	53
2''	20	29	37	44	50	2''	23	33	42	51	58
3''	22	32	41	50	57	3''	26	37	48	57	65
4''	26	38	48	58	66	4''	30	43	55	66	76
5''	29	43	55	65	75	5''	34	49	63	75	86
6''	32	47	60	72	83	6''	37	54	69	83	95
7''	35	51	65	78	90	7''	40	59	75	90	103
8''	38	54	70	84	96	8''	43	63	80	96	110
9''	40	58	74	89	102	9''	46	66	85	102	117
10''	42	61	78	93	107	10''	48	70	89	107	123
11''	44	63	81	98	112	11''	50	72	94	112	129
12''	46	65	85	102	117	12''	52	75	97	117	134
13''	47	67	88	105	121	13''	54	77	101	121	139
14''	49	69	90	109	125	14''	56	80	103	125	144
15''	51	71	92	113	129	15''	58	82	106	130	149
16''	52	73	94	115	133	16''	60	84	108	133	153
17''	54	75	96	118	137	17''	62	86	111	135	158
18''	55	76	98	120	140	18''	63	88	113	137	161
19''	56	78	100	122	142	19''	65	90	115	140	164
20''	58	80	102	124	144	20''	67	92	117	142	166
22''	61	83	106	128	148	22''	70	96	121	147	171
24''	63	86	109	131	152	24''	73	99	126	151	175
26''	66	90	113	135	156	26''	75	103	130	155	179
28''	68	93	116	139	159	28''	78	107	134	159	183
30''	70	96	119	142	163	30''	81	110	137	163	187
35''	76	103	128	151	171	35''	87	118	147	173	197

Tabel 6.3 Work Factor (Lanjutan)

<i>Distance Move</i>	<i>Work Factors</i>					<i>Distance Move</i>	<i>Work Factors</i>				
	<i>Basic</i>	1	2	3	4		<i>Basic</i>	1	2	3	4
40"	81	109	135	159	179	40"	93	126	155	182	208
<i>Weight Male in Lbs. Fem</i>	2	7	13	20	UP	<i>Weight Male in Lbs. Fem</i>	8	42	UP	-	-
	1	3,5	6,5	10	UP		4	21	UP	-	-
(T) Trunk--Measured at shoulder						(T) Trunk--Measured at shoulder					
1"	26	38	49	58	67	1"	16	23	29	35	40
2"	29	42	53	64	73	2"	17	25	32	38	44
3"	32	47	60	72	82	3"	19	28	36	43	49
4"	38	55	70	84	96	4"	23	33	42	50	58
5"	43	62	79	95	109	<i>Weight Male in Lbs. Fem</i>	0,67	2,5	4	UP	-
							0,33	1,25	4	UP	-
(T) Trunk--Measured at shoulder						(T) Trunk--Measured at shoulder					
6"	47	68	87	105	120	(FT) Foot -- Measured at Toe					
7"	51	74	95	114	130						
8"	54	79	101	121	139						
9"	58	84	107	128	147	1"	20	29	37	44	51
10"	61	88	113	135	155	2"	22	32	40	48	55
						3"	24	35	45	55	63
11"	63	91	118	141	162	4"	29	41	53	64	73
12"	66	94	122	147	166	<i>Weight Male</i>	5	22	UP	-	-

			3		9	<i>in Lbs. Fem</i>					
13"	68	97	12 7	153	17 5			2,5	11	UP	-
14"	71	100	13 0	157	18 2	(FS) Forearm Swivel--Measured at Knuckles					
15"	73	103	13 3	163	18 8						
16"	75	105	13 6	167	19 3	45°	17	22	28	32	37
17"	78	108	13 9	170	19 9	90°	23	30	37	43	49
18"	80	111	14 2	173	20 3	135°	28	36	44	52	58
19"	82	113	14 5	176	20 6	180°	31	40	49	57	65
20"	84	116	14 8	179	20 9						
<i>Weight Male in Lbs. Fem</i>	11	58	UP	-	-	<i>Torque Male in Lbs. Fem</i>	3	13	UP	-	-
	5,5	29	UP	-	-		1,5	6,5	UP	-	-

Tabel 6.3 Work Factor (lanjutan)

<i>Work Factor Symbols</i>	<i>Walking Time</i>				<i>Visual Inxpection</i>
<i>W--Weight or Resistance</i>	<i>30° Pace</i>				<i>Focus</i> 20
<i>S-- Directional</i>	<i>Type</i>	1	2	<i>Over 2</i>	<i>Inspect</i> 30/point
<i>(steer)</i>	<i>General</i>	<i>Analyze</i>	260	120+80/Pace	<i>React</i> 20
<i>P—Care</i>	<i>Restricted</i>	<i>From Tabel</i>	300	120+100/Pace	<i>Head Turn</i> 45°40. 90°60
<i>(Precaution)</i>	Add 100 for 120°-180° Turn at Start or Finish				1 <i>Time Unit</i> =
<i>U—Change</i>					008 <i>Second</i>
<i>Direction</i>	Up steps (8" Rise- 10" Flat)	128			0001 <i>Minute</i>
<i>D--Definite Stop</i>	<i>Down Steps</i>	100			00000167 <i>Hour</i>

Sumber: Sतालaksana, 2006, h. 202.

6.3.3 Metode Pengukuran Waktu (*Method Time Measurement*)

Metode pengukuran waktu (*methods time measurement*) adalah suatu sistem penetapan awal waktu baku yang dikembangkan berdasarkan studi gambar gerakan-gerakan kerja dari suatu operasi kerja industri yang direkam dalam film. Metode waktu pengukuran membagi gerakan- gerakan kerja atas elemen-elemen gerakan menjangkau, mengangkat, memutar, memegang, mengarahkan, melepas, lepas rakit, gerakan mata, dan beberapa gerakan anggota badan lainnya. Unit waktu yang digunakan adalah sebesar perkalian 0,00001 jam dan unit satuan ini dikenal sebagai *time measurement unit*. Di sini 1 *time measurement unit* adalah sama dengan 0,00001 jam atau 0,0006 menit. Gerakan-gerakan dasar pada metode pengukuran waktu adalah sebagai berikut:

1. Menjangkau

Menjangkau adalah elemen dasar yang digunakan bila maksud utama gerakan adalah untuk memindahkan tangan atau jari ke suatu tempat tujuan tertentu. Di sini ada lima macam kelas menjangkau, yaitu:

- a. Menjangkau kelas A adalah gerakan menjangkau ke arah suatu tempat yang pasti, atau ke suatu obyek di tangan lain,
- b. Menjangkau kelas B adalah gerakan menjangkau ke arah suatu sasaran yang tempatnya berada pada jarak kira-kira tapi tertentu dan diketahui lokasinya,
- c. Menjangkau kelas C adalah gerakan menjangkau ke arah suatu obyek yang bercampur aduk dengan obyek lain,
- d. Menjangkau kelas D adalah gerakan menjangkau ke arah suatu obyek yang kecil sehingga diperlukan suatu alat pemegang khusus, dan
- e. Menjangkau kelas E adalah gerakan menjangkau ke arah suatu sasaran yang tempatnya tidak pasti.

2. Mengangkut

Mengangkut adalah elemen gerakan dasar yang dilaksanakan dengan maksud utama untuk membawa suatu obyek dari satu lokasi ke lokasi tujuan tertentu.

- a. Mengangkut kelas A adalah bila gerakan mengangkut merupakan pemindahan obyek dari satu tangan ke tangan yang lain atau berhenti karena suatu sebab,
- b. Mengangkut kelas B adalah bila gerakan mengangkut merupakan pemindahan obyek ke suatu sasaran yang letaknya tidak pasti atau mendekati, dan
- c. Mengangkut kelas C adalah bila gerakan mengangkut merupakan pemindahan obyek ke suatu sasaran yang letaknya sudah tertentu/tetap.

3. Memutar

Memutar adalah gerakan yang dilakukan untuk memutar tangan baik keadaan kosong atau membawa beban. Gerakan disini berputar pada tangan, pergelangan, dan lengan sepanjang sumbu lengan tangan yang ada.

4. Menekan

Menekan memberikan siklus waktu penuh dari komponen-komponen yang berkaitan dengan gerakan-gerakan yang lain

5. Memegang

Memegang adalah elemen gerakan dasar yang dilakukan dengan tujuan utama untuk menguasai/mengontrol sebuah atau beberapa obyek baik dengan jari-jari maupun tangan untuk memungkinkan melaksanakan gerakan dasar berikutnya.

Diantara hal-hal yang mempengaruhi lamanya gerakan ini adalah mudah/sulitnya obyek dipegang, bercampur tidaknya obyek dengan obyek lainnya.

6. Mengarahkan

Mengarahkan adalah elemen gerakan dasar yang dilaksanakan untuk menggabungkan, mengarahkan atau memasangkan satu obyek dengan obyek lainnya. Gerakan yang ada di sini cukup sederhana sehingga tidak diklasifikasikan seperti elemen-elemen gerakan dasar yang lain.

Penentuan waktu pada *method time measurement* untuk gerakan menjangkau dapat dilihat pada Tabel 6.4 sebagai berikut:

Tabel 6.4 Gerakan Menjangkau (Reach – R)

<i>Distance Moved (inches)</i>	<i>Time TMU</i>				<i>Hand in Motion</i>		<i>Case and Description</i>
	A	B	C or D	E	A	B	
$\frac{3}{4}$ or less	2.0	2.0	2.0	2.0	1.6	1.6	A. Reach the object in fixed location, or to object in other hand or on which
1	2.5	2.5	3.6	2.4	2.3	2.3	
2	6.0	6.0	5.9	3.8	3.5	2.7	
3	5.3	5.3	7.3	5.3	6.5	3.6	B. Reach to single object in location which may vary slightly from cycle to
4	6.1	6.4	8.4	6.8	6.9	6.3	
5	6.5	7.8	9.4	7.4	5.3	5.0	
6	7.0	8.6	10.1	8.0	5.7	5.7	C. Reach to object jumbled with other objects in a group so that search and select
7	7.4	9.3	10.8	8.7	6.1	6.5	
8	7.9	10.1	11.5	9.3	6.5	7.2	
9	8.3	10.8	12.2	9.9	6.9	7.9	D. Reach to a very small object or where accurate grasp is
10	8.7	11.5	12.9	10.5	7.3	8.6	
12	9.6	12.9	16.2	11.8	8.1	10.1	
14	10.5	16.4	15.6	13.0	8.9	11.5	E. Reach to indefinite location to get hand in position for body balance or next motion
16	11.4	15.8	17.0	16.2	9.7	12.9	
18	12.3	17.2	18.4	15.5	10.5	16.4	
20	13.1	18.6	19.8	16.7	11.3	15.8	E. Reach to indefinite location to get hand in position for body balance or next motion
22	16.0	20.1	21.2	18.0	12.1	17.3	
24	16.9	21.5	22.5	19.2	12.9	18.8	
26	15.8	22.9	23.9	20.4	13.7	20.2	E. Reach to indefinite location to get hand in position for body balance or next motion
28	16.7	26.4	25.3	21.7	16.5	21.7	
30	17.5	25.8	26.7	22.9	15.3	23.2	
<i>Additional</i>	0.4	0.7	0.7	0.6			<i>TMU per inch over 30 inches</i>

Tabel gerakan membawa pada MTM dapat dilihat pada Tabel 6.5 di bawah ini:

Tabel 6.5 Gerakan membawa (Move – M)

<i>Distance Moved (inches)</i>	<i>Time TMU</i>				<i>Wt. Allowance</i>		<i>Case and Description</i>	
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>Hand in Motion</i>	<i>Wt. (lb) Up to</i>	<i>Dynamic Factor</i>		
$\frac{3}{4}$ or less	2.0	2.0	2.0	1.7	2.5	1.00	A. Move object to other hand or against stop.	
1	2.5	2.9	3.4	2.3				
2	3.6	6.6	5.2	2.9	7.5	1.06		
3	6.9	5.7	6.7	3.6				
4	6.1	6.9	8.0	6.3	12.5	1.11		
5	7.3	8.0	9.2	5.0				
6	8.1	8.9	10.3	5.7	17.5	1.17	B. Move object to approximate or indefinite location.	
7	8.9	9.7	11.1	6.5				
8	9.7	10.6	11.8	7.2	22.5	1.22		
9	10.5	11.5	12.7	7.9				
10	11.3	12.2	13.5	8.6	27.5	1.28		
12	12.9	13.4	15.2	10.0				
14	16.4	16.6	16.9	11.4	32.5	1.33		
16	16.0	15.8	18.7	12.8				
18	17.6	17.0	20.4	16.2	37.5	1.39		C. Move object to exact location.
20	19.2	18.2	22.1	15.6				
22	20.8	19.4	23.8	17.0	42.5	1.44		
24	22.4	20.6	25.5	18.4				
26	26.0	21.8	27.3	19.8	47.5	1.50		
28	25.5	23.1	29.0	21.2				
30	27.1	26.3	30.7	22.7				
<i>Additional</i>	0.8	0.6	0.85		<i>TMU per inch over 30 inches</i>			

Sumber: Wignjosoebroto, 2000, h. 255

Tabel gerakan memutar pada MTM dapat dilihat pada Tabel 6.6 di bawah ini:

Tabel 6.6 Gerakan Memutar (Turn – T)

<i>Weight</i>	<i>Time TMU for Degrees Turned</i>										
	30°	45°	60°	75°	90°	100°	120°	130°	150°	165°	180°
<i>Small – 0 to 2 pounds Pounds</i>	2.8	3.5	6.1	6.8	5.4	6.1	6.8	7.4	8.1	8.7	9.4
<i>Medium – 2.1 to 10 pounds</i>	6.4	5.5	6.5	7.5	8.5	9.6	10.6	11.6	12.7	13.7	16.8
<i>Large – 10.1 to 35</i>	8.4	10.5	12.3	16.4	16.2	18.3	20.4	22.2	26.3	26.1	28.2

Sumber: Wignjosoebroto, 2000, h. 256

Tabel gerakan menekan pada MTM dapat dilihat pada Tabel 6.7 dibawah ini:

Tabel 6.7 Gerakan Menekan (*Apply Pressure – AP*)

<i>Full Cycle Components</i>					
<i>Symbol</i>	<i>TMU</i>	<i>Description</i>	<i>Symbol</i>	<i>TMU</i>	<i>Description</i>
APA	10.6	AF + DM + RLF	AF	3.4	<i>Apply Force</i>
APB	16.2	APA + G2	DM	6.2	<i>Dwell, Minimum</i>
			RLF	3.0	<i>Release Force</i>

Sumber: Wignjosoebroto, 2000, h. 256

Tabel gerakan memegang pada MTM dapat dilihat pada Tabel 6.8 dibawah ini:

Tabel 6.8 Gerakan Memegang (*Grasp – G*)

<i>Type of Grasp</i>	<i>Case</i>	<i>Time TMU</i>	<i>Description</i>
<i>Pick-up</i>	1A	2.0	<i>Any size object by itself, easily grasped</i>
	1B	3.5	<i>Object very small or lying close against a flat surface</i>
	1C1	7.3	<i>Diameter larger than 1/2"</i>
	1C2	8.7	<i>Diameter 1/4" to 1/2"</i>
	1C3	10.8	<i>Diameter less than 1/4"</i>
			Interference with Grasp on bottom and one side of nearly cylindrical object Tabel
<i>Regrasp</i>	2	5.6	<i>Change grasp without relinquishing control</i>
<i>Transfer</i>	3	5.6	<i>Control transferred from one hand to the other</i>
<i>Select</i>	4A	7.3	<i>Larger than 1" x 1" x 1"</i>
	4B	9,1	<i>1/4" x 1/4" x 1/8" to 1" " 1x</i>
	4C	12.9	<i>Smaller than 1/4" x 1/4" x 1/8"</i>
			<i>Object jumbled with other objects so that search and select occur.</i>
<i>Contact</i>	5	0	<i>Contact, Sliding, or Hook Grasp</i>

Sumber: Wignjosoebroto, 2000, h. 256

Tabel gerakan melepas pada MTM dapat dilihat pada Tabel 6.9 di bawah ini:

Tabel 6.9 Gerakan Melepas (*Release – RL*)

	<i>Time TMU</i>	<i>Description</i>
1	2.0	<i>Normal release performed by opening finger as independent motion</i>
2	0	<i>Contact release</i>

Sumber: Wignjosoebroto, 2000, h. 257

Tabel gerakan mengarahkan dapat dilihat pada Tabel 6.10 di bawah ini

Tabel 6.10 Gerakan Mengarahkan (*Position – P*)

<i>Class of Fit</i>		<i>Symmetry</i>	<i>Easy to Handle</i>	<i>Difficult to Handle</i>
1 – Loose	<i>No pressure required</i>	S	5.6	11.2
		SS	9.1	16.7
		NS	10.4	16.0
2 – Close	<i>Light pressure required</i> <i>essure required</i>	S	16.2	21.8
		SS	19.7	25.3
		NS	21.0	26.6
3 – Exact	<i>Heavy pressure required</i>	S	43.0	48.6
		SS	46.5	52.1
		NS	47.8	53.4
P1SE per alignment: $> \frac{1}{16}'' \leq \frac{1}{4}''$		P2SE per alignment: $\leq \frac{1}{16}''$		

Sumber: Wignjosoebroto, 2000, h. 257

Tabel gerakan melepas rakit dapat dilihat pada tabel 6.11 di bawah ini:

Tabel 6.11 Melepas Rakit (*Disengage – D*)

<i>Class of Fit</i>		<i>Height of Recoil</i>	<i>Easy to Handle</i>	<i>Difficult to Handle</i>
1 – Loose	<i>Very slight effort, blends with subsequent move</i>	<i>Up to 1''</i>	6.0	5.7
2 – Close	<i>Normal effort, slight recoil</i>	<i>Over 1'' to 5''</i>	7.5	11.8
3 – Tight	<i>Considerable effort, hand recoils markedly</i>	<i>Over 5'' to 12''</i>	22.9	36.7

Sumber: Wignjosoebroto, 2000, h. 257

6.6. Alat Yang Digunakan

Produktivitas kerja di suatu perusahaan merupakan salah satu bagian dalam kesuksesan kerja. Produktivitas kerja yang tinggi memiliki kemampuan untuk menghasilkan suatu hasil kerja yang lebih banyak. Banyak metode-metode kerja yang dipergunakan untuk menghitung waktu kerja. Ada pengukuran langsung maupun tak langsung.

Metode MTM (*Method Time Measurement*) merupakan salah satu metode pengukuran tidak langsung. Keunggulan dapat mendeteksi waktu penyelesaian suatu pekerjaan dalam suatu metode yang diusulkan sebagai alternatif, sebelum metode kerja tersebut diterapkan atau dijalankan. Dengan menggunakan metode MTM ini dapat diketahui gerakan-gerakan yang dilakukan operator dalam melakukan pekerjaannya, baik dengan menggunakan tangan kanan maupun tangan kiri dengan meminimasi waktu yang dibutuhkan dalam melaksanakan pekerjaan.

Dalam praktikum kali ini, praktikan melakukan pengamatan melalui rekaman video seorang operator yang melakukan pekerjaan. Kemudian melakukan analisis menggunakan metode MTM sehingga dapat dianalisa setiap gerakannya dan dapat meminimalkan gerakan-gerakan yang tidak efektif sehingga dapat mengoptimalkan produktifitas kerja.

Peralatan yang digunakan dalam pengukuran kerja secara tidak langsung antara lain :

1. Objek pengamatan
2. Lembar pengamatan

6.5 Prosedur Pelaksanaan

1. Praktikan mengamati setiap kegiatan kerja dari sebuah video
2. Setiap kelompok melakukan pencatatan setiap gerakan-gerakan yang dilakukan Oleh setiap operator dalam kegiatan tersebut.

Analisis Singkat

Asisten Laboratorium

.....
Nim.

MODUL VII

PERANCANGAN PRODUK DAN ANTHROPOMETRI

7.1. Tujuan Praktikum

Praktikum ini memiliki beberapa tujuan, yaitu sebagai berikut;

1. Praktikan mampu mengukur dimensi-dimensi anthropometri
2. Praktikan mampu merancang produk yang ergonomis dengan menentukan terlebih dahulu dimensi tubuh mana yang diperlukan

7.2. Deskripsi

Kegiatan praktikum modul perancangan produk dan antropometri dilakukan praktikan dengan merancang produk yang ergonomis dengan memperhatikan faktor antropometri tubuh. Praktikan diharapkan dapat mengaplikasikan teori dalam perancangan produk dan mengimplementasikannya sesuai kaidah ergonomi.

7.3. Dasar Teori

1. Anthropometri

Anthropometri menurut Stevenson (1989) dan Nurmiyanto (1991) adalah suatu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain. Penerapan data antropometri ini akan dapat dilakukan jika tersedia nilai *mean* (rata-rata) dan *SD* (standar deviasi) nya dari suatu distribusi normal.

Data antropometri akan menentukan bentuk, ukuran dan dimensi yang tepat berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang akan mengoperasikan/menggunakan produk tersebut. Dalam kaitan ini maka perancang produk harus mampu mengakomodasikan dimensi tubuh dari populasi terbesar yang akan menggunakan produk hasil rancangannya tersebut.

Anthropometri dibagi dalam dua bagian yaitu :

1. Anthropometri statis, dimana pengukuran dilakukan pada saat tubuh dalam keadaan diam/posisi diam/ tidak bergerak.
2. Anthropometri 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, dan

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 tubuh seorang binaragawan dan sebagainya.

Untuk mengukur antropometri dinamis, terdapat tiga kelas pengukuran, yaitu:

1. Pengukuran tingkat keterampilan sebagai pendekatan untuk mengerti keadaan mekanis dari suatu aktivitas, contohnya mempelajari performansi seseorang,
2. Pengukuran jangkauan ruang yang dibutuhkan saat bekerja, dan
3. Pengukuran variabilitas kerja.

Secara umum sekurang-kurangnya 90% - 95% dari populasi yang menjadi target dalam kelompok pemakai suatu produk haruslah mampu menggunakannya dengan selayaknya. Pada dasarnya peralatan kerja yang dibuat dengan mengambil referensi dimensi tubuh tertentu jarang sekali bisa mengakomodasikan seluruh *range* ukuran tubuh dari populasi yang akan memakainya.

Dalam antropometri 95 persentil menunjukkan tubuh berukuran besar, sedangkan 5 persentil menunjukkan tubuh berukuran kecil. Jika diinginkan dimensi untuk mengakomodasikan 95%

populasi maka 2,5 dan 97,5 persentil adalah batas rentang yang dapat dipakai. Adapun tabel perhitungan persentil dapat dilihat pada Tabel 7.1.

Tabel 7.1 Perhitungan Persentil

PERSENTIL	PERHITUNGAN
1 st	$\bar{x} - 2.325 \sigma_x$
2.5 th	$\bar{x} - 1.960 \sigma_x$
5 th	$\bar{x} - 1.645 \sigma_x$
10 th	$\bar{x} - 1.280 \sigma_x$
50 th	\bar{x}
90 th	$\bar{x} + 1.280 \sigma_x$
95 th	$\bar{x} + 1.645 \sigma_x$
97.5 th	$\bar{x} + 1.960 \sigma_x$
99 th	$\bar{x} + 2.325 \sigma_x$

2. Kecukupan dan Keseragaman Data

Untuk mendeteksi kecukupan dan keseragaman data maka diperlukan suatu batas pengontrol. Data bisa dikatakan seragam dan cukup bila data tersebut berada dalam batas kontrol dan N' adalah lebih kecil dari N ($N' \leq N$). Apabila dalam pengukuran terjadi data berada diluar batas kontrol maka data yang keluar dari batas control tersebut harus dibuang dan kemudian dilakukan pengukuran dan perhitungan lagi sebanyak yang dibutuhkan.

Untuk menghitung data-data tersebut rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan rata-rata

Untuk menghitung rata-rata dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$

dengan: \bar{X} = rata-rata, dan
 N = banyaknya data.

2. Perhitungan standar deviasi

Untuk menghitung standar deviasi dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

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

dengan: SD = standar deviasi,
 \bar{X} = rata-rata pengamatan,
 X = data pengamatan, dan
 N = jumlah data.

3. Perhitungan batas kontrol atas dan batas kontrol bawah

Untuk mendeteksi keseragam data maka diperlukan suatu batas pengontrol dengan menggunakan rumus:

$$BKA = \bar{x} + k SD$$

$$BKB = \bar{x} - k SD$$

dengan *BKA* : Batas Kontrol Atas *BKB* : Batas Kontrol Bawah

\bar{x} : harga rata-rata

K : jarak batas pengendali dari garis tengah

untuk tingkat kepercayaan 68% harga *k* adalah 1 untuk tingkat kepercayaan

95% harga *k* adalah 2 untuk tingkat kepercayaan 99% harga *k* adalah 3

SD : Standar Deviasi

4. Perhitungan uji kecukupan data

Untuk menghitung kecukupan data maka diperlukan tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan dalam melakukan pengamatan terhadap data-data tersebut. Untuk menghitung kecukupan data dapat menggunakan rumus:

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum x} \right]^2$$

dengan: *X* : data antropometri hasil penelitian

k : tingkat kepercayaan

s : derajat ketelitian

N : banyaknya pengamatan

3. Bill of Material

Bill of Material (BOM) adalah definisi produk akhir yang terdiri dari daftar item, bahan, atau material yang dibutuhkan untuk merakit, mencampur atau memproduksi produk akhir.

BOM terdiri dari berbagai bentuk dan dapat digunakan untuk berbagai keperluan. BOM dibuat sebagai bagian dari proses desain dan digunakan oleh *manufacturing engineer* untuk menentukan item yang harus dibeli atau diproduksi. Perencanaan pengendalian produksi dan persediaan menggunakan BOM yang dihubungkan dengan master *production schedule*, untuk menentukan *release item* yang dibeli atau diproduksi.

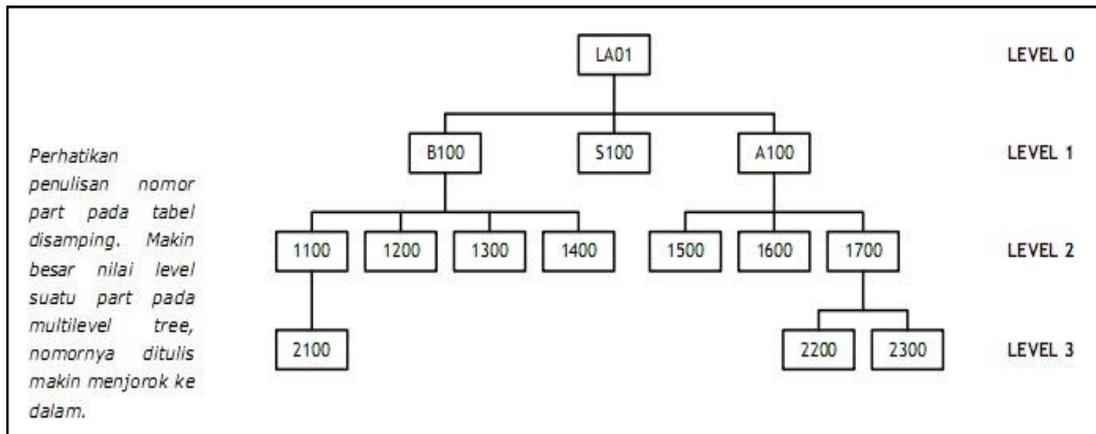
Untuk praktikum kali ini, digunakan format BOM dengan tabel yang kolom-kolomnya memuat informasi mengenai:

1. *Part Number* (nomor part),
2. *Description* (nama part dan keterangan lain yang perlu dicantumkan),
3. *Quantity for Each Assembly* (kuantitas part untuk setiap satu produk jadi),
4. *Unit of Measure* (unit ukuran part), dan
5. *Decision* (keputusan untuk membeli atau memproduksi part tersebut).

Bila ditinjau dari komponen-komponen penyusun produknya, BOM dibedakan menjadi dua macam: *Single Level Bill of Material* dan *Multilevel Bill of Material*. Tabel 7.2 menunjukkan gambar *Single Level BOM*. *Multilevel Bill of Material* digunakan untuk produk-produk yang mempunyai *sub-assembly*. Sebelum menggambar tabel *multilevel Bill of Material* digambar dahulu *Multilevel Tree*. *Multilevel Tree* berupa “pohon” dengan beberapa level yang menggambarkan struktur produk. Produk akhir berada pada level 0 (nol), dan nomor level bertambah untuk level-level di bawahnya. Contoh *Multilevel Tree* dicantumkan pada Gambar 7.1, contoh *Multilevel Bill of Material* dicantumkan pada Tabel 7.3 sebagai berikut

Tabel 7.2 Single Level Bill of Material

ABC Lamp Company Bill of Material, Part LA01				
Part Number	Description	Quantity for Each Assembly	Unit of Measure	Decision
B100	Base assembly	1	Each	Make
S100	14" Black shade	1	Each	Make
A100	Socket assembly	1	Each	Buy



Gambar 7.1 Multilevel Tree

Tabel 7.3 Multi Level Bill of Material

ABC Lamp Company Bill of Material, Part LA01				
Part Number	Description	Quantity for Each Assembly	Unit of Measure	Decision
B100	Base assembly	1	Each	Make
1100	Finished shaft	1	Each	Make
2100	3/8" Steel tubing	26	Inches	Buy
1200	7"-Diameter steel plate	1	Each	Make
1300	Hub	1	Each	Make
1400	¼-20 Screws	4	Each	Buy
S100	14" Black shade	1	Each	Make
A100	Socket assembly	1	Each	Make
1500	Steel holder	1	Each	Make
1600	One-way socket	1	Each	Buy
1700	Wiring assembly	1	Each	Make
2200	16-Gauge lamp cord	12	Feet	Make
2300	Standard plug terminal	1	Each	Buy

4. Dimensi Produk

Untuk menciptakan produk yang unggul, tentunya perlu diketahui dimensi-dimensi yang mendasari kualitas suatu produk. Untuk mempermudah analisis strategi mengenai konsep kualitas suatu produk, maka Garvin mengembangkan delapan dimensi kualitas. Sebuah produk dapat memiliki peringkat tinggi pada sebuah dimensi kualitas namun dapat juga memiliki peringkat yang rendah pada dimensi kualitas lain. Hal ini karena perbaikan pada suatu dimensi kualitas memerlukan pengorbanan dimensi kualitas yang lain.

Menurut Montgomery (2001) ada delapan dimensi kualitas produk yang dikembangkan oleh Garvin yang dapat dijabarkan sebagai berikut.

1. *Performance*

Dimensi ini berhubungan dengan suatu produk dalam menjalankan fungsi utamanya.

2. *Reliability*

Dimensi kualitas ini berhubungan dengan frekuensi kerusakan/ketidakterfungsi sebagaimana mestinya dari suatu produk. Sebagai contoh, bila suatu produk seringkali membutuhkan perbaikan (*repair*), maka dapat dikatakan bahwa produk tersebut *unreliable*.

3. *Durability*

Dimensi ini berhubungan dengan lamanya sebuah produk dapat beroperasi (*product life*) atau menyatakan daya tahan pakai produk tersebut.

4. *Serviceability*

Dimensi ini berhubungan dengan kecepatan dan kemudahan dalam perbaikan (*repair*) produk.

5. *Aesthetics*

Aesthetics merupakan dimensi kualitas yang paling subjektif selain *perceived quality*. Dimensi kualitas ini berhubungan dengan tampilan visual produk seperti warna, bentuk, *style*, *packaging alternatives*, dan lain-lain.

6. *Features*

Dimensi kualitas ini berhubungan dengan segala karakteristik yang mendukung fungsi utama/fungsi dasar dari sebuah produk, misalnya atribut tambahan dari suatu produk.

7. *Response*

Dimensi ini merupakan dimensi kualitas yang berhubungan dengan tanggapan perusahaan ketika melayani konsumen.

8. *Conformance to Standards*

Dimensi ini menyatakan derajat kesesuaian antara produk yang dihasilkan dengan standar/desain produk yang telah ditetapkan.

7.4 Alat yang Digunakan

Dalam perancangan produk, alat bantu maupun fasilitas kerja yang nyaman bagi pengguna, dibutuhkan data dimensi tubuh operator/orang yang akan menggunakan alat tersebut. Dengan rancangan yang sesuai untuk pengguna, diharapkan pengguna dapat bekerja dengan efektif dan efisien.

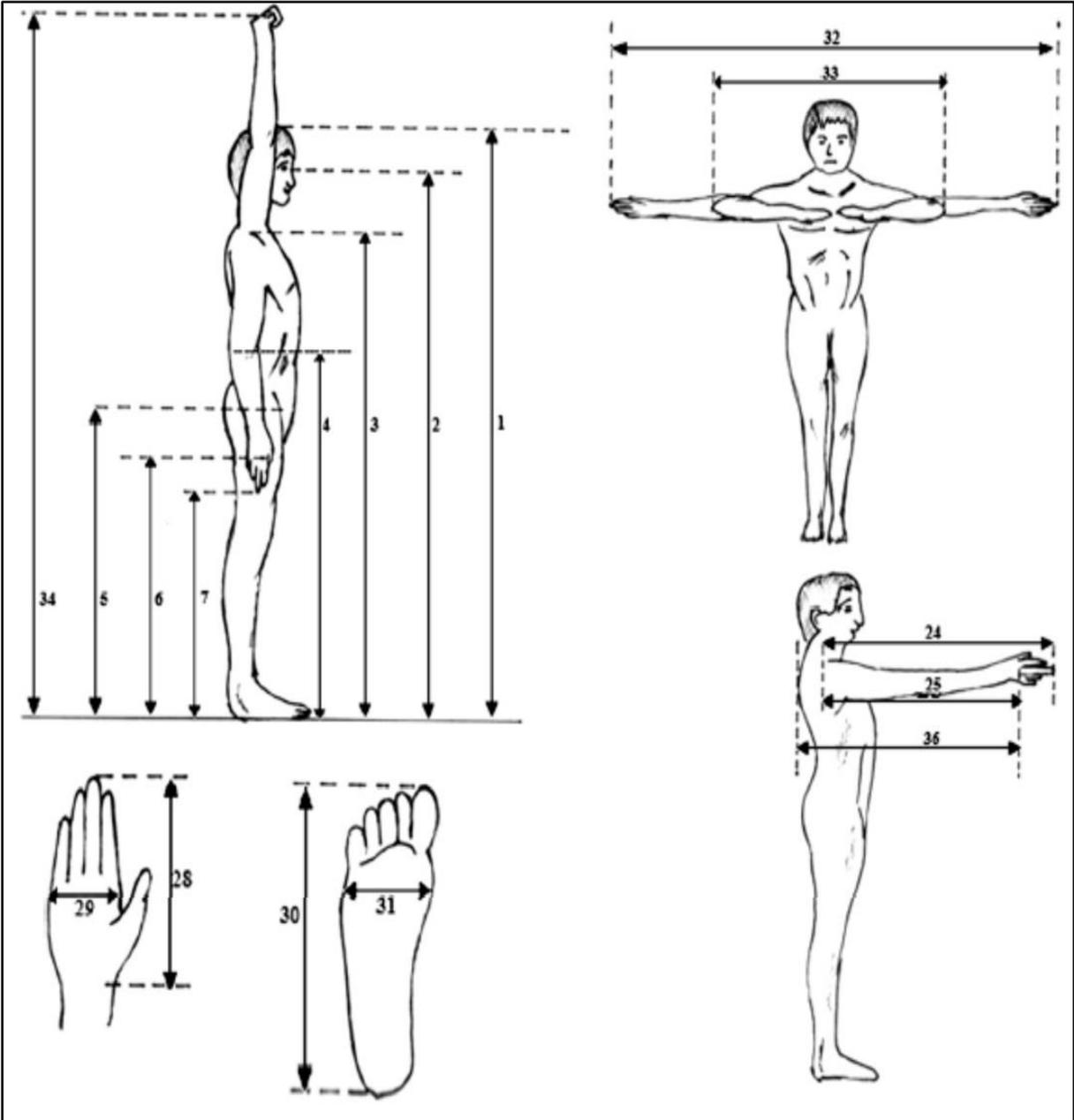
Pengukuran dilakukan terhadap tiga puluh enam (36) dimensi tubuh manusia (Pheasant dan Haslegrave, 2006). Dimensi ini dipilih karena dimensi-dimensi tersebut dianggap yang paling banyak digunakan oleh para perancang mesin, tempat kerja, peralatan dan fasilitas lainnya. Dimensi-dimensi ini adalah segmen tubuh yang umum dipakai dalam anthropometry study (Chuan dkk., 2010). Dimensi- dimensi yang diukur dapat dilihat pada Gambar 7.2. dan Gambar 7.3.

Alat-alat yang Digunakan

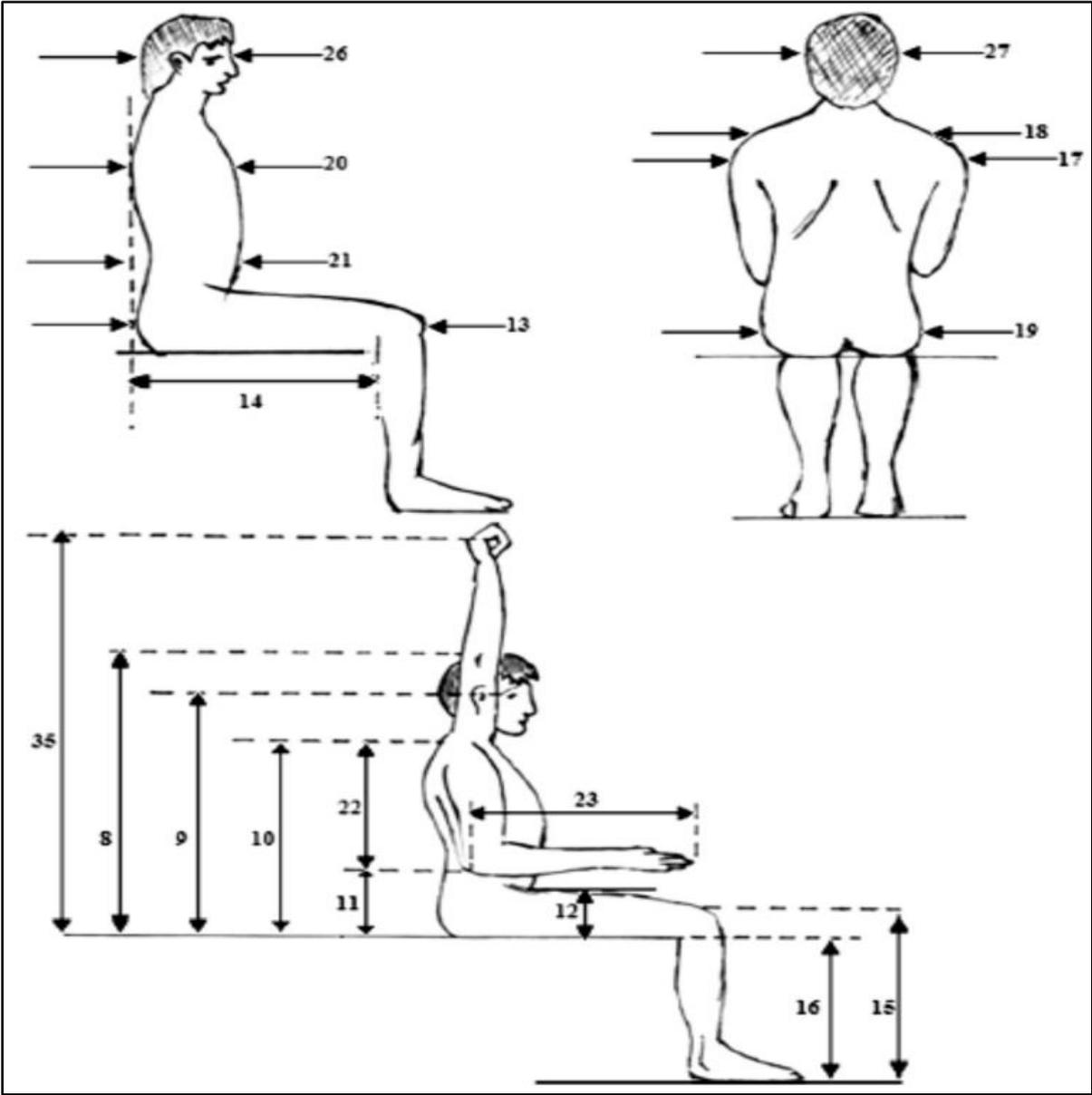
1. Meteran badan
2. Kursi Antropometri
3. Timbangan badan
4. *Large dan small Anthropometer*
5. *Anthropometric tape*



Large anthropometer Small anthropometer Anthropometric tape



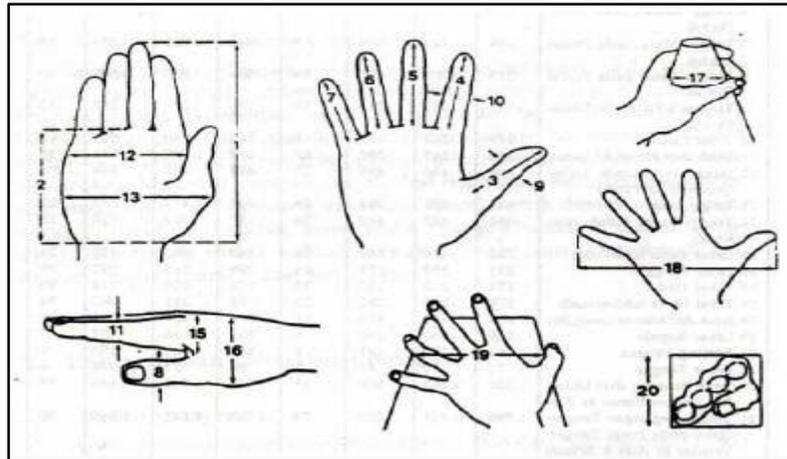
Gambar 7.2 Kelompok Dimensi Tubuh I



Gambar 7.3 Kelompok Dimensi Tubuh II

DIMENSI TUBUH	PRIA				WANITA			
	5%	X	95%	S.D	5%	X	95%	S.D
1. Tinggi Tubuh Posisi berdiri Tegak	1.532	1.632	1.732	61	1.464	1.563	1.662	60
2. Tinggi Mata	1.425	1.520	1.615	58	1.350	1.446	1.542	58
3. Tinggi Bahu	1.247	1.338	1.429	55	1.184	1.272	1.361	54
4. Tinggi Siku	932	1.003	1.074	43	886	957	1.028	43
5. Tinggi Genggaman Tangan (<i>Knuckle</i>) pada Posisi Relaks ke bawah	655	718	782	39	646	708	771	38
6. Tinggi Badan pada Posisi Duduk	809	864	919	33	775	834	893	36
7. Tinggi Mata pada Posisi Duduk	694	749	804	33	666	721	776	33
8. Tinggi Bahu pada Posisi Duduk	523	572	621	30	501	550	599	30
9. Tinggi Siku pada Posisi Duduk	181	231	282	31	175	229	283	33
10. Tebal Paha	117	140	163	14	115	140	165	15
11. Jarak dari Pantat ke Lutut	500	545	590	27	488	537	586	30
12. Jarak dari Lipat Lutut (<i>popliteal</i>) ke Pantat	405	450	495	27	488	537	586	30
13. Tinggi Lutut	448	496	544	29	428	472	516	27
14. Tinggi Lipat Lutut (<i>popliteal</i>)	361	403	445	26	337	382	428	28
15. Lebar Bahu (<i>bideltoid</i>)	382	424	466	26	342	385	428	26
16. Lebar Panggul	291	330	371	24	298	345	392	29
17. Tebal Dada	174	212	250	23	178	228	278	30
18. Tebal Perut (<i>abdominal</i>)	174	228	282	33	175	231	287	34
19. Jarak dari Siku ke Ujung Jari	405	439	473	21	374	409	287	34
20. Lebar Kepala	140	150	160	6	135	146	157	7
21. Panjang Tangan	161	176	191	9	153	168	183	9
22. Lebar Tangan	71	79	87	5	64	71	78	4
23. Jarak Bentang dari Ujung Jari Tangan Kanan ke Kiri	1.520	1.663	1.806	87	1.400	1.523	1.646	75
24. Tinggi Pegangan Tangan (<i>grip</i>) pada Posisi Tangan Vertikal ke Atas & Berdiri Tegak	1.795	1.923	2.051	78	1.713	1.841	1.969	79
25. Tinggi Pegangan Tangan (<i>grip</i>) pada Posisi Tangan Vertikal ke Atas & Duduk	1.065	1.169	1.273	63	945	1.030	1.115	52
26. Jarak Genggaman Tangan (<i>grip</i>) ke Punggung pada Posisi Tangan ke Depan (<i>horisontal</i>)	649	708	767	37	610	661	712	31

Gambar 7.4 Tabel Dimensi Tubuh



Gambar 7.5. Kelompok Dimensi Tangan

DIMENSI	PRIA				WANITA			
	5th	50th	95th	S.D	5th	50th	95th	S.D
1. Panjang Tangan	163	176	189	8	153	168	181	8
2. Panjang Telapak Tangan	92	100	108	5	87	94	101	4
3. Panjang Ibu Jari	45	48	51	2	42	45	48	2
4. Panjang Jari Telunjuk	62	67	72	3	60	65	70	3
5. Panjang Jari Tengah	70	77	84	4	69	74	79	3
6. Panjang Jari Manis	62	67	72	3	59	64	69	3
7. Panjang Jari Kelingking	48	51	54	2	45	48	51	2
8. Lebar Ibu Jari (IPJ)	19	21	23	1	16	18	20	1
9. Tebal Ibu Jari (IPJ)	19	21	23	1	15	17	19	1
10. Lebar Jari Telunjuk (PIPJ)	18	20	22	1	15	17	19	1
11. Tebal Jari Telunjuk (PIPJ)	16	18	20	1	13	15	17	1
12. Lebar Telapak Tangan (Metacarpal)	74	81	88	4	68	73	78	3
13. Lebar Telapak Tangan (sampai ibu jari)	88	98	108	6	82	89	96	4
14. Lebar Telapak Tangan (minimum)	68	75	82	4	64	59	74	3
15. Tebal Telapak Tangan (Metacarpal)	28	31	34	2	25	27	29	1
16. Tebal Telapak Tangan (sampai ibu jari)	41	48	47	2	41	44	47	2
17. Diameter Genggam (maksimum)	45	48	51	2	43	46	49	2
18. Lebar Maksimum (Ibu Jari ke Jari Kelingking)	177	192	206	9	169	184	199	9
19. Lebar Fungsional Maksimum (Ibu Jari ke Jari lain)	122	132	142	6	113	123	134	6
20. Segi Empat Minimum yang dapat dilewati Telapak Tangan	57	62	67	3	51	56	61	3

Gambar 7.6 Tabel Dimensi Tangan

7.5 Prosedur Pelaksanaan

1. Tiap kelompok mengamati dimensi tubuh berdasarkan 36 dimensi tubuh dan dimensi tangan berdasarkan 20 dimensi tangan sesuai dengan tabel Eko Nurmiyanto dengan menggunakan dua alat yaitu:
 - a. Meteran badan
 - b. Kursi Antropometri
2. Tiap kelompok mengusulkan produk yang tidak boleh sama dengan kelompok lain **sesuai dengan tema yang telah ditetapkan** dan harus mendapatkan persetujuan dari asisten.
3. Mengambil data dimensi-dimensi tubuh yang dibutuhkan untuk merancang produk dari database yang telah dibuat.

7.6 Pembahasan dan Analisis

7.6.1 Laporan Praktikum

Kumpulkan data – data dimensi berdasarkan tabel Eko Nurmiyanto.

LAPORAN SEMENTARA
MODUL VII
PERANCANGAN PRODUK DAN ANTHROPOMETRI

Profil Praktikan

Jenis Kelamin	Pria/Wanita (<i>silahkan coret yang tidak perlu</i>)
Etnis	.....
Propinsi asal	.....
Berat badan	.....
Umur	.....

Data anthropometri

No	Dimensi tubuh	Definisi	Pengukuran (cm)
1	Tinggi tubuh	Jarak vertikal dari lantai ke bagian paling atas kepala.	.....
2	Tinggi mata	Jarak vertikal dari lantai ke bagian luar sudut mata kanan.	.....
3	Tinggi bahu	Jarak vertikal dari lantai ke bagian atas bahu kanan (<i>acromion</i>) atau ujung tulang bahu kanan.	.....
4	Tinggi siku	Jarak vertikal dari lantai ke titik terbawah di sudut siku bagian kanan.	.....
5	Tinggi pinggul	Jarak vertikal dari lantai ke bagian pinggul kanan.	.....
6	Tinggi tulang ruas	Jarak vertikal dari lantai ke bagian tulang ruas/buku jari tangan kanan (<i>metacarpals</i>).	.....
7	Tinggi ujung jari	Jarak vertikal dari lantai ke ujung jari tengah tangan kanan (<i>dactylion</i>).	.....
8	Tinggi dalam posisi duduk	Jarak vertical dari alas duduk ke bagian paling atas kepala.	.....
9	Tinggi mata dalam posisi duduk	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian luar sudut mata kanan.	.....

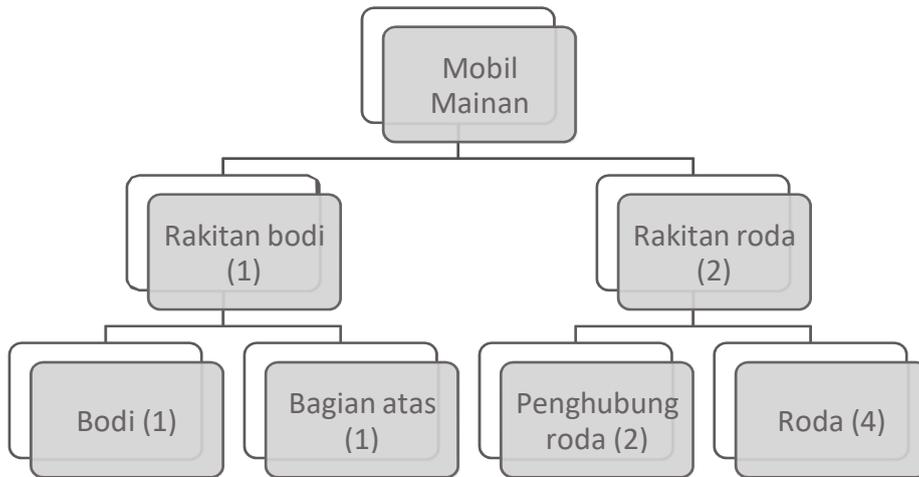
No	Dimensi tubuh	Definisi	Pengukuran (cm)
10	Tinggi bahu dalam posisi duduk	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian atas bahu kanan.	.....
11	Tinggi siku dalam posisi duduk	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian bawah lengan bawah tangan kanan.	.....
12	Tebal paha	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian paling atas dari paha kanan.	.....
13	Panjang lutut	Jarak horizontal dari bagian belakang pantat (pinggul) ke bagian depan lutut kaki kanan.	.....
14	Panjang <i>popliteal</i>	Jarak horizontal dari bagian belakang pantat (pinggul) ke bagian belakang lutut kanan.	.....
15	Tinggi lutut	Jarak vertikal dari lantai ke tempurung lutut kanan.	.....
16	Tinggi <i>popliteal</i>	Jarak vertikal dari lantai ke sudut <i>popliteal</i> yang terletak di bawah paha, tepat di bagian belakang lutut kaki kanan.	.....
17	Lebar sisi bahu	Jarak horizontal antara sisi paling luar bahu kiri dan sisi paling luar bahu kanan.	.....
18	Lebar bahu bagian atas	Jarak horizontal antara bahu atas kanan dan bahu atas kiri.	.....
19	Lebar pinggul	Jarak horizontal antara sisi luar pinggul kiri dan sisi luar pinggul kanan.	.....
20	Tebal dada	Jarak horizontal dari bagian belakang tubuh ke bagian dada untuk subyek laki-laki atau ke bagian buah dada untuk subyek wanita.	.....
21	Tebal perut	Jarak horizontal dari bagian belakang tubuh ke bagian yang paling menonjol di bagian perut.	.....
22	Panjang lengan atas	Jarak vertikal dari bagian bawah lengan bawah kanan ke bagian atas bahu kanan.	.....

No	Dimensi tubuh	Definisi	Pengukuran (cm)
23	Panjang lengan bawah	Jarak horizontal dari lengan bawah diukur dari bagian belakang siku kanan ke bagian ujung dari jari tengah.	.....
24	Panjang rentang tangan ke depan	Jarak dari bagian atas bahu kanan (<i>acromion</i>) ke ujung jari tengah tangan kanan dengan siku dan pergelangan tangan kanan lurus.	.....
25	Panjang bahu-genggaman tangan ke depan	Jarak dari bagian atas bahu kanan (<i>acromion</i>) ke pusat batang silinder yang digenggam oleh tangan kanan, dengan siku dan pergelangan tangan lurus.	.....
26	Panjang kepala	Jarak horizontal dari bagian paling depan dahi (bagian tengah antara dua alis) ke bagian tengah kepala.	.....
27	Lebar kepala	Jarak horizontal dari sisi kepala bagian kiri ke sisi kepala bagian kanan, tepat di atas telinga.	.....
28	Panjang tangan	Jarak dari lipatan pergelangan tangan ke ujung jari tengah tangan kanan dengan posisi tangan dan seluruh jari lurus dan terbuka.	.....
29	Lebar tangan	Jarak antara kedua sisi luar empat buku jari tangan kanan yang diposisikan lurus dan rapat.	.....
30	Panjang kaki	Jarak horizontal dari bagian belakang kaki (tumit) ke bagian paling ujung dari jari kaki kanan.	.....
31	Lebar kaki	Jarak antara kedua sisi paling luar kaki.	.....
32	Panjang rentangan tangan ke samping	Jarak maksimum ujung jari tengah tangan kanan ke ujung jari tengah tangan kiri.	.....
33	Panjang rentangan siku	Jarak yang diukur dari ujung siku tangan kanan ke ujung siku tangan kiri.	.....

No	Dimensi tubuh	Definisi	Pengukuran (cm)
34	Tinggi genggaman tangan ke atas dalam posisi berdiri	Jarak vertikal dari lantai ke pusat batang silinder (<i>centre of a cylindrical rod</i>) yang digenggam oleh telapak tangan kanan.	.....
35	Tinggi genggaman ke atas dalam posisi duduk	Jarak vertikal dari alas duduk ke pusat batang silinder.	.....
36	Panjang genggaman tangan ke depan	Jarak yang diukur dari bagian belakang bahu kanan (tulang belikat) ke pusat batangsilinder yang digenggam oleh telapak tangan kanan.	.....

Selain melengkapi tabel antropometri di atas, masing-masing kelompok menentukan produk yang akan dibuat dan menjawab pertanyaan di bawah ini.

1. Buatlah *Bill Of Material* dari produk-produk tersebut.
2. Analisis kebutuhan untuk produk yang akan dirancang:
 - a. Tentukan karakteristik produk yang diprioritaskan/kebutuhan konsumen yang dipentingkan pada perancangan produk tersebut.
 - b. Kelebihan dari produk tersebut dibandingkan dengan produk sejenis yang ada dipasaran.

BILL OF MATERIAL MOBIL MAINAN**TABEL PERHITUNGAN**

Komponen	Parameter Komponen	Dimensi	Persentil	Ukuran (cm)	Keterangan
Bodi	Panjang				Alasan penggunaan persentil
	Lebar				
	Tinggi				
Bagian Atas	...				
				

Analisis Singkat

Asisten Laboratorium

.....
Nim.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, Budi (1996). *Beberapa Segi Faal Kerja yang Berhubungan dengan Kecepatan Denyut jantung & Konsumsi Oksigen serta Pendekatan Kuantitatifnya*. Work Paper, TI-ITB
- Hartono, M. (2013). *Panduan Survey Anthropometry*. Teknik Industri Universitas Surabaya
- Johnson, R.A., Bhattacharyya, G.K. (2009). *Statistics: Principles and Methods*, John Wiley and Sons.
- Kroemer, K., Kroemer, H., Kroemer-Elbert, K. (1994). *Ergonomics: How Design for Ease and Efficiency*, Prentice Hall, New Jersey.
- Kromer, K.H.F., Grandjean, E. (1997). *Fitting The Task to the Human*, Fifth Edition, Taylor & Francis, UK.
- Nurmianto, Eko (2004). *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Edisi kedua, Guna Widya, Surabaya.
- Sitalaksana, Iftikar Z (1979). *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung
- Wignjosuebrotto, Sritomo (2000). *Ergonomi: Studi Gerak dan Waktu*, Guna Widya, Surabaya.