

Optimalisasi Desain Ruang Kelas Berbasis Ergonomi Untuk Kenyamanan Proses Pembelajaran Mahasiswa Di Ruang Kelas Kampus III Universitas AKPRIND Indonesia

Shefina Herawati¹, Risma Adelina Simanjuntak^{2*}, Joko Susetyo³

^{1,2} Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Universitas AKPRIND Indonesia
Jl. Kalisahak No.28, Klitren, Gondokusuman, Yogyakarta

Email: shefhinaherawati@gmail.com, risma@akprind.ac.id, joko_sty@akprind.ac.id

* Corresponding Author

ABSTRAK

Dalam menjalankan pembelajaran dibutuhkan sarana dan prasarana yang mendukung. Sarana dan prasarana yang sering digunakan pada perguruan tinggi adalah ruang kelas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sarana dan prasarana ruang kelas di Universitas AKPRIND Indonesia Kampus III dengan metode ergonomi, mengevaluasi kapasitas ruang kelas, dan memberikan usulan perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ruang kelas BB-31 memenuhi standar kapasitas ruang (<10%), sedangkan ruang kelas BB-32 tidak memenuhi standar (>20%). Selain itu, sudut pandang pada ruang kelas BB-31 sudah sesuai standar (<30°), tetapi ruang kelas BB-32 belum sesuai (>30°). Penelitian ini juga mengevaluasi tingkat pencahayaan ruang kelas dan memberikan rekomendasi untuk memperbaiki pengaturan tempat duduk dan pencahayaan agar lebih ergonomis dan mendukung pembelajaran yang efektif serta kesehatan mahasiswa.

Kata kunci: Ergonomi, LCD Proyektor, Musculoskeletal Disorders, Pencahayaan, Kapasitas Ruang

ABSTRACT

In carrying out learning, supporting facilities and infrastructure are needed. The facilities and infrastructure that are often used in higher education are classrooms. This study aims to analyze the facilities and infrastructure of classrooms at AKPRIND Indonesia University Campus III using ergonomic methods, evaluate classroom capacity, and provide suggestions for improvement. The results of the study indicate that classroom BB-31 meets the room capacity standards (<10%), while classroom BB-32 does not meet the standards (>20%). In addition, the viewing angle in classroom BB-31 is in accordance with the standards (<30°), but classroom BB-32 is not yet in accordance (>30°). This study also evaluates the level of classroom lighting and provides recommendations for improving seating arrangements and lighting to be more ergonomic and support effective learning and student health.

Keywords: Ergonomics, LCD Projectors, Musculoskeletal Disorders, Lighting, Space Capacity.

I. PENDAHULUAN

Menurut Khalimah & Furnamasari (2023) Pendidikan merupakan investasi yang sangat penting bagi pembangunan negara yang tidak hanya akan menghasilkan individu yang berkualitas, Tetapi juga masyarakat yang sejahtera, inklusif, dan berdaya saing. Salah satu jenjang pendidikan terakhir yang ada di Indonesia ialah Perguruan Tinggi. Dalam menjalankan aktivitas pembelajaran tentu dibutuhkan sarana dan prasarana yang mendukung. Sarana dan prasarana yang sering digunakan pada perguruan tinggi ialah ruang kelas/ruang pembelajaran. Ruangan kelas menjadi aspek terpenting bagi siswa/mahasiswa untuk melakukan suatu pembelajaran dengan nyaman, sehingga diperlukan aspek ergonomi dalam tata ruang kelas tersebut. Ergonomi dapat didefinisikan sebagai penyesuaian pekerjaan terhadap pekerja (*fitting the job to workers*) Simanjuntak, (2021). Ergonomi memiliki beberapa cabang keilmuan, salah satunya adalah antropometri. Menurut Wigjosoebroto, (2006), antropometri berasal dari bahasa Yunani, yaitu “anthropos (*man*)” yang artinya manusia dan “mentreinn (*to measure*)” yang artinya ukuran. Sehingga dapat didefinisikan antropometri ialah ilmu yang berhubungan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia.

Universitas AKPRIND Indonesia merupakan perguruan tinggi swasta yang terletak dikota Yogyakarta. Universitas AKPRIND Indonesia memiliki 3 gedung perkuliahan diantaranya kampus 1 sebagai kampus pusat dengan jumlah ruang perkuliahan terpakai sebanyak 16 ruangan, kampus 2 sebagai laboratorium pusat, dan kampus III sebagai ruang perkuliahan dengan jumlah ruangan terpakai sebesar 18 ruangan.

Berdasarkan ketentuan standar sarana dan prasarana pendidikan tinggi, program pasca sarjana dan pendidikan profesi Badan Standar Nasional Pendidikan, (2011) disebutkan bahwa ruang kuliah teori adalah ruang tempat berlangsungnya kegiatan pembelajaran secara tatap muka. Kegiatan pembelajaran ini dapat dalam bentuk ceramah, diskusi, tutorial, seminar dan lain sebagainya. Kapasitas maksimum ruang adalah 25 mahasiswa dengan standar kebutuhan luas ruang adalah 2 m²/mahasiswa. Setiap kampus perguruan tinggi menyediakan minimum satu buah ruang kuliah besar yang memiliki kapasitas 80 mahasiswa dengan standar luas ruang 1,5 m²/mahasiswa. Selain itu menurut BSNP dalam Aminah, (2013), ukuran minimal papan tulis hendaknya dengan ukuran 120 cm x 240 cm dan digantungkan pada titik gantung setinggi 2 m dari lantai. Sedangkan sudut ideal kemiringan mata barisan paling depan maksimal 30°. Agar posisi duduk tidak menyebabkan sakit pada leher, maka layar tidak boleh diletakkan >35° ke kiri dan ke kanan sehingga posisi duduk bisa nyaman (Egi, 2010). Ruang kuliah teori harus dilengkapi dengan perlengkapan sarana dan prasarana mencakup meja kursi dosen, meja kursi mahasiswa, LCD proyektor dan white board/papan tulis. Selain itu, aspek pencahayaan juga menjadi indikasi yang berpengaruh dalam kenyamanan penglihatan mahasiswa. Tingkat pencahayaan dalam Standar Nasional Indonesia, (2011) minimal adalah 250 lux.

Dalam wawancara dengan 15 mahasiswa terkait kenyamanan pada saat proses pembelajaran, sebagian besar tidak nyaman duduk di baris paling depan karena pandangan terlalu menengadah (>30°) ke layar proyektor. Mereka juga menghindari duduk terlalu jauh dari pintu karena sulit untuk melihat layar proyektor tanpa menoleh ekstra (>35°), yang dapat menyebabkan risiko gangguan musculoskeletal disorders. Musculoskeletal Disorders (MSDs) adalah cedera atau nyeri dan gangguan yang mempengaruhi gerakan tubuh manusia atau sistem musculoskeletal (Laksana and Srisantyorini, 2019). MSDs dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti cedera akut, penggunaan repetitif, posisi tubuh yang buruk, dan faktor lingkungan (Novianti & Tanjung, 2016). Peningkatan fasilitas kerja yang sesuai dengan standar ergonomi dapat menurunkan resiko cedera otot (Setiawan & Mahbubah, 2023). Berdasarkan permasalahan di atas maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait desain ruang kelas beserta sarana dan prasarannya sesuai dengan aspek ergonomi dan standar nasional Indonesia.

II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan metode ergonomi khususnya antropometri dan lingkungan kerja, di mana data yang diambil dalam penelitian ini merupakan data tinggi mata duduk mahasiswa, ukuran ruang kelas, dan pencahayaan ruang kelas pada pukul 07.00 – 16.00 WIB, data tersebut nantinya akan digunakan sebagai bahan analisis untuk mengetahui tingkat keergonomisan tata letak ruang dan pencahayaan sehingga akan diperoleh usulan perbaikan sebagai alternatif untuk meminimalisir risiko *musculoskeletal disorders*. Penelitian ini dilakukan di Universitas AKPRIND Indonesia, sedangkan obyek penelitian adalah ruang kelas. Sampel ruang kelas yang diteliti untuk mewakili semua ruang kelas adalah X dan Y. Dalam hal ini, pokok penelitian yang akan diredesain ulang dari ruang kelas tersebut yaitu: tata letak LCD proyektor, papan tulis, meja & kursi, serta kapasitas ruang kelas. Selain itu pencahayaan juga merupakan pokok penelitian yang akan diteliti.

2.1 Observasi Ruangan dan Identifikasi Masalah

Observasi ruangan merupakan awal dari sebuah penelitian. Melalui observasi mendalam yang telah dilakukan pada ruang X dan Y, didapatkan beberapa asumsi dari hasil identifikasi terkait kesalahan dalam tata letak sarana dan prasarana ruang kelas. Setelah observasi ruangan, penulis melakukan wawancara terhadap beberapa mahasiswa untuk mengetahui keluhan-keluhan saat proses pembelajaran. Dari pengamatan yang teliti, terungkap bahwa penempatan LCD proyektor, papan tulis dan meja kursi yang tidak ergonomis, selain itu kapasitas ruang kelas juga tidak sesuai dengan standar BNSP.

2.2 Pengukuran Ruangan

Pengukuran ruangan dilakukan untuk mengetahui pemahaman yang mendalam mengenai dimensi serta penataan sarana dan prasarana ruangan hingga korelasinya dengan faktor ergonomi mahasiswa. Data pengukuran ruangan yang diambil diantaranya: 1) Ukuran panjang/lebar/tinggi ruangan kelas, 2) Ukuran sarana dan prasarana ruang kelas meliputi papan tulis, LCD proyektor, meja, dan kursi dosen, 3) Jarak antar sarana dan prasarana ruang kelas.

2.3 Pengukuran Pencahayaan

Pengukuran pencahayaan dilakukan menggunakan *luxmeter*, pengukuran ini dilakukan pada rentang waktu 07.00 – 16.00 WIB. Sebelum melakukan pengukuran pencahayaan ruangan, terlebih dahulu menentukan titik pengambilan sampel pencahayaan.

2.4 Perbandingan Pengukuran Ruangan dan Pencahayaan dengan Standar Pemerintah

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil pengukuran dengan beberapa ketentuan yang tercantum dalam BNSP dan SNI. Melalui pengukuran yang sistematis, ditemukan bahwa sebagian besar ruang kelas telah memenuhi standar dalam hal distribusi pencahayaan, namun ada beberapa temuan yang menunjukkan ketidaksesuaian dengan standar dalam hal tata letak sarana dan prasarana serta kapasitas ruang kelas.

2.5 Rekomendasi Ruang Kelas

Setelah penelitian dilakukan dan evaluasi terhadap tata letak ruangan serta pencahayaan pada ruang kelas, ditemukan beberapa kebutuhan perbaikan yang krusial. Langkah selanjutnya adalah melakukan proses *re-design* ulang yang mengintegrasikan rekomendasi perbaikan agar memenuhi standar yang ditetapkan. Proses ini meliputi penghitungan ulang terhadap dimensi ruangan, penataan meja/kursi, LCD proyektor dan papan tulis, serta merekomendasikan pencahayaan terbaik untuk memastikan semua elemen sesuai dengan standar yang berlaku. *re-design* ulang ruangan ini diharapkan mampu menciptakan lingkungan belajar yang optimal dan mendukung proses pendidikan secara efektif di ruang kelas.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam hasil dan pembahasan masalah diuraikan desain awal ruangan dan re-design ulang ruangan beserta hasil analisisnya yang membahas beberapa aspek yaitu: 3.1) Kapasitas ruang, 3.2) Pencahayaan, 3.3) Sudut pandang mahasiswa melihat ke LCD proyektor/papan tulis, dan 3.4) Sudut pandang horizontal/sudut menoleh. Desain awal ruangan X dan Y. Desain awal ruangan X dan Y disajikan pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1. X



Gambar 2. Y

3.1 Kapasitas Ruang X dan Y

Menurut BNSP dalam penelitian yang dilakukan Aminah, (2013), rumus perhitungan luas ruang teori adalah sebagai berikut:

$$LRT = SPT \times JPT \quad (1)$$

Keterangan:

LRT : Luas ruang teori

SPT : Satuan luas standar pemakai ruang teori = 2m²

JPT : Jumlah pemakai Ruang Teori

Dengan toleransi fungsional standar luas ruangan sebagai berikut:

Tabel 1. Toleransi Fungsional Standar Luas Ruang	
Perbedaan	Keterangan
< 10%	Sesuai standar/layak
11% - 20%	Kurang sesuai standar/kurang layak
> 20%	Tidak sesuai standar/tidak layak

Sumber: BSNP, (2011)

Berdasarkan ketentuan tersebut, maka diperoleh hasil pengolahan data untuk kapasitas ruang kelas X dan Y sebagai berikut:

a. Ruang X

Perhitungan kebutuhan luas ruang di ruangan X sebagai berikut:

$$\begin{aligned} LRT &= SPT \times JPT \\ &= 2 \text{ m}^2 \times 40 \\ &= 80 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Sedangkan hasil perhitungan pengukuran di lapangan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= P \times L \\ &= 10,155 \text{ m} \times 7,882 \text{ m} \\ &= 80,041 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Toleransi fungsional standar luas ruang: } 80 \text{ m}^2 - 80,041 \text{ m}^2 = -0,041 \text{ m}^2$$

Perbedaan toleransi fungsional standar luas ruang:

$$-0,041 \text{ m}^2 / 80 \times 100\% = -0,05125\%$$

Hasil dari perhitungan dari kapasitas ruang X di atas di dapatkan 0,05125% di mana hasil tersebut <10% dan dapat dikategorikan memenuhi/sesuai standar.

b. Ruang Y

$$\begin{aligned} \text{LRT} &= \text{SPT} \times \text{JPT} \\ &= 2 \text{ m}^2 \times 30 \\ &= 60 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Sedangkan hasil perhitungan pengukuran di lapangan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= P \times L \\ &= 8,21 \text{ m} \times 4,91 \text{ m} \\ &= 40,3111 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Toleransi fungsional standar luas ruang} = 60 \text{ m}^2 - 40,3111 \text{ m}^2 = 19,6889 \text{ m}^2$$

$$\text{Perbedaan toleransi fungsional standar luas ruang} =$$

$$19,6889 \text{ m}^2 / 60 \times 100\% = 32,8148\%$$

Hasil dari perhitungan dari kapasitas ruang Y di atas di dapatkan 32,8148% di mana hasil tersebut >20% dan dapat dikategorikan tidak memenuhi/tidak sesuai standar.

3.2 Pencahayaan Ruang X dan Y

Pada pengambilan data pencahayaan yang dilakukan di ruang X dan Y menggunakan luxmeter, selanjutnya dilakukan perhitungan data-data yang telah didapatkan, kemudian data tersebut dibandingkan dengan ketentuan standar nasional Indonesia. Perbandingan hasil perhitungan pada ruang X dan Y disajikan pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Perbandingan Pencahayaan Ruang X

Lampu bb31	Pencahayaan (<i>lux</i>)	SNI (<i>lux</i>)	Keterangan
Menyala semua	369,91	250	Memenuhi
Menyala sebagian	268,70	250	Memenuhi
Mati semua	29,49	250	Tidak memenuhi

Tabel 3. Perbandingan Pencahayaan Ruang Y

Lampu	Pencahayaan (<i>Lux</i>)	SNI (<i>lux</i>)	Keterangan
Menyala semua	286,8	250	Memenuhi
Menyala sebagian	200,1	250	Tidak memenuhi
Mati semua	18,95	250	Tidak memenuhi

3.3 Sudut Pandang Mahasiswa

Untuk perhitungan jarak pandang/sudut vertikal, terlebih dahulu diukur jarak kursi relatif terhadap layar proyektor. Sebagai standar digunakan sudut maksimal 30° (BNSP, 2011). Data-data yang dibutuhkan dalam mengukur derajat sudut pandang mahasiswa adalah data tinggi mata duduk (TMD). Pengukuran sudut pandang mahasiswa pada penelitian ini menggunakan 22 sampel mahasiswa yang akan diukur antropometri pada bagian tinggi mata duduk (TMD), tabel 4 menunjukkan data antropometri tinggi mata duduk (TMD) mahasiswa Universitas AKPRIND Indonesia.

Tabel 4. Data TMD Mahasiswa

Tinggi Mata Duduk (cm)											
1-11	76	78	72	78	78	87	76	79	78	81	79
12-22	81	64	70	79,1	76,3	73	74	80	84	71,5	73,4
Rata-rata	76,74										

Setelah data didapatkan, maka diperlukan uji kecukupan data untuk mengetahui data yang diambil apakah cukup atau belum. Berikut ini merupakan rumus uji kecukupan data.

$$N' = \frac{k}{s} \sqrt{\frac{N(\sum X^2) - (\sum Xi)^2}{(\sum Xi)}} \quad (2)$$

$$N' = \frac{2}{0,05} \sqrt{\frac{22(130.080,52) - (1.688,3)^2}{1688,3}}$$

$$N' = 6,25$$

Dari hasil perhitungan uji kecukupan data antropometri tinggi mata dalam posisi duduk, didapatkan hasil sebesar 6,25 yang menunjukkan bahwa $N' \leq N$ maka data tinggi dalam posisi duduk telah cukup. Dari hasil pengukuran lapangan diperoleh sebagai berikut:

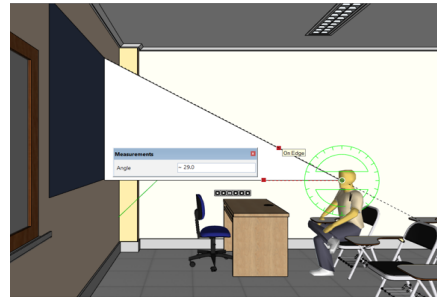
- a. Ruang X

Tabel 5. Ruang X

Keterangan	Papan Tulis	Proyektor
Jarak kursi pertama dengan layar	263,50 cm	265 cm
Tinggi layar vertikal sejajar dari mata	92,64 cm	147,01 cm
Jarak mata dengan screen proyektor bagian atas	279,31 cm	303,05 cm
Tan α = sisi depan / sisi samping	Tan α = 92,64 cm / 263,5 cm α = 19,4° (memenuhi)	Tan α = 147,01 cm / 265 cm α = 29,01° (memenuhi)



Gambar 3. X Papan Tulis

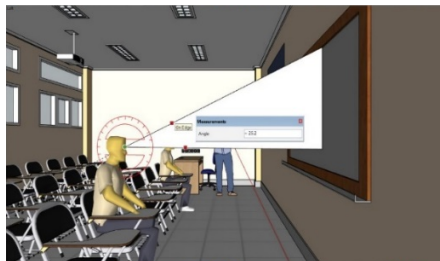


Gambar 4. X LCD Proyektor

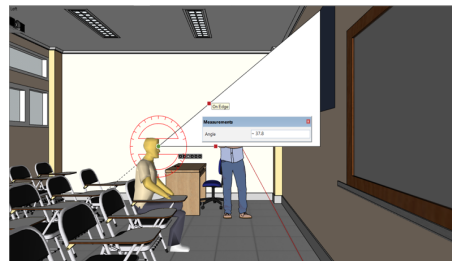
b. Ruang Y

Tabel 6. Ruang Y

Keterangan	Papan Tulis	Proyektor
Jarak kursi pertama dengan layar	186,53 cm	188,01 cm
Tinggi layar vertikal sejajar dari mata	87,53 cm	145,75 cm
Jarak mata dengan screen proyektor bagian atas	205,26 cm	237,89 cm
Tan α = sisi depan / sisi samping	Tan α = 87,53 cm / 186,53 cm α = 25,1° (memenuhi)	Tan α = 145,75 cm / 188,01 cm α = 37,8° (tidak memenuhi)



Gambar 5. Y Papan Tulis



Gambar 6. Y LCD Proyektor

Selanjutnya, setelah perhitungan data-data di dapatkan, kemudian data tersebut dibandingkan dengan ketentuan sudut pandang ideal pada tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Sudut Pandang Vertikal Y

Ruang	Papan Tulis	Keterangan	LCD Proyektor	Keterangan	Standar
X	19,4	Memenuhi	29,01	Memenuhi	30°
Y	25,1	Memenuhi	37,8°	Tidak memenuhi	30°

Dari hasil perbandingan didapatkan bahwa sudut pandang melihat ke layar dari kursi mahasiswa paling depan sebesar 37,8°, lebih besar 7,8° dari standar yang ditentukan yaitu 30°. Hal tersebut dikarenakan peletakan kursi mahasiswa yang terlalu dekat dengan layar yang akan menyebabkan kelelahan mata dan leher saat proses pembelajaran berlangsung.

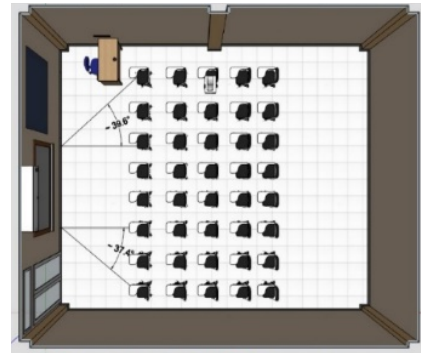
3.4 Sudut Pandang Penglihatan Horizontal / Sudut Menoleh

Hasil perhitungan pengukuran pada ruang kelas X didapatkan derajat menoleh ke proyektor dari tempat duduk yang berada didekat pintu utama adalah sebesar $60,7^\circ$ dan dari tempat duduk yang berada di depan meja dosen adalah sebesar 0° . Selain itu didapatkan pula derajat menoleh ke papan tulis dari tempat duduk yang berada didekat pintu adalah sebesar $39,6^\circ$ dan dari tempat duduk yang berada di depan meja dosen adalah sebesar $37,4^\circ$.

Derajat menoleh tersebut tidak ergonomis karena merupakan postur janggal leher yang dapat menyebabkan meningkatnya risiko *musculoskeletal disorders* pada mahasiswa.

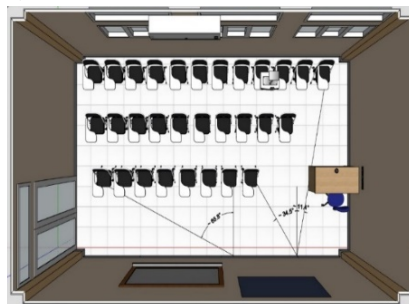


Gambar 7. X Menoleh Proyektor (*Design Awal*)



Gambar 8. X Menoleh Papan Tulis (*Design Awal*)

Begitu pula pengukuran pada ruang Y, hasil pengukuran didapatkan derajat menoleh ke proyektor dari tempat duduk yang berada di dekat pintu utama adalah sebesar $65,8^\circ$ dan dari tempat duduk yang berada di depan meja dosen adalah sebesar $17,4^\circ$. Selain itu didapatkan pula derajat menoleh ke papan tulis dari tempat duduk yang berada didekat pintu adalah sebesar $33,2^\circ$ dan dari tempat duduk yang berada di depan meja dosen adalah sebesar $36,2^\circ$.



Gambar 9. Y Menoleh Proyektor (*Design Awal*)



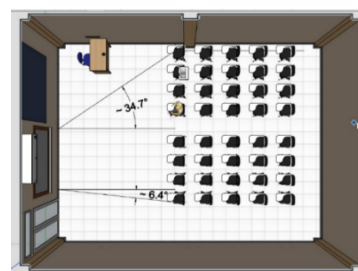
Gambar 10. Y Menoleh Papan Tulis (*Design Awal*)

3.5 Rekomendasi ruangan kelas

Dari hasil penelitian dan pembahasan di atas, peneliti merekomendasikan penataan ulang ruang kelas X dan Y yang sesuai standar agar dapat memberikan kenyamanan mahasiswa dalam proses pembelajaran, yaitu:

a. Ruang X

Dari permasalahan di ruang X yang telah dianalisis, didapatkan permasalahan sudut pandang horizontal/sudut menoleh yang lebih dari 35° , oleh karena itu maka perlu dilakukan *re-design* ulang ruangan beserta hasil analisis desain baru yang membahas aspek Sudut pandang horizontal/sudut menoleh dan pencahayaan. Hasil *re-design* ruangan X disajikan pada gambar 11 dan 12.



Gambar 11. X Menoleh Proyektor (*Re-Design*)

Gambar 12. X Menoleh Papan Tulis (*Re-Design*)

Pada hasil *re-design* ruang X peneliti merekomendasikan desain penataan ulang ruang kuliah dengan rincian untuk tempat duduk barisan paling depan, derajat sudut pandang horizontal menoleh ke layar proyektor sebesar $34,4^\circ$ pada mahasiswa dengan posisi duduk sebelah kiri atau dekat dengan pintu utama dan $7,0^\circ$ pada mahasiswa dengan posisi duduk sebelah kanan atau dekat dengan meja dosen.

Selain itu, sudut pandang horizontal untuk tempat duduk barisan paling depan, derajat menoleh ke papan tulis sebesar $6,4^\circ$ pada mahasiswa dengan posisi duduk sebelah kiri atau dekat dengan pintu utama dan $34,7^\circ$ pada mahasiswa dengan posisi duduk sebelah kanan atau dekat dengan meja dosen. Berdasarkan survei lapangan yang telah dilakukan, pencahayaan terbaik di ruang X disajikan pada tabel 8.

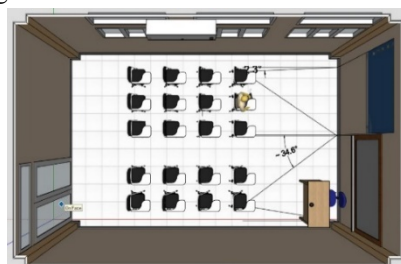
Tabel 8. Rekomendasi Pencahayaan X

Kegiatan	Tingkat Pencahayaan (<i>lux</i>)
Perkuliahan dengan menghidupkan LCD proyektor	268,70
Perkuliahan tanpa menghidupkan LCD proyektor	369,91

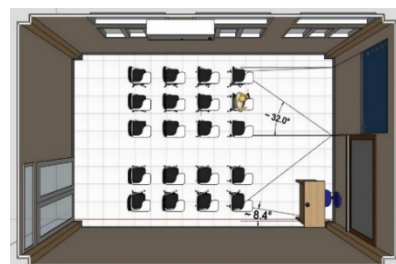
Dari rekomendasi tersebut didapatkan rekomendasi pencahayaan pada perkuliahan dengan menggunakan/menghidupkan LCD proyektor adalah $268,70 \text{ lux}$ dengan indikator lampu menyala sebagian. Pada perkuliahan tanpa menggunakan/menghidupkan LCD proyektor adalah $369,91 \text{ lux}$ dengan indikator lampu menyala semua.

b. Ruang Y

Dari permasalahan di ruang Y yang telah dianalisis, didapatkan beberapa permasalahan sebagai berikut: 1) Kapasitas ruang yang tidak standar, 2) sudut pandang mahasiswa melihat ke LCD proyektor yang melebihi 30° dan 5) sudut pandang horizontal/sudut menoleh yang lebih dari 35° , oleh karena itu maka perlu dilakukan *re-design* ulang ruangan beserta hasil analisis desain baru yang membahas terkait beberapa permasalahan tersebut. Hasil *re-design* disajikan pada gambar 13 dan 14.



Gambar 13. Y Menoleh Proyektor (*Re-Design*)



Gambar 14. Y Menoleh Papan Tulis (*Re-Design*)

Pada hasil *re-design* ruang X merekomendasikan desain penataan ulang ruang kuliah dengan rincian derajat sudut pandang horizontal menoleh ke layar proyektor untuk tempat duduk barisan paling depan sebesar $34,6^\circ$ pada mahasiswa dengan posisi duduk sebelah kanan atau dekat dengan meja dosen dan $2,3^\circ$ pada mahasiswa dengan posisi duduk sebelah kiri atau dekat dengan jendela. Selain itu, sudut pandang horizontal untuk tempat duduk barisan paling depan menoleh ke papan tulis sebesar $8,4^\circ$ pada mahasiswa dengan posisi duduk sebelah kanan atau dekat dengan meja dosen dan 32° pada mahasiswa dengan posisi duduk sebelah kiri atau dekat dengan jendela.

Menurut BNSP (2011), kapasitas maksimum ruang adalah 25 mahasiswa dengan standar kebutuhan luas ruang adalah $2 \text{ m}^2/\text{mahasiswa}$. Setiap kampus perguruan tinggi menyediakan minimum satu buah ruang kuliah besar yang memiliki kapasitas 80 mahasiswa dengan standar luas ruang $1,5 \text{ m}^2/\text{mahasiswa}$. Pada rekomendasi ruangan Y, kapasitas yang disarankan adalah 25 mahasiswa dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{LRT} &= \text{SPT} \times \text{JPT} \\ &= 2 \times 20 \\ &= 40 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= \text{P} \times \text{L} \\ &= 8,21 \text{ m}^2 \times 4,91 \text{ m} \\ &= 40,3111 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Toleransi fungsional standar luas ruang} = 40 \text{ m}^2 - 40,3111 \text{ m}^2 = -0,3111 \text{ m}^2$$

$$\text{Perbedaan toleransi fungsional standar luas ruang} = -0,3111 \text{ m}^2 / 40 \times 100\% = -0,777\%$$

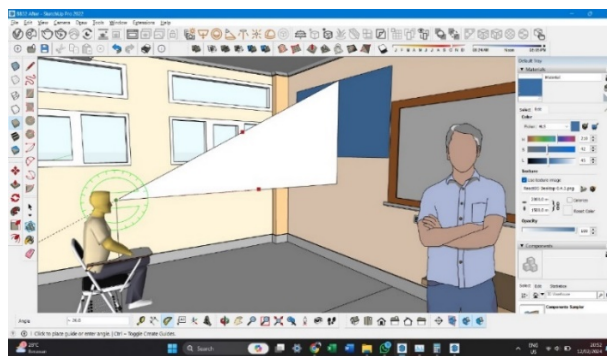
Hasil dari perhitungan dari kapasitas ruang Y di atas di dapatkan $-0,777\%$ di mana hasil tersebut $<10\%$ dan dapat dikategorikan memenuhi/sudah sesuai standar.

Untuk menentukan jarak kursi bagian depan dengan layar digunakan pendekatan dengan rumus phytagoras sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \sin 30^\circ &= a/b \\ \sin 30^\circ &= 145,75/b \\ 0,5b &= 145,75 \\ b &= 145,75/0,5 \\ &= 291,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan jarak baris 1 ke depan adalah 291,5 cm.

Menurut BNSP dalam Aminah, (2013) sudut ideal kemiringan mata barisan paling depan maksimal 30° . Dari hasil pengukuran sudut pandang ke depan setelah *re-design* ulang didapatkan hasil $26,8^\circ$, hal tersebut sudah sesuai dengan standar yang ditentukan. Pengukuran sudut pandang ke depan setelah *re-design* ulang disajikan dalam gambar 15.



Gambar 15. Sudut Pandang Ke Depan Setelah *Re-Design* Pada Y

Berdasarkan survey lapangan yang telah dilakukan, pencahayaan terbaik di ruang Y disajikan pada tabel 9.

Tabel 9. Pencahayaan Terbaik di Ruang Y

Kegiatan	Tingkat Pencahayaan (<i>lux</i>)
Perkuliahan dengan menghidupkan LCD proyektor	286,8
Perkuliahan tanpa menghidupkan LCD proyektor	286,8

Dari rekomendasi tersebut didapatkan rekomendasi pencahayaan pada perkuliahan dengan menggunakan/menghidupkan dan tanpa LCD proyektor adalah $286,8 \text{ lux}$ dengan indikator lampu menyala semua. Selain itu, dengan catatan materi yang diberikan dalam bentuk *powerpoint* atau dan lain-lain harus memiliki kontras warna yang tajam dan dengan kondisi rasio warna proyektor dalam kondisi baik.

IV. SIMPULAN

1. Penelitian menunjukkan bahwa penataan LCD proyektor dan papan tulis di ruang kelas BB.31 dan BB.32 belum memenuhi kaidah ergonomi. Sudut penolehan ke LCD proyektor dan papan tulis terlalu besar, menyebabkan ketidaknyamanan bagi mahasiswa. Namun, sudut kemiringan mata barisan paling depan di ruang BB.31 sudah memenuhi standar, sedangkan di ruang BB.32 hanya memenuhi standar untuk papan tulis. Perlu penataan ulang ruang kelas untuk meningkatkan kenyamanan dan efektivitas pembelajaran.
2. Berdasarkan hasil analisis ruang kelas menunjukkan bahwa ruang kelas BB.31 memenuhi standar kapasitas ruangan dengan hasil $0,05125\%$ ($<10\%$), sedangkan ruang kelas BB.32 tidak memenuhi standar dengan hasil $32,8248\%$ ($>20\%$).
3. Penelitian menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan terbaik untuk ruang kelas BB.31 dan BB.32 adalah sebagai berikut: BB.31, dengan LCD proyektor: $268,70 \text{ lux}$ (lampu menyala sebagian), tanpa LCD proyektor: $369,91 \text{ lux}$ (lampu menyala semua). BB.32: dengan LCD proyektor: $286,8 \text{ lux}$ (lampu menyala semua) dengan catatan materi memiliki kontras warna tajam. Tanpa LCD proyektor: $286,8 \text{ lux}$ (lampu menyala semua).
4. Memberikan rekomendasi untuk memperbaiki pengaturan tempat duduk dan pencahayaan agar lebih ergonomis dan mendukung pembelajaran yang efektif serta kesehatan mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, P. F. (2013). *Kajian Antropometri Dan Penataan Ruang Pada Ruang Perkuliahan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang (Studi Kasus Jurusan Teknik Sipil)*. Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Badan Standar Nasional Pendidikan. (2011). *Rancangan Standar Sarana dan Prasarana Pendidikan Tinggi*. Jakarta : Badan Standar Nasional Pendidikan.
- Egi, B. (2010). *Analisis Statistik Data Antropometri Untuk Menguji Keergonomisan Kursi dan Posisi Layar (Studi Kasus di Ruang Kuliah Lingkungan FKIP Kampus Mrican USD)*. Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Kamilah, N., & Furnamasari, F. Y. (2023). Peran Manajemen Pengelolaan Kelas Terhadap Minat Belajar Matematika Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Bintang Pendidikan Indonesia*, Vol. 2(3), 01–12.
- Laksana, A. J. and Srisantyorini, T. (2019) ‘ Analisis Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Operator Pengelasan (Welding) Bagian Manufaktur di PT X Tahun 2019’, *Jurnal Kajian dan Pengembangan Kesehatan Masyarakat*, Vol. 01(01), 64–73.
- Novianti, M. D., & Tanjung, S. (2016). Analisis Perbaikan Postur Kerja Operator pada Proses pembuatan Pipa untuk Mengurangi Musculoskeletal Disorders Dengan Menggunakan Metode RULA. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi, 006 (November 2016), 1–11. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/733>
- Setiawan, A.I & Mahbubah, N.A. (2023). Deteksi Kelelahan Otot Berbasis Postur Kerja Operator Computer Control Room Menggunakan Integrasi Metode NBM dan ROSA di PT. XYZ. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, Vol. 5 No. 1, 60-72.
- Simanjuntak, R. A. (2021). *Memahami Ergonomi*. Yogyakarta: AKPRIND Press.
- Standar Nasional Indonesia. (2011). *SNI 03-6197-2000 Standar Nasional Indonesia Badan Standardisasi Nasional Konservasi energi pada sistem pencahayaan*
- Standar Nasional Indonesia. (2004). *SNI 16-7062-2004 Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja*.
- Wignjosoebroto, S. (2006). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu* (I. K. Gunarta (ed.); Edisi Pert). Surabaya, Guna Widya.