

PERANCANGAN TATA LETAK PROYEKTOR YANG ERGONOMIS PADA RUANG KULIAH UNIVERSITAS SINGAPERBANGSA KARAWANG

Sukanta, ST., MT. dan Winarno, ST.

Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Unsika, Karawang

ABSTRAK

Proses pembelajaran yang lebih efektif dalam suatu ruang belajar adalah harus didukung oleh sarana-sarana proses pembelajaran yang lengkap. Salah satu sarana proses pembelajaran adalah proyektor yang ditempatkan pada ruang kelas yang permanen agar proses pengoperasiannya lebih sederhana dan mengurangi tingkat resiko terhadap kerusakan proyektor. Untuk pemasangan dan instalasi proyektor yang ergonomis bagi pengguna, maka diperlukan suatu kajian agar hasil penempatan (tata letak) dan instalasi proyektor nyaman bagi penggunanya. Hasil kajian melalui perancangan tata letak proyektor yang ergonomis dibutuhkan datadata dan analisa tentang tinggi mata duduk (TMD), tinggi mata berdiri (TMB) dan jangkauan tangan ke atas (JTA) dengan sampel masing-masing hasil pengukuran 200 data. Hasil pengujian keseragaman, kenormalan dan kecukupan data untuk masing-masing variable tersebut sudah cukup. Kemudian dilakukan uji persentil 5 (P5), persentil 50 (P50) dan persentil 95 (P95) dengan hasil yang optimal dari semua hasil ukuran dengan ketinggian stop kontak 153,71 cm dari lantai, ketinggian proyektor 233.15 cm dari lantai, ketinggian layar display/screen 130.89 cm dari lantai, Jarak proyektor ke screen disesuaikan dengan spesifikasi proyektor yang 196 cm dan tegak lurus menghadap screen dan jarak atap dengan proyektor 110 cm.

Kata kunci : tata letak proyektor, ergonomis,

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Ruang kelas yang ergonomis merupakan faktor penting dalam menciptakan proses belajar mengajar agar sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Suatu ruang kelas biasanya terdiri dari sarana fisik dan nonfisik. Sarana fisik terdiri dari kursi kuliah, papan tulis, AC, bahkan ruang kuliah yang sudah maju dilengkapi dengan proyektor dan layar display untuk meningkatkan proses transfer ilmu dan pengetahuan dari dosen kepada para mahasiswanya lebih efektif. Sedangkan sarana nonfisik seperti suasana perkuliahan, pencahayaan, kebisingan, kekaduan, temperatur dan lain juga mempengaruhi nuansa proses belajar yang efektif. Sarana-sarana tersebut yang paling berpengaruh adalah sarana fisik, sarana fisik tidak hanya sekedar ada di dalam ruang kuliah tetapi harus ditata sedemikian rupa sehingga menimbulkan suasana proses belajar yang nyaman.

Saat ini Universitas Singaperbangsa Karawang sedang membangun ruang kuliah bersama, dimana ruang-ruang kuliah dari berbagai fakultas memiliki ruang kuliah pada gedung yang sama (gedung baru), sedangkan ruang kuliah sebelumnya masih terkelompokan sesuai yang dimiliki oleh masing-masing fakultas. Ruangruang kuliah tersebut masih sebagian kecil menggunakan proyektor secara permanen. Ruang kuliah yang sudah dipasang proyektor secara permanen seperti di ruang kuliah Pasca sarjana, fakultas ekonomi, fakultas hukum dan fakultas pertanian dan sebagian fakultas lain. Dalam pemasangan/instalasi proyektor dan layar display tersebut setiap

fakultas saat ini belum dirancang penempatan proyektor secara ergonomis atau pemasangan hanya kira-kira saja dan tidak ditempatkan secara ilmiah.

Dengan demikian, maka rencana pengembangan ruang kuliah Universitas Singaperbangsa Karawang akan di instalasi proyektor setiap ruang kuliah, sehingga dibutuhkan suatu rancangan tata letak proyektor secara ergonomis. Saat ini, ruangruang kuliah lainnya akan dipasang proyektor pada saat diperlukan saja sehingga terjadi proses pemasangan dan penyesuaian yang mengakibatkan adanya waktu perkuliahan yang terbuang untuk proses tersebut. Selain itu, sering terjadinya bongkar pasang tersebut juga mengakibatkan cepat rusaknya kabel *vga* karena sering mengalami gaya tarik yang terjadi pada kabel tersebut. Jika hal ini tetap dilakukan maka sarana proyektor tersebut tidak akan mampu bertahan lama sehingga biaya pengadaan yang harus ditanggung universitas juga tinggi.

Sesuai dengan rencana dari bagian pengadaan rektorat Unsika, bahwa setiap ruang kuliah bersama pada gedung baru (gedung rektorat) yang sedang dibangun akan dilengkapi *proyektor* dan layar displaynya yang akan dipasang secara permanen untuk mendukung proses belajar mengajar yang efisien dan nyaman baik bagi dosen maupun bagi mahasiswa. Saat ini ada 28 ruang kelas yang akan segera dipasang *proyektor* dan *display*nya. Biaya untuk pengadaa dan perawatan proyektor cukup tinggi, sehingga dibutuhkan perencanaan yang baik yang sesuai dengan spesifikasi proyekturnya. Dan yang lebih mahal lagi adalah dampak terhadap efektifitas dan kualitas sistem pembelajaran yang kurang tercerna oleh mahasiswa.

Perumusan Masalah

Penempatan dan instalasi proyektor dan display (screen) yang sesuai dan tepat sasaran sangat mendukung kelancaran dalam proses belajar mengajar. Teknik instalasi proyektor dan display ada kaidah-kaidah ilmiah sesuai dengan ergonomis bagi pemakai, maka perumusan masalah ini adalah “***Bagaimana perancangan tata letak proyektor dan display yang ergonomis pada ruang kuliah di Universitas Singaperbangsa Karawang?***”

Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Dalam perancangan tata letak proyektor pada ruang kelas kuliah yang ergonomis akan dipengaruhi beberapa factor, seperti jenis dan merk proyektor, spesifikasi, harga dan ruang kelas yang standar dengan kapasitas 40 mahasiswa. Disamping itu, dengan asumsi :

1. Prasarana fisik seperti kursi kuliah, papan tulis, dan meja dosen dimensi dan tata letaknya sudah ergonomis (standar).
2. Tingkat pencahayaan, kebisingan, sirkulasi udara, dan suhu ruangan tidak masuk dalam bahan kajian.
3. Warna lantai, warna dinding dan warna langit-langit telah mendukung proses belajar mengajar yang nyaman.

4. Dimensi dan tata letak pintu serta jendela telah memenuhi syarat ergonomis.

Tujuan dan Manfaat Penelitian Tujuan

penelitian ini adalah :

- a. untuk merancang tata letak proyektor dan display yang ergonomis.
- b. Untuk menentukan langkah-langkah pengendalian resiko terhadap kerusakan proyektor tersebut dapat diminimalisir
- c. Untuk membantu proses penggunaan dan perawatan yang lebih baik Adapun manfaat yang dapat diambil adalah :
 - a. Pemanfaatan waktu kuliah yang efektif karena tidak ada waktu yang terbuang untuk proses penyetulan proyektor.
 - b. Memaksimalkan usia proyektor, proses pengoperasian dan perawatan akan dilakukan oleh PIC tertentu.
 - c. Proses Belajar Mengajar (PBM) lebih efektif sehingga kualitas dan kuantitas lebih tercapai.
 - d. Memaksimalkan penggunaan dana investasi peralatan yang telah dianggarkan

METODOLOGI PENELITIAN Kerangka Berfikir

Ruang kuliah di suatu perguruan tinggi merupakan ruangan dimana terjadi interaksi antara dosen dan mahasiswa secara langsung. Dengan tingginya beban satuan kredit semester di perguruan tinggi maka jumlah materi yang harus disampaikan oleh seorang dosen juga banyak. Dengan tuntutan ini tidak cukup seorang dosen hanya menulis di papan tulis kemudian memberikan penjelasan seperlunya, tentunya dengan cara mengajar seperti ini materi kuliah yang dapat disampaikan hanya sebagian kecil dari silabus yang telah ditetapkan program studi. Dengan demikian target dari kurikulum tidak akan tercapai.

Sebagai sarana fisik di dalam ruang kuliah, proyektor harus diletakkan sedemikian rupa sehingga si pemakai baik mahasiswa maupun dosen merasa nyaman baik saat akan dipakai maupun saat dipakai artinya tata letak proyektor tersebut harus menyesuaikan keterbatasan manusia sebagai penggunaanya. Dasar pemikiran inilah yang mendorong penulis untuk melakukan penelitian ini.

Obyek dan Sampel Penelitian

Sebagai obyek kajian dalam penelitian ini adalah mahasiswa dan dosen di lingkungan Universitas Singaperbangsa Karawang. Sedangkan sampel penelitiannya adalah data anthropometri dari mahasiswa peserta praktikum mata kuliah

Perancangan Sistem Kerja 2 dari tahun 2004 sampai tahun 2008 pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang. Sedangkan dari pihak dosen tidak dilakukan pengukuran data anthropometri karena diasumsikan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara dimensi tubuh antara para mahasiswa dan para dosen secara umum.

Data anthropometri yang dipakai antara lain Tinggi Mata Duduk (TMD), Tinggi Mata Berdiri (TMB) dan Jangkauan Tangan Ke Atas (JTA). Data-data anthropometri tersebut disesuaikan dengan keperluan perancangan tata letak proyektor.

Metode Pemecahan Masalah

Untuk melakukan perancangan tata letak proyektor tersebut data anthropometri yang telah diperoleh diolah secara statistik berupa uji kenormalan data, uji keseragaman data dan uji kecukupan data. Pengujian secara statistik ini dilakukan untuk menjamin bahwa data yang akan dijadikan dasar perancangan berasal dari satu sistem sebab yang sama.

Selanjutnya setelah memenuhi syarat uji statistik, data anthropometri tersebut dijadikan acuan untuk menentukan dimensi yang diperlukan dengan menggunakan konsep persentil.

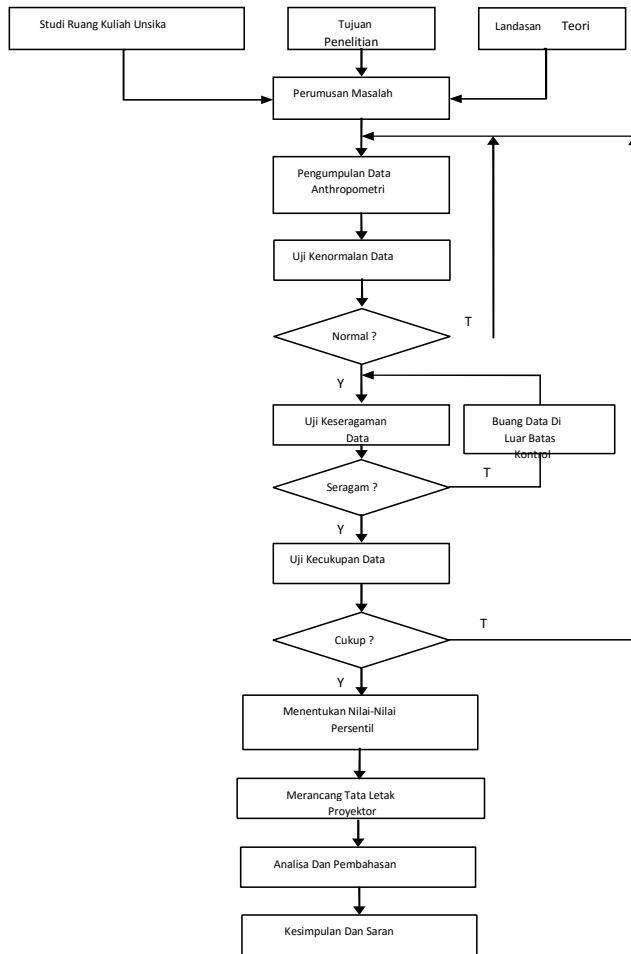
Instrumen Penelitian

Instrumen dalam penelitian ini merupakan semua sarana yang dipakai dalam pengukuran maupun pengumpulan data. Instrumen penelitian tersebut antara lain :

- a. Meteran stainless panjang 300 cm.
- b. Kursi anthropometri
- c. Alat tulis
- d. Lembar pengamatan (*check sheet*).

Lembar pengamatan ini sebagai alat untuk mengumpulkan semua data hasil pengukuran.

Diagram alir metodologi Penelitian



PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Data Anthropometri

Data anthropometri merupakan data untuk pengukuran ergonomisnya suatu rancangan yang disesuaikan dengan kondisi kebutuhan manusia. Data-datayang dibutuhkan dalam perancangan tata letak proyektor ini adalah data Tinggi Mata Duduk (TMD), Tinggi Mata Berdiri (TMB) dan Jangkauan Tangan Ke Atas (JKA) dengan jumlah masing-masing pengukuran sebanyak 200 sampel hasil pengukuran badan orang Indonesia (data pengukuran tidak dilampirkan dalam laporan ini).

Pengujian Data untuk Tinggi Mata Duduk (TMD)

Hasil perhitungan dan pengujian untuk data mata duduk meliputi pengujian kenormalan data, keseragaman data dan kecukupan data.

a. Pengujian Kenormalan Data :

1. Menghitung range (R) , nilai data terbesar 83 cm dikurangi nilai data terkecil 68 cm sama dengan 15 cm.
2. Menghitung jumlah kelas interval (K)
 $K = 1 + 3,3 \log 200 = 8,6$ kelas
 Dipilih jumlah kelas sebanyak 8 sehingga $K = 8$
3. Menentukan panjang interval kelas (P) $P = 15/8 = 1,875$ dibulatkan 1,9
4. Menyusun tabel distribusi frekuensi, lihat table 1.1. di bawah ini).

Tabel 1.1 Tabel Distribusi Frekuensi Data Tinggi Mata Duduk

Batas Bawah	Batas Atas	Fi	LCB	UCB
68,0	69,8	8	67,95	69,85
69,9	71,7	20	69,85	71,75
71,8	73,6	30	71,75	73,65
73,7	75,5	44	73,65	75,55
75,6	77,4	45	75,55	77,45
77,5	79,3	30	77,45	79,35
79,4	81,2	16	79,35	81,25
81,3	83,1	7	81,25	83,15
	Total	200		

Hipotesis untuk kenormalan data

Untuk hipotesis pengujian kenormalan data ini untuk Tinggi Mata Duduk (TMD) tersebut mengikuti distribusi normal atau tidak, karena karakteristik distribusi normal yang tanpa batas (*unboundary distribution*), maka jumlah kelas akan bertambah dari 8 kelas interval menjadi 10 kelas interval.

Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- a. H_0 : Data Tinggi Mata Duduk mengikuti distribusi normal
- b. H_1 : Data Tinggi Mata Duduk tidak mengikuti distribusi normal
- c. $\alpha = 0,05$
- d. Wilayah kritis : $X_{2hitung} > X_{2\alpha;df}$

$$Df = \text{jumlah kelas} - k - 1 = 8 - 2 - 1 = 5$$

$$X_{20,05;5} = 11,0705, \text{ jadi wilayah kritis } X_{2hitung} > 11,0705$$

- e. Nilai X^2_{hitung} seperti pada tabel 5.5 sebesar = 2,54
- f. Keputusan : terima H_0 dan disimpulkan bahwa data tinggi mata duduk mengikuti distribusi normal

b. Pengujian Keseragaman Data

Untuk Data Tinggi Mata Duduk (TMD) dikelompokkan menjadi 20 sub grup dan setiap sub grup terdiri dari 10 data. Pembentukan sub grup tersebut dibuat secara berurut dimana data ke-1 sampai dengan data ke-10 sebagai sub grup ke-1, data ke-11 sampai data ke-20 sebagai sub grup ke-2 dan seterusnya sampai data ke-191 sampai data ke-200 sebagai sub grup ke-20, selengkapnya disajikan dalam tabel 1.2.

Tabel 1.2 Pengelompokan Data Tinggi Mata Duduk

Sub Grup	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	74	81	76	74	74	74	76	77	77	74	75,7
2	70	76	75	72	77	74	80	76	71	74	74,5
3	71	76	71	76	76	76	73	76	76	76	74,7
4	75	75	71	76	76	76	71	74	75	72	74,1
5	75	74	72	71	71	75	72	76	81	81	74,8
6	76	76	76	77	76	75	76	74	76	75	75,7
7	75	74	74	74	75	72	75	74	72	74	73,9
8	74	76	72	72	75	72	76	76	74	78	74,5
9	76	72	74	74	74	81	78	68	75	68	74,0
10	75	72	81	74	72	77	77	74	72	78	75,2
11	82	72	76	76	76	78	76	78	71	76	76,1
12	83	78	78	68	82	68	75	72	78	74	75,6
13	72	83	82	80	72	78	71	72	76	76	76,2
14	80	78	76	78	72	71	78	78	78	68	75,7
15	82	68	75	72	78	74	72	79	79	80	75,9
16	72	78	79	72	76	76	80	78	76	78	76,5
17	81	80	71	78	78	68	70	68	75	72	74,1

18	78	74	72	70	70	80	72	78	82	72	74,8
19	76	76	80	78	76	78	81	71	71	78	76,5
20	78	70	71	70	75	72	78	74	72	80	74,0
Total											1502,5

Rata-rata seluruh sub grup :

$$= \bar{x} = 75,125$$

Melakukan uji keseragaman data

Perhitungan berikut mengacu pada data pada tabel 1.2 di atas.

1.1 Menghitung standar deviasi keseluruhan data (σ_x)

$$\sigma_x = \sqrt{3,36}$$

1.2 Menghitung standar deviasi dari rata-rata sub grup ($\sigma_{\bar{x}}$)

$$= 0,75 \quad \sigma_{\bar{x}} = \frac{3,36}{\sqrt{20}}$$

1.3 Menghitung batas-batas kendali Dari perhitungan sebelumnya diketahui bahwa $\bar{x} = 75,125$; $\sigma_{\bar{x}} = 0,75$

x

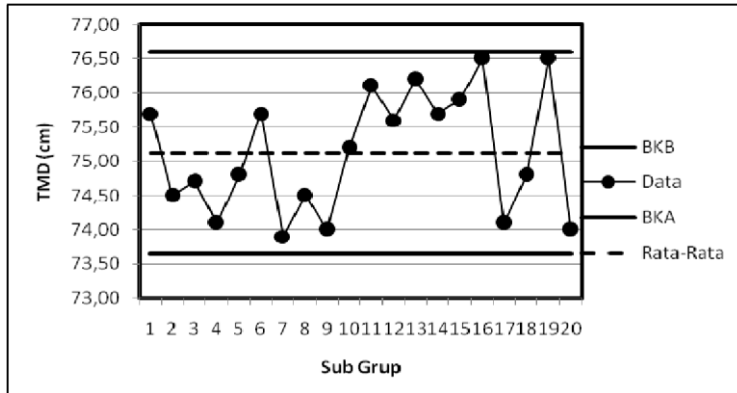
dan α ditentukan sebesar 0,05 sehingga $Z_{0,025} = 1,96$, dengan demikian

:

$$BKA = 75,125 + 1,96 \times 0,75 = 76,59$$

$$BKB = 75,125 - 1,96 \times 0,75 = 73,65$$

1.4 Mengeplot rata-rata sub grup ke dalam peta kendali



Gambar 1.2 Peta Kendali Data Tinggi Mata Duduk

c. Pengujian Kecukupan Data (N')

Jika tingkat keyakinan 95%, maka : $1-\alpha = 0,95$ $\alpha = 1-0,95 = 0,05$
 $Z_{\alpha/2} = Z_{0,025} = 1,96$.

Tingkat ketelitian (β) : 0,05

Berdasarkan tabel 1.2 dapat dihitung nilai-nilai sebagai berikut :

$$N = 200 \quad \Sigma X_i = 15025 \quad (\Sigma X_i)^2 = 225750625 \quad \Sigma X_i^2 = 1131011$$

Maka jumlah data minimal yang dibutuhkan untuk perancangan (N') :

$$N' = \frac{1,96 + 0,05 \sqrt{(200)(1131011) - (-15025)^2}}{15025} = 3,07$$

Syarat minimal data yang diperlukan adalah 3,07, sementara data yang telah diambil sebanyak 200 pengukuran, sehingga jumlah data dikatakan cukup.

Pengujian Data untuk Tinggi Mata Berdiri (TMB)

Data Tinggi Mata Berdiri (TMB) meliputi pengujian kenormalan data, keseragaman data dan kecukupan data sebagai berikut :

a. Pengujian Kenormalan Data

1. Menghitung range (R), $R = 163 - 144 = 19$ cm
2. Menghitung jumlah kelas interval (K)
 $K = 1 + 3,3 \log 200 = 8,6$ kelas. Dipilih jumlah kelas sebanyak 8 sehingga $K = 8$
3. Menentukan panjang interval kelas (P) $P = 19/8 = 2,375$ dibulatkan 2,4
4. Menyusun tabel distribusi frekuensi.

Tabel 1.3 Tabel Distribusi Frekuensi Data Tinggi Mata Berdiri (TMB)

Batas Bawah	Batas Atas	Fi	LCB	UCB
144,0	146,3	10	143,95	146,35
146,4	148,7	16	146,35	148,75
148,8	151,1	29	148,75	151,15
151,2	153,5	42	151,15	153,55
153,6	155,9	45	153,55	155,95
156,0	158,3	31	155,95	158,35
158,4	160,7	19	158,35	160,75
160,8	163,1	8	160,75	163,15
	Total	200		

5. Uji kenormalan data

Untuk pengujian kenormalan data ini hasil pengukuran Tinggi Mata Berdiri tersebut mengikuti distribusi normal atau tidak, karena karakteristik distribusi normal yang tanpa batas (*unboundary distribution*), maka jumlah kelas akan bertambah dari 8 kelas interval menjadi 10 kelas interval.

Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- a. H_0 : Data Tinggi Mata Duduk mengikuti distribusi normal
- b. H_1 : Data Tinggi Mata Duduk tidak mengikuti distribusi normal
- c. $\alpha = 0,05$
- d. Wilayah kritis : $X_{2hitung} > X_{2\alpha;df}$
 $Df = \text{jumlah kelas} - k - 1 = 8 - 2 - 1 = 5$
 $X_{20,05;5} = 11,0705$, jadi wilayah kritis $X_{2hitung} > 11,0705$
- e. Nilai $X_{2hitung}^2$ seperti pada tabel 5.8 sebesar $= 0,94$ (kurang dari 11,0705)
- f. Keputusan : terima H_0 dan disimpulkan bahwa data Tinggi Mata Berdiri mengikuti distribusi normal

b. Pengujian Keceragaman Data

Data Tinggi Mata Berdiri pada tersebut dikelompokkan menjadi 20 sub grup dan setiap sub grup terdiri dari 10 data. Pembentukan sub grup tersebut dibuat secara berurut dimana data ke-1 sampai dengan data ke-10 sebagai sub grup ke-1, data

ke-11 sampai data ke-20 sebagai sub grup ke-2 dan seterusnya sampai data ke-191 sampai data ke-200 sebagai sub grup ke-20, selengkapnya disajikan dalam tabel 1.4.

Tabel 1.4 Pengelompokan Data Tinggi Mata Berdiri

Sub Grup	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	149	154	154	154	156	158	155	150	159	148	153,7
2	153	150	147	153	158	155	150	154	154	153	152,7
3	154	154	159	156	153	152	153	153	155	154	154,3
4	156	158	153	154	159	148	154	149	147	153	153,1
5	158	153	150	154	153	153	154	153	159	156	154,3
6	153	152	154	154	154	153	156	158	155	153	154,2
7	159	148	154	149	147	154	158	154	150	154	152,7
8	149	160	154	154	159	156	153	152	154	153	154,4
9	153	153	156	158	153	154	159	148	155	144	153,3
10	147	153	158	155	146	154	155	154	155	155	153,2
11	159	156	153	152	153	153	153	154	156	158	154,7
12	153	160	159	148	159	144	147	159	158	149	153,6
13	146	154	149	163	151	146	159	156	153	152	152,9
14	149	151	151	163	156	158	149	163	159	148	154,7
15	163	144	147	163	158	149	146	154	149	163	153,6
16	151	163	159	156	153	152	149	151	151	153	153,8
17	156	158	149	153	159	148	154	144	147	154	152,2
18	158	149	146	154	149	154	151	154	159	156	153,0
19	153	152	153	153	151	154	156	158	149	154	153,3
20	159	148	153	144	147	153	158	149	163	154	152,8
Total											3070,5

Rata-rata seluruh sub grup :

$$= \frac{\quad}{\quad} = 153,125$$

Melakukan uji keseragaman data

Perhitungan berikut mengacu pada data pada tabel 1.4 di atas.

- a. Menghitung standar deviasi keseluruhan data (σ_x)

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} (x_i - \bar{x})^2} = 4,21$$

- b. Menghitung standar deviasi dari rata-rata sub grup ($\sigma_{\bar{x}}$)

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{20}} = 0,94$$

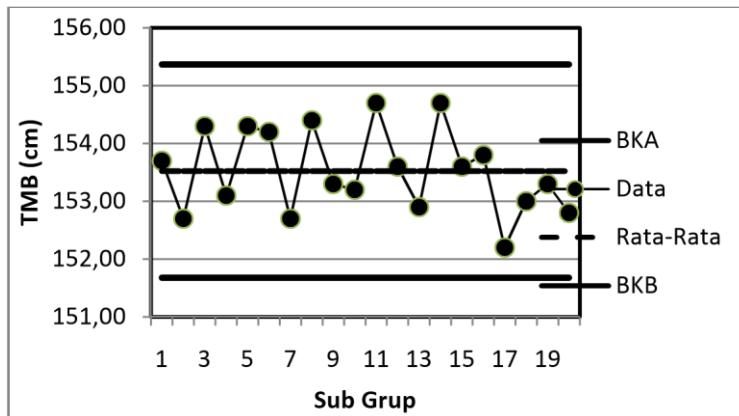
- c. Menghitung batas-batas kendali

Dari perhitungan sebelumnya diketahui bahwa $\bar{x} = 153,525$; $\sigma_{\bar{x}} = 0,94$ dan α

ditentukan sebesar 0,05 sehingga $Z_{0,025} = 1,96$, dengan demikian :

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= 153,525 + 1,96 \times 0,94 = 155,37. \text{ BKB} \\ &= 153,525 - 1,96 \times 0,94 = 151,68. \end{aligned}$$

- a. Mengplot rata-rata sub grup ke dalam peta kendali



Gambar 1.3. Peta Kendali Data Tinggi Mata Berdiri

- c. Pengujian Kecukupan Data

Dalam penelitian ini ditentukan bahwa untuk tingkat keyakinan 95%, sehingga

$$1-\alpha = 0,95 \quad \alpha = 1-0,95 = 0,05 \quad Z_{\alpha/2} = Z_{0,025} = 1,96$$

Tingkat ketelitian (β) : 0,05

Berdasarkan tabel 1.4 di atas dapat dihitung nilai-nilai sebagai berikut :

$$N = 200 \quad \Sigma X_i = 30.705 \quad \Sigma X_i^2 = 4.717.525$$

Maka jumlah data minimal yang dibutuhkan untuk perancangan (N') :

$$N' = \frac{1,96}{0,05} \sqrt{(200) 4.717(.525) - (30.705)^2}$$

$$N' = 1,15 \times 30.705$$

$$N' = 35.290,75$$

□

□

Syarat minimal data yang diperlukan adalah 1,15, sementara data yang telah diambil sebanyak 200 pengukuran, sehingga jumlah data dikatakan cukup.

Pengujian Data untuk Jangkauan Tangan Ke Atas (JTA)

Data Jangkauan Tangan Ke Atas (JTA) akan dilakukan pengujian secara statistik meliputi pengujian kenormalan data, keseragaman data dan kecukupan data dengan langkah-langkah sebagai berikut :

a. Pengujian Kenormalan Data

1. Menghitung range (R), $R = 239 - 194 = 45$ cm
2. Menghitung jumlah kelas interval (K)

$$K = 1 + 3,3 \log 200 = 8,6$$
 kelas
 Dipilih jumlah kelas sebanyak 8 sehingga $K = 8$
3. Menentukan panjang interval kelas (P) $P = 45/8 = 5,625$ dibulatkan 5,7
4. Menyusun tabel distribusi frekuensi.

Tabel 1.5 Tabel Distribusi Frekuensi Data Jangkauan Tangan Ke Atas

Batas Bawah	Batas Atas	Fi	LCB	UCB
194,0	199,6	15	193,95	199,65
199,7	205,3	22	199,65	205,35
205,4	211,0	33	205,35	211,05
211,1	216,7	39	211,05	216,75

216,8	222,4	40	216,75	222,45
222,5	228,1	26	222,45	228,15
228,2	233,8	17	228,15	233,85
233,9	239,5	8	233,85	239,55
	Total	200		

5. Menguji kenormalan data

Untuk pengujian kenormalan data hasil pengukuran Jangkauan Tangan Ke Atas tersebut mengikuti distribusi normal atau tidak, karena karakteristik distribusi normal yang tanpa batas (*unboundary distribution*), maka jumlah kelas akan bertambah dari 8 kelas interval menjadi 10 kelas interval.

Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- H_0 : Data Tinggi Mata Duduk mengikuti distribusi normal
- H_1 : Data Tinggi Mata Duduk tidak mengikuti distribusi normal
- $\alpha = 0,05$
- Wilayah kritis : $X_{2\text{hitung}} > X_{2\alpha;df}$
 $Df = \text{jumlah kelas} - k - 1 = 9 - 2 - 1 = 6$
 $X_{20,05;6} = 12,5916$, jadi wilayah kritis $X_{2\text{hitung}} > 12,5916$
- Nilai $X_{2\text{hitung}}^2$ seperti pada tabel 5.11 sebesar = 7,98 (kurang dari 12,5916)
- Keputusan : terima H_0 dan disimpulkan bahwa data Jangkauan Tangan Ke Atas mengikuti distribusi normal

b. Pengujian Keseragaman Data

1. Pengelompokan data ke dalam sub grup

Data Jangkauan Tangan Ke Atas (JTA) tersebut dikelompokkan menjadi 20 sub grup dan setiap sub grup terdiri dari 10 data. Pembentukan sub grup tersebut dibuat secara berurut dimana data ke-1 sampai dengan data ke-10 sebagai sub grup ke-1, data ke-11 sampai data ke-20 sebagai sub grup ke-2 dan seterusnya sampai data ke-191 sampai data ke-200 sebagai sub grup ke20, selengkapnya disajikan dalam tabel 1.6.

Tabel 1.6 Pengelompokan Data Jangkauan Tangan Ke Atas

Sub Grup	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	
1	208	213	201	222	213	213	215	223	225	208	214,1
2	230	195	230	223	214	214	230	214	201	229	218,0
3	213	229	228	215	213	214	213	225	201	213	216,4
4	213	216	215	223	232	194	233	195	200	223	214,4
5	208	213	230	214	201	231	215	231	231	215	218,9
6	215	215	215	213	201	222	214	225	213	223	215,6
7	218	194	220	195	200	223	224	214	230	208	212,6
8	201	221	210	222	218	215	210	208	208	218	213,1
9	201	222	211	224	213	223	218	194	220	195	212,1
10	200	223	239	224	230	208	201	221	210	222	217,8
11	218	215	210	208	208	218	201	222	211	239	215,0
12	224	223	218	194	220	195	200	223	239	225	216,1
13	230	208	201	221	210	222	218	215	210	208	214,3
14	208	218	201	222	211	239	224	223	218	194	215,8
15	220	195	200	223	214	213	230	208	201	221	212,5
16	210	222	218	215	210	208	239	218	201	222	216,3
17	211	239	214	223	218	194	220	195	200	223	213,7
18	239	213	230	208	201	221	210	222	218	215	217,7
19	210	208	208	218	201	222	211	239	213	223	215,3
20	218	194	220	195	200	223	214	217	230	208	211,9
										Total	4301,6

Rata-rata seluruh sub grup :

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 215,08$$

2. Melakukan uji keseragaman data

Perhitungan berikut mengacu pada data pada tabel 1.6.

2.1. Menghitung standar deviasi keseluruhan data (σ_x)

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}} = 10,90$$

2.2. Menghitung standar deviasi dari rata-rata sub grup ($\sigma_{\bar{x}}$)

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{10,90}{\sqrt{20}}$$

$$= 2,44$$

2.3. Menghitung batas-batas kendali Dari perhitungan sebelumnya diketahui bahwa = 215,08; $\sigma_{\bar{x}} = 2,44$

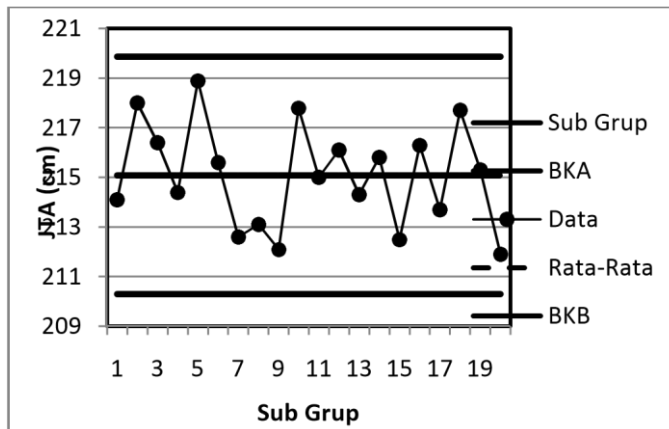
x

dan α ditentukan sebesar 0,05 sehingga $Z_{0,025} = 1,96$, dengan demikian :

$$\text{BKA} = 215,08 + 1,96 \times 2,44 = 219,86$$

$$\text{BKB} = 215,08 - 1,96 \times 2,44 = 210,30$$

2.4. Mengeplot rata-rata sub grup ke dalam peta kendali



Gambar 1.4 Peta Kendali Data Jangkauan Tangan Ke Atas

c. Pengujian Kecukupan Data

Untuk tingkat keyakinan 95%, maka

$$1-\alpha = 0,95$$

$$\alpha = 1-0,95 = 0,05$$

$$Z_{\alpha/2} = Z_{0,025} = 1,96$$

Tingkat ketelitian (β) : 0,05

Berdasarkan tabel 1.6 dapat dihitung nilai-nilai sebagai berikut :

$$N = 200$$

$$\Sigma X_i = 43.016$$

$$\Sigma X_i^2 = 9.275.660$$

Maka jumlah data minimal yang dibutuhkan untuk perancangan (N') :

$$N' = \frac{1,96}{0,05} \sqrt{\frac{(200) 9.275(.660) (- 43.016)^2}{200}} = 3,95$$

Syarat minimal data yang diperlukan adalah 3,95, sementara data yang telah diambil sebanyak 200 pengukuran, sehingga jumlah data dikatakan cukup.

Penentuan Nilai-Nilai Persentil (TMD)

Untuk keperluan perancangan, sekumpulan data yang telah diuji secara statistik. Nilai-nilai persentil yang dihitung tergantung dari tujuan perancangan. Dalam penelitian ini akan dihitung persentil 5 (P5), persentil 50 (P50) dan persentil 95 (P95).

a. Nilai-nilai persentil tinggi mata duduk

Untuk menghitung nilai-nilai persentil tersebut akan digunakan tabel penolong seperti pada tabel 1.7. di bawah ini.

Tabel 1.7 Tabel penolong untuk menghitung nilai persentil tinggi mata duduk (TMD)

Batas Bawah	Batas Atas	Fi	Fk	LCB	UCB
68,0	69,8	8	8	67,95	69,85
69,9	71,7	20	28	69,85	71,75
71,8	73,6	30	58	71,75	73,65
73,7	75,5	44	102	73,65	75,55
75,6	77,4	45	147	75,55	77,45
77,5	79,3	30	177	77,45	79,35
79,4	81,2	16	193	79,35	81,25
81,3	83,1	7	200	81,25	83,15
	Total	200			

Berdasarkan tabel 1.7 tersebut dapat dihitung nilai-nilai persentil sebagai berikut :

1. Nilai persentil 5
% #

$$\text{Letak } P_5 = \frac{33453}{633} = 10,05$$

$$\text{Nilai } P_5 = 69,85 + 1,9 \left(\frac{33453 - 10 \cdot 633}{633} \right) = 70,04$$

Jadi Nilai Persentil 5 = 70,04

2. Nilai Persentil 50

$$\text{Letak } P_{50} = \frac{33453}{633} = 100,05$$

$$\text{Nilai } P_{50} = 73,65 + 1,9 \left(\frac{33453 - 100 \cdot 633}{633} \right) = 75,46$$

Jadi Nilai Persentil 50 = 75,46

3. Nilai persentil 95

$$\text{Letak } P_{95} = \frac{33453}{633} = 190,95$$

$$\text{Nilai } P_{95} = 79,35 + 1,9 \left(\frac{33453 - 190 \cdot 633}{633} \right) = 80,89$$

Jadi Nilai Persentil 95 = 80,89

d. Nilai-nilai persentil tinggi mata berdiri (TMB)

Untuk menghitung nilai-nilai persentil tersebut akan digunakan tabel penolong seperti pada tabel 1.8.

Tabel 1.8 Tabel penolong untuk menghitung nilai persentil tinggi mata berdiri

Batas Bawah	Batas Atas	Fi	Fk	LCB	UCB
144,0	146,3	10	10	143,95	146,35
146,4	148,7	16	26	146,35	148,75
148,8	151,1	29	55	148,75	151,15
151,2	153,5	42	97	151,15	153,55
153,6	155,9	45	142	153,55	155,95
156,0	158,3	31	173	155,95	158,35
158,4	160,7	19	192	158,35	160,75
160,8	163,1	8	200	160,75	163,15

	Total	200			
--	-------	-----	--	--	--

Berdasarkan tabel 1.8 tersebut dapat dihitung nilai-nilai persentil sebagai berikut :

1. Nilai persentil 5

$$\text{Letak } P_5 = \frac{\% \#}{100} = 10,05$$

$$\text{Nilai } P_5 = 146,35 + 2,4 \frac{2200 > 510016 - 107}{100}$$

$$\text{Jadi Nilai Persentil 5} = 146,35$$

2. Nilai Persentil 50

$$\text{Letak } P_{50} = \frac{\% \#}{100} = 100,05$$

$$\text{Nilai } P_5 = 153,55 + 2,4 \frac{2200 > 5010045 - 977}{100}$$

$$\text{Jadi Nilai Persentil 50} = 153,71$$

3. Nilai persentil 95

$$\text{Letak } P_{95} = \frac{\% \#}{100} = 190,95$$

$$\text{Nilai } P_5 = 158,35 + 2,4 \frac{2200 > 9510019 - 1737}{100}$$

$$\text{Jadi Nilai Persentil 95} = 160,50$$

- e. Nilai-nilai persentil jangkauan tangan ke atas (JTA)

Untuk menghitung nilai-nilai persentil tersebut akan digunakan tabel penolong seperti pada tabel 1.9

Tabel 1.9 Tabel penolong untuk menghitung nilai persentil jangkauan tangan ke atas

Batas Bawah	Batas Atas	Fi	Fk	LCB	UCB
--------------------	-------------------	-----------	-----------	------------	------------

194,0	199,6	15	15	193,95	199,65
199,7	205,3	22	37	199,65	205,35
205,4	211,0	33	70	205,35	211,05
211,1	216,7	39	109	211,05	216,75
216,8	222,4	40	149	216,75	222,45
222,5	228,1	26	175	222,45	228,15
228,2	233,8	17	192	228,15	233,85
233,9	239,5	8	200	233,85	239,55
	Total	200			

Berdasarkan tabel 1.9 tersebut dapat dihitung nilai-nilai persentil sebagai berikut :

1. Nilai persentil 5

$$\text{Letak } P_5 = \frac{\% \#}{100} = 10,05$$

$$\text{Nilai } P_5 = 193,95 + 5,7 \frac{200 > 5}{2 \frac{100}{15} - 07}$$

$$\text{Jadi Nilai Persentil 5} = 197,75$$

2. Nilai Persentil 50

$$\text{Letak } P_{50} = \frac{\% \#}{100} = 100,05$$

$$\text{Nilai } P_5 = 211,05 + 5,7 \frac{200 > 50}{2 \frac{100}{39} - 707}$$

$$\text{Jadi Nilai Persentil 50} = 215,43$$

3. Nilai persentil 95

$$\text{Letak } P_{95} = \frac{\% \#}{100} = 190,95$$

$$\text{Nilai } P_5 = 228,15 + 5,7 \frac{200 > 95}{2 \frac{100}{17} - 1757}$$

$$\text{Jadi Nilai Persentil 95} = 233,18$$

Perancangan Tata Letak Proyektor Yang Ergonomis

Perancangan tata letak proyektor yang ergonomis ini meliputi penentuan letak stop kontak proyektor, penentuan jarak tegak lurus proyektor dari lantai ke langit-langit, jarak screen dari lantai dan jarak proyektor dengan screen.

a. Letak stop kontak proyektor

Syarat letak stop kontak proyektor yang ergonomis adalah sebagai berikut :

1. Secara umum stop kontak proyektor diletakkan bersebelahan dengan stop kontak lampu ruangan yang menempel di dinding di dekat pintu masuk.
2. Ketinggian stop kontak tersebut sejajar dengan tinggi mata berdiri orang dewasa.
3. Warna stop kontak harus kelihatan lebih jelas daripada warna dinding.

Berdasarkan syarat tersebut tinggi stop kontak sebaiknya setinggi mata berdiri yaitu pada persentil 50 (P50). Sesuai dengan perhitungan persentil di atas maka letak stop kontak proyektor setinggi 153,71 cm.

b. Jarak tegak lurus proyektor dari lantai ke langit-langit

Syarat letak proyektor yang ergonomis adalah sebagai berikut :

1. Proyektor harus terpasang secara permanen di langit-langit ruang kuliah.
2. Letak Proyektor harus di atas kepala manusia tetapi masih terjangkau sehingga mudah dijangkau pada saat mengoperasikannya.
3. Sisi proyektor yang ada panel kontrol (pengoperasian) harus diletakkan di bawah sehingga mudah dijangkau pada dipakai.
4. Posisi proyektor (lensa) harus tegak lurus dengan screenya.
5. Proyektor harus dilengkapi kerangka dan dipasang kunci sebagai pengaman agar proyektor tidak mudah dilepas dari tempatnya.

Dari uraian tersebut dimensi tubuh yang dipergunakan untuk menentukan tinggi proyektor dari lantai adalah jangkauan tangan ke atas dengan persentil 95 (P95). Dengan demikian jarak tegak lurus proyektor dari lantai ke langit-langit sebesar 233,15 cm

c. Jarak screen dari lantai

Syarat letak screen yang ergonomis adalah sebagai berikut :

1. Atur letak screen yang memudahkan pekerjaan (sebelah kiri, berhimpit atau sebelah kanan *white board*)
2. Pertimbangkan objek lain yang ada di sekitar screen tersebut.

3. Atur ketinggian screen sehingga sudut penglihatan berkisar 10-20 derajat, atau sejajar dengan pandangan mata.
4. Atur kemiringan permukaan screen sehingga membentuk sudut 90 derajat dengan proyektor.

Penentuan tinggi screen dari lantai mengacu persentil 95 (P95) tinggi mata duduk ditambah toleransi 50 cm untuk mengantisipasi mahasiswa yang duduk paling belakang (sekitar 8 meter dari screen), jadi tinggi screen dari lantai sebesar $80,89 \text{ cm} + 50 \text{ cm} = 130,89 \text{ cm}$.

d. Jarak proyektor dengan screen

Jarak screen dengan proyektor mengikuti spesifikasi proyektor yang dipakai biasanya jarak proyektor dengan screen rata-rata 5 meter.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN Perancangan Tinggi Proyektor Dari Lantai

Proyektor ini dalam pengoperasiannya on-off (menghidupkan atau mematikan) menggunakan *remote control*. Namun dalam kondisi tertentu proyektor harus dihidupkan secara manual maka tinggi proyektor dari lantai perlu dirancang sedemikian rupa sehingga pada saat akan menyalakan secara manual atau melakukan setting awal dapat dilakukan dengan mudah tanpa mengakibatkan cedera otot.

Perancangan tinggi proyektor ini menggunakan persentil 95 (P95) dari dimensi jangkauan tangan ke atas. Persentil 95 merupakan nilai ekstrim atas maksudnya adalah hanya manusia (pengguna) yang memiliki jangkauan tangan ke atas pada nilai tersebut atau lebih yang mampu mengoperasikan proyektor. Alasan pemilihan persentil tersebut adalah bahwa letak proyektor harus setinggi mungkin di atas kepala para pengguna namun proyektor tersebut harus tetap dapat dijangkau dengan mudah untuk mengoperasikannya. Dengan pemilihan persentil 95 ini mengakibatkan hanya sebagian kecil saja yang bisa menjangkau proyektor secara mudah tanpa bantuan alat apapun. Hal ini tidak menjadi persoalan mengingat pengoperasian proyektor tersebut hanya pada saat awal dan akhir saja.

Perancangan Letak Stop Kontak Proyektor

Untuk mengoperasikan proyektor dengan *remote control* perlu adanya sambungan sumber arus listrik terlebih dahulu sehingga proyektor bisa dalam kondisi *standby*. Maka dari itu diperlukan stop kontak untuk menghubungkan arus listrik ke proyektor. Letak dari stop kontak ini menempel di dinding bersebelahan dengan stop kontak lampu maupun AC. Dengan demikian letak stop kontak tersebut tidak menghalangi penglihatan ke depan pengguna pada saat menggunakan proyektor

meskipun posisinya tidak terlalu tinggi. Alasan inilah yang mendasari perancangan tinggi stop kontak menggunakan persentil 50 (rata-rata) dari dimensi tinggi mata berdiri.

Perancangan Letak Screen

Screen dapat diletakkan di sebelah kiri, sebelah kanan atau berhimpit dengan *whiteboard*. Letak screen tersebut dirancang sedemikian rupa sehingga pada saat ada orang keluar masuk ruangan tidak mengganggu penggunaan proyektor dalam aktivitas belajar mengajar. Jadi sebaiknya letak screen berjauhan dengan pintu ruangan dengan pertimbangan sebagai berikut :

- a. Jika pintu ada di sisi depan ruangnya maka sebaiknya screen diletakkan di sebelah kanan *whiteboard* begitu juga sebaliknya.
- b. Jika menggunakan screen yang fleksibel dapat ditarik ke atas atau ke bawah dengan mudah, screen tersebut dapat diletakkan berhimpit dengan *whiteboard* tanpa dipengaruhi dengan letak pintu ruangan.

KESIMPULAN DAN SARAN Kesimpulan

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data serta pembahasan yang telah dilakukan, maka dalam penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Perancangan tata letak proyektor dan peralatan pendukung lainnya sebaiknya memperhatikan keterbatasan dimensi tubuh manusia agar manusia sebagai pengguna peralatan tersebut merasa aman dan nyaman pada saat menggunakannya.
- b. Tinggi letak stop kontak proyektor yang ergonomis adalah 153,71 cm dari lantai.
- c. Jarak tegak lurus dari lantai ke proyektor yang ergonomis adalah 233,15 cm dari lantai.
- d. Jarak dari lantai ke sisi bawah screen sebesar 130,89 cm (Panjangnya screen).
- e. Jarak proyektor ke screen disesuaikan dengan spesifikasi proyektor yang 196 cm
- f. Proyektor harus terpasang tegak lurus menghadap screen dan jarak atap dengan proyektor 110 cm.

Saran-saran

Pada akhir penulisan laporan ini penulis sampaikan saran-saran sebagai tindak lanjut penelitian ke depan antara lain :

- a. Dalam penelitian ini data yang dijadikan acuan dalam perancangan menggunakan data antropometri mahasiswa sebagai peserta praktikum mata kuliah Perancangan Sistem Kerja, artinya data hanya dari dimensi tubuh mahasiswa saja, alangkah baiknya pada penelitian berikutnya data antropometri yang digunakan berasal dari dimensi tubuh para dosen karena aktual pengguna proyektor adalah mahasiswa dan dosen.

- b. Dalam penelitian ini hanya mengkaji tata letak proyektor saja, padahal untuk merancang suatu ruang kelas yang ergonomis diperlukan sarana-sarana fisik lainnya seperti AC, jendela, lemari buku, whiteboard, lampu ruangan dan lain-lain. Diharapkan penelitian berikutnya mempertimbangkan sarana-sarana tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. *Kroemer, K.H.E., Kroemer, H.B., dan Kroemer-Elbert, K.E (2001), Ergonomics : How to design for ease and efficiency, Prentice Hall, Second Edition, New Jersey.*
2. *Marcella Lawiarso, Wawan Yudiantyo, dan Lestari Yuli Hastuti, (2004), Analisis Ergonomis Serta Usulan Perbaikan Terhadap Fasilitas Dan Lingkungan Non Fisik Pada Laboratorium Komputer Di Ruang A301 Gedung Administrasi Pusat Universitas Kristen Maranatha, Jurnal Teknik.*
3. *Woodson, Wesley E., Tillman Barry, Tillman Peggy, (1992), Human Factors Design Handbook : Information and Guidelines for the design systems, facilities, equipment, and products for human use, Mc Graw Hill, Second Edition, New York.*