



TUGAS AKHIR TF 141581

**PERANCANGAN PENCAHAYAAN BUATAN
DI AULA B.G. MUNAF ITS**

TUTUT NUGRAHENI
NRP 2413 100 049

Dosen Pembimbing
Ir. Heri Joestiono, M.T.
Andi Rahmadiansah, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT TF 141581

***ARTIFICIAL LIGHTING DESIGN
IN B.G. MUNAF HALL ITS***

***TUTUT NUGRAHENI
NRP 2413 100 049***

***Supervisor
Ir. Heri Joestiono, M.T.
Andi Rahmadiansah, S.T., M.T.***

***Engineering Physics Department
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2017***

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tutut Nugraheni

NRP : 2413100049

Departemen : Teknik Fisika FTI-ITS

dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul **“PERANCANGAN PENCAHAYAAN BUATAN DI AULA B.G. MUNAF ITS”** adalah bebas plagiasi. Apabila pernyataan ini terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 25 Juli 2017

Yang membuat pernyataan,



Tutut Nugraheni

LEMBAR PENGESAHAN
PERANCANGA PENCAHAYAAN BUATAN
DI AULA B.G. MUNAF ITS

Oleh :
Tutut Nugraheni
NRP. 2413100049

Surabaya, 25 Juli 2017

Mengetahui/Menyetujui

Pembimbing I



Ir. Heri Joestiono, M.T.
NIP. 19531116 198003 1

Pembimbing II



Andi Rahmadiansah, S.T., M.T.
NIP. 19790517 200312 1 002

Ketua Departemen
Teknik Fisika FTI-ITS



Agus Muhammad Hatta, S.T., M.Si., Ph.D.
NIP. 19780902 200312 1 002

**PERANCANGAN PENCAHAYAAN BUATAN
DI AULA B.G. MUNAF ITS**


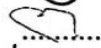

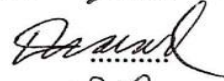
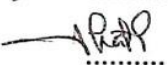
TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Akustik dan Fisika Bangunan
Program Studi S-1 Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

TUTUT NUGRAHENI
NRP. 2413 100 049

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ir. Heri Joestiono, M.T.  Pembimbing I
2. Andi Rahmadiansah, S.T., M.T.  Pembimbing II
3. Ir. Wiratno Argo Asmoro, M.Sc.  Ketua Penguji
4. Ir. Tutug Dhanardono, M.T.  Penguji I
5. Ir. Matradji, M.Sc.  Penguji II

SURABAYA
25 Juli 2017

PERANCANGAN PENCAHAYAAN BUATAN DI AULA B.G. MUNAF ITS

Nama Mahasiswa : Tutut Nugraheni
NRP : 2413100049
Jurusan : Teknik Fisika
Dosen Pembimbing : Ir. Heri Joestiono, M.T.
: Andi Rahmadiansah, S.T., M.T.

Abstrak

Kebutuhan pencahayaan diperoleh dari pencahayaan alami (matahari) dan buatan ataupun kombinasi keduanya. Pencahayaan buatan terdiri dari lampu, lilin dan lampu minyak. Pencahayaan buatan dalam suatu ruangan sangat dibutuhkan apabila pencahayaan alami tidak mampu memberikan tingkat pencahayaan sesuai standart yang ada. Penelitian dilakukan untuk mengetahui sesuai atau tidaknya kuat pencahayaan buatan di Aula B.G. Munaf ITS berdasarkan SNI 03-6575-2001 dan akan dilakukan perancangan pencahayaan buatan menggunakan simulasi *software* DIALux 4.13. Untuk mendapatkan tingkat pencahayaan pada Aula B.G.. Munaf digunakan Luxmeter dengan membuat dahulu *grid* 36 petak. Tingkat pencahayaan Aula B.G.. Munaf didapatkan sebesar 123 lux, dimana nilai tersebut masih kurang dari standar yang sebesar 200 lux. Pada simulasi keadaan asli dibuat semirip mungkin dengan kondisi ruangan dan pada perancangan diberikan nilai reflektansi (dinding, langit-langit dan lantai) dan variasi lampu agar mendapatkan tingkat pencahayaan yang sesuai. Didapatkan 4 simulasi yang mendekati berdasarkan kuat pencahayaan, jumlah lampu, daya total dan nilai keseragaman, yaitu Perancangan pertama dengan lampu Philips DN570B PSED-E 1XLED20S/830 C dengan 2200 lumen sebanyak 30, tingkat pencahayaan 213 lux. Perancangan keempat dengan lampu Philips WT460C L700 1XLED19S/840 WB 1928 lumen 32 buah, kuat pencahayaan 208 lux. Perancangan ketujuh dengan menggunakan 34 lampu Philips BBS415 W15L120 1XLED24/840 MLO-PC-N 1700 menghasilkan 201 lux.

Perancangan kesebelas dengan 20 lampu Philips 4MX800 L600 2XLED20-4000 P30 3700 lumen menghasilkan 197 lux. Untuk daya lampu total per satuan luas ruangan masih bagus yaitu tidak melebihi daya maksimum sebesar 25 watt/m².

Kata kunci: perancangan pencahayaan, pencahayaan buatan, pencahayaan buatan hemat energi

ARTIFICIAL LIGHTING DESIGN IN “B.G. MUNAF” HALL ITS

Name of Student : Tutut Nugraheni
NRP : 2413100049
Department : Engineering Physic
Advisor : Ir. Heri Joestiono, M.T.
: Andi Rahmadiansah, S.T., M.T.

Abstract

Lighting requirements are obtained from natural (sun) and artificial lighting or a combination of both. Artificial lighting consists of lamps, candles and oil lamps. Artificial lighting in a room is needed if natural lighting is not able to provide the level of lighting according to the standard. The research was conducted to find out whether or not strong artificial lighting in B.G.. Munaf Hall ITS based on SNI 03-6575-2001 and will be done artificial lighting design using software simulation DIALux 4.13. To get the lighting level in B.G.. Munaf Hall used Luxmeter by first making a grid of 36 plots. Lighting level in “B.G. Munaf” Hall was obtained at 123 lux, where the value is still less than standard of 200 lux. In the simulation the actual situation is made as closely as possible with the condition of the room and The design is given the reflectance value (wall, ceiling and floor) and the variation of the lamp to get the appropriate lighting level. Four simulations are approached based on the level of illumination, number of lamp, total power, and uniformity values are The first design with 30 Philips DN570B PSED-E 1XLED20S/830 C 2200 lumen, lighting level 213 lux. The fourth design with 32 Philips WT460C L700 1XLED19S/840 WB 1928 lumen, lighting level 208 lux. The seventh design with 34 Philips BBS415 W15L120 1XLED24/840 MLO-PC-N 1700 lumen , lighting level 201 lux. The eleventh design with 20 Philips 4MX800 L600 2XLED20-4000 P30 3700 lumen, lighting level 197 lux and .For total power of lamps per unit area of the room

are still good because no more than the maximum power of 25 watt/m².

Keywords: lighting design, artificial lighting, artificial energy – saving lighting

KATA PENGANTAR

Puji syukur selalu saya panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir dengan judul :

PERANCANGAN PENCAHAYAAN BUATAN DI AULA B.G. MUNAF ITS

Pada kesempatan ini saya selaku penulis mengucapkan terima kasih, atas segala dukungan dan bantuan sehingga Tugas Akhir ini berjalan lancar, kepada:

1. Bapak, ibu , dan adik saya yang selalu memberi dukungan moral dan materiiil
 2. Bapak Agus Muhamad Hatta, S.T, M.Si, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika ITS.
 3. Bapak Ir. Heri Joestiono, M.T. dan Bapak Andi Rahmadiansah, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang sudah berkenan dan sabar membimbing, memberikan saran kritiknya
 4. Bapak Prof. Ir. Daniel Mohammad Rosyid, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Kelautan ITS dan Bapak Sutopo Purwono Fitri, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Kelautan ITS yang sudah memberikan ijin bagi saya untuk pengambilan data penelitian di Aula B.G. Munaf ITS
 5. Teman-teman Teknik Fisika Angkatan 2013 yang senantiasa memberikan semangat dan motivasinya.
 6. Teman-teman kos yang selalu memberikan bantuan dan motivasi
 7. Serta pihak-pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu
- Demikian laporan tugas akhir ini dibuat dengan sebaik-baiknya. Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak, khususnya untuk kemajuan industri di Indonesia.

Surabaya, 25 Juli 2017
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
COVER	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
LEMBAR PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2

BAB II DASAR TEORI

2.1 Cahaya.....	3
2.2 Istilah-istilah dalam Pencahayaan	3
2.3 Tingkat Pencahayaan pada Ruangan	4
2.4 Koefisien Depresiasi (kd)	6
2.5 Koefisien Penggunaan (kp)	7
2.6 Reflektansi.....	8
2.7 Keseragaman	8
2.8 Kebutuhan Daya	9
2.9 Lampu.....	10
2.10 Metode Penentuan Titik Ukur	11
2.11 DIALux	11

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengambilan Data Kuat Pencahayaan di B.G. Munaf... 13	13
3.2 Perancangan Pencahayaan Buatan	14

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Pengambilan Data	15
4.2 Simulasi Ruang dengan DIALux 4.13	16
4.3 Pembahasan	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN A	39
LAMPIRAN B	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Titik pengambilan data ruangan.....	13
Gambar 4.1	Denah ruangan di simulasi.....	16
Gambar 4.2	Tampak ruangan di simulasi	17
Gambar 4.3	Hasil simulasi keadaan asli	18
Gambar 4.4	Hasil simulasi pertama.....	20
Gambar 4.5	Hasil simulasi kedua	21
Gambar 4.6	Hasil simulasi ketiga.....	22
Gambar 4.7	Hasil simulasi keempat	23
Gambar 4.8	Hasil simulasi kelima.....	24
Gambar 4.9	Hasil simulasi keenam	25
Gambar 4.10	Hasil simulasi ketujuh.....	26
Gambar 4.10	Hasil simulasi kedelapan.....	27
Gambar 4.10	Hasil simulasi kesembilan.....	28
Gambar 4.10	Hasil simulasi kesepuluh.....	29
Gambar 4.10	Hasil simulasi kesebelas.....	30

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tingkat pencahayaan pada ruangan.....	6
Tabel 2.2 Daya listrik maksimum untuk pencahayaan	10
Tabel 4.1 Hasil pengukuran tingkat pencahayaan	15
Tabel 4.2 Hasil keseluruhan rancangan	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cahaya merupakan kebutuhan utama bagi manusia dalam kehidupan sehari-hari, karena tanpa cahaya manusia tidak bisa melihat benda-benda disekitarnya. Kebutuhan pencahayaan diperoleh dari pencahayaan alami (matahari) dan buatan ataupun kombinasi keduanya. Pencahayaan buatan terdiri dari lampu, lilin dan lampu minyak. Pencahayaan dapat mempengaruhi kenyamanan dalam menjalankan aktifitas sehari-hari. Dalam suatu ruangan diperlukan kelayakan atau kenyamanan penghuninya. Pencahayaan dapat didefinisikan satu dari banyak faktor yang dipergunakan sebagai parameter suatu keadaan lingkungan ruangan yang layak^[1].

Pencahayaan buatan dalam suatu ruangan sangat dibutuhkan apabila pencahayaan alami tidak mampu memberikan tingkat pencahayaan sesuai standart yang ada^[2]. Banyak kondisi yang menyebabkan suatu ruangan tidak menerima pencahayaan alami yang mencukupi, seperti sedikitnya jendela, ruangan terletak diantara ruang lain, cuaca yang tidak mendukung, dan lainnya.

Dari penjelasan diatas, maka penelitian tentang perancangan pencahayaan buatan pada suatu ruangan sanat dibutuhkan agar dapat memenuhi kelayakan sesuai standar yang ada di Indonesia yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6575-2001. Pada penelitian kali ini digunakan Aula B.G. Munaf ITS yang berada didalam ruangan sehingga sedikit sinar matahari yang masuk ke dalam ruangan. Pemilihan obyek penelitian sebagai upaya untuk mendapatkan spesifikasi tingkat pencahayaan yang sudah ada dan mendapatkan rancangan baru sesuai dengan SNI jikalau tidak memenuhi standar.

Penelitian dilakukan untuk mengetahui sesuai atau tidaknya kuat pencahayaan buatan di Aula B.G Munaf ITS berdasarkan SNI 03-6575-2001 sebesar 200 lux. Untuk menindaklanjuti apabila terjadi tidak kesesuaian dengan standart yang ada, akan dilakukan perancangan pencahayaan buatan menggunakan

simulasi *software* DIALux 4.13. Simulasi DIALux 4.13 dibutuhkan untuk mengetahui perancangan yang tepat sehingga didapatkan tingkat pencahayaan yang sesuai.

1.2 Rumusan Masalah

Dari paparan latar belakang diatas, maka permasalahan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mengetahui tingkat pencahayaan di Aula B.G. Munaf ITS sudah memenuhi SNI 03-6575-2001 atau belum ?
2. Bagaimana cara merancang pencahayaan buatan di Aula B.G. Munaf ITS menggunakan DIALux 4.13 agar sesuai dengan SNI 03-6575-2001 ?
3. Bagaimana cara mengetahui berapa banyak daya lampu dan Daya listrik yang digunakan di Aula B.G Munaf ITS ?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penyelesaian masalah pada Tugas Akhir ini diperlukan beberapa batasan masalah diantaranya sebagai berikut:

1. Pengambilan data dilakukan pada malam hari mulai pukul 19.00 WIB.
2. Beberapa obyek dalam ruangan ditiadakan dalam simulasi karena ketidaktersediaan dalam Dialux 4.13.
3. Tidak menganalisis dari segi ekonomis, hanya daya keseluruhan lampu yang digunakan.
4. Keseragaman didapatkan secara manual.
5. Menggunakan jenis lampu dalam katalog Philips.

1.4 Tujuan

Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengetahui kuat pencahayaan buatan Aula B.G. Munaf ITS dan mampu merancang pencahayaan buatan pada Aula B.G. Munaf ITS agar memiliki kuat pencahayaan yang sesuai standar dan hemat energi.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Cahaya

Cahaya hanya merupakan satu bagian berbagai jenis gelombang elektromagnetik yang terbang ke angkasa. Gelombang tersebut memiliki panjang dan frekuensi tertentu, yang nilainya dapat dibedakan dari energi cahaya lainnya dalam spektrum elektromagnetisnya (Suhadri, 2008). Cahaya dipancarkan dari suatu benda dengan fenomena sebagai berikut:

1. Pijar padat dan cair memancarkan radiasi yang dapat dilihat bila dipanaskan sampai suhu 1000K. Intensitas meningkat dan penampakan menjadi semakin putih jika suhu naik.
2. Muatan Listrik: Jika arus listrik dilewatkan melalui gas maka atom dan molekul memancarkan radiasi dimana spektrumnya merupakan karakteristik dari elemen yang ada.
3. *Electro luminescence*: Cahaya dihasilkan jika arus listrik dilewatkan melalui padatan tertentu seperti semikonduktor atau bahan yang mengandung fosfor.
4. *Photoluminescence*: Radiasi pada salah satu panjang gelombang diserap, biasanya oleh suatu padatan, dan dipancarkan kembali pada berbagai panjang gelombang. Bila radiasi yang dipancarkan kembali tersebut merupakan fenomena yang dapat terlihat maka radiasi tersebut disebut *fluorescence* atau *phosphorescence*.

Cahaya nampak dinyatakan gelombang yang sempit diantara cahaya ultraviolet (UV) dan energi inframerah (panas). Gelombang cahaya tersebut mampu merangsang retina mata, yang menghasilkan sensasi penglihatan yang disebut pandangan. Oleh karena itu, penglihatan memerlukan mata yang berfungsi dan cahaya yang nampak (www.energyefficiencyasia.org).

2.2 Istilah-istilah dalam Pencahayaan

Istilah-istilah yang terdapat dalam distem pencahayaan adalah sebagai berikut:

1. Flux cahaya: energi cahaya/ seluruh jumlah cahaya yang dipancarkan dalam waktu satu detik. Flux cahaya memiliki satuan lumen.
2. Intensitas cahaya: jumlah flux cahaya persatuan sudut cahaya yang dipancarkan ke arah tertentu. Memiliki satuan candela.
3. Luminansi: jumlah flux cahaya persatuan permukaan candela/m².
4. Iluminansi adalah ketika cahaya mengenai suatu permukaan, disebut sebagai iluminansi (Intensitas penerangan) dan diukur dalam footcandles (fc) atau dalam Lux. ^[3]

2.3 Tingkat Pencahayaan pada Ruangan

Tingkat pencahayaan pada suatu ruangan pada umumnya didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja. Dimana bidang kerjanya horizontal yang terletak 0,75 m diatas permukaan lantai seluruh ruangan.

Untuk mencari nilai intensitas penerangan ruangan (E) dapat digunakan rumus^[4]:

$$E_{rata - rata} = \frac{F_{total} \times k_p \times k_d}{A} \text{ lux} \quad (2.1)$$

Dimana :

E rata-rata	= Tingkat pencahayaan rata-rata (lux)
F _{total}	= Fluks total semua lampu (lumen).
A	= Luas bidang kerja (m ²)
K _p	= Koefisien penggunaan
K _d	= Koefisien depresiasi

Berdasarkan SNI-03-6575-2001 tingkat pencahayaan untuk Ruang sidang atau seminar atau aula sebesar 200 lux. Berikut tabel tingkat pencahayaan sesuai SNI.

Tabel 2.1 Tingkat pencahayaan pada ruangan^[4]

Fungsi ruangan	Tingkat Pencahayaan (lux)	Kelompok renderasi warna	Keterangan
Lobby, koridor	100	1	Pencahayaan pada bidang vertikal sangat penting untuk menciptakan suasana/kesan yang baik
Ballroom/ruang sidang	200	1	Sistem pencahayaan harus dirancang untuk menciptakan suasana yang sesuai. Sistem pengendalian “switching” dan “dimming” dapat digunakan untuk memperoleh berbagai efek pencahayaan
Ruang makan	250	1	
Cafeteria	250	1	
Kamar tidur	150	1 atau 2	Diperlukan lampu tambahan pada bagian kepala tempat tidur dan cermin
Dapur	300	1	

Jumlah armatur yang diperlukan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan tertentu. Untuk menghitung jumlah armatur, terlebih dahulu dihitung fluks luminous total yang diperlukan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang direncanakan, dengan menggunakan persamaan:

$$F_{total} = \frac{E \times A}{kp \times kd} \text{ (lumen)} \quad (2.2)$$

kemudian jumlah armatur dihitung dengan persamaan:

$$N_{total} = \frac{F_{total}}{F_1 \times n} \quad (2.3)$$

Dimana :

- N total = Jumlah armatur
- F1 = Fluks luminous satu buah lampu
- n = Jumlah lampu dalam satu armatur

2.4 Koefisien Depresiasi (kd)

Koefisien depresiasi atau sering disebut juga koefisien rugi-rugi cahaya atau koefisien pemeliharaan atau *Light Loss Factor* (LLF), didefinisikan sebagai perbandingan antara tingkat pencahayaan setelah jangka waktu tertentu dari instalasi pencahayaan digunakan terhadap tingkat pencahayaan pada waktu instalasi baru. Besarnya koefisien depresiasi dipengaruhi oleh :

1. kebersihan dari lampu dan armatur.
2. kebersihan dari permukaan-permukaan ruangan.
3. penurunan keluaran cahaya lampu selama waktu penggunaan.
4. penurunan keluaran cahaya lampu karena penurunan tegangan listrik.

Besarnya koefisien depresiasi biasanya ditentukan berdasarkan estimasi. Untuk ruangan dan armatur dengan pemeliharaan yang baik pada umumnya koefisien depresiasi diambil sebesar 0,8^[3].

Koefisien Depresiasi atau *Light Loss Factor* dapat dihitung manual atau bisa didapatkan nilainya dengan memperhatikan 3 hal yaitu^[9] :

1. *Lamp Lumen Depreciation (LLD)*

Merupakan penurunan dari lumen sebuah lampu setelah digunakan selama waktu penggunaan. Koefisien LLD ini didapatkan dengan mengetahui berapa lama penggunaan lampu dan penurunannya selama 1 tahun misalnya.

2. *Luminaire Dirt Depreciation (LDD)*

Merupakan penurunan yang disebabkan karena faktor alami adanya kotoran pada lampu dan armatur. Digolongkan menjadi daerah perkantoran (*clean*) dengan penurunan 10%, daerah industri (*medium*) 20%, dan daerah sangat kotor (*very dirty*) sebesar 30% (Paschal, 1998).

3. *Room Surface Dirt Depreciation (RSDD)*

Merupakan penurunan yang dipengaruhi oleh kotornya ruangan. Penggolongan ruangan berdasarkan tingkat penurunan kualitas cahaya sebagai berikut (Paschal, 1998) :

- a. Ruangan sangat bersih 0%-12%
- b. Ruangan bersih 13%-24%
- c. Ruangan sedang 25%-36%
- d. Ruangan kotor 37%-48%
- e. Ruangan sangat kotor 49%-60%

Sehingga koefisien LLF dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{LLF} = \text{Koefisien LLD} \times \text{Koefisien LDD} \times \text{Koefisien RSDD} \quad (2.4)$$

2.5 Koefisien Penggunaan (kp)

Faktor penggunaan atau *Coefficient of Utilization* (CU) didefinisikan sebagai perbandingan antara fluks luminous yang sampai ke bidang kerja terhadap keluaran cahaya yang dipancarkan oleh semua lampu. Besarnya koefisien penggunaan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Distribusi intensitas cahaya dari armatur.
2. Perbandingan keluaran cahaya dari armatur dengan keluaran cahaya dari dalam armatur.
3. Reflektansi cahaya dari langit-langit, dinding, dan lantai
4. Pemasangan armatur (menempel pada dinding atau digantung)
5. Dimensi ruangan

Besarnya koefisien penggunaan untuk sebuah armatur diberikan dalam bentuk tabel yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat armatur yang berdasarkan hasil pengujian dari instansi terkait. Merupakan suatu keharusan dari pembuat armatur untuk memberikan tabel kp, karena tanpa tabel ini perancangan pencahayaan yang menggunakan armature tersebut tidak dapat dilakukan dengan baik^[3].

Secara manual, Koefisien penggunaan atau *Coefficient of Utilization* dapat didapatkan dengan persamaan :

$$E = \frac{\Phi \times CU}{A} \quad (2.5)$$

Dimana : E = kuat pencahayaan rata-rata (lux)
 Φ = fluks cahaya total (lumen)
 CU = koefisien penggunaan
 A = luas area (m²)

2.6 Reflektansi

Dalam IES Lighting Handbook (1984) dinyatakan bahwa setiap objek memantulkan sebagian dari cahaya yang mengenainya. Tergantung pada susunan geometris, ukuran yang tepat dapat berupa reflektansi cahaya total, reflektansi cahaya regular (specular), reflektansi cahaya difus, faktor reflektansi cahaya atau faktor luminasi. Skala reflektansi cahaya (ρ) adalah antara 0 dan 100 %, hitam ke putih.

Untuk ruang kuliah atau seminar, agar didapatkan kenyamanan penglihatan di dalam ruang, Stein & Reynolds (1992) merekomendasikan :

1. Angka reflektansi dinding : 50 – 70 %
2. Angka reflektansi lantai : 20 – 40 %
3. Angka reflektansi langit-langit : 70 – 90 %
4. Angka reflektansi perabot : 25 – 45 %
5. Angka reflektansi papan tulis : > 20 %

2.7 Keseragaman

Oleh Cayless & Marsden (1966) dinyatakan bahwa kuat penerangan yang merata adalah penting karena tiga hal, yaitu dapat mengurangi variasi kuat penerangan dalam ruang dengan aktivitas sejenis; kepadatan cahaya dapat mempengaruhi kinerja dan kenyamanan visual; pencahayaan yang tidak merata tidak memuaskan secara subjektif.

Pritchard (1986) menyatakan bahwa perencanaan pencahayaan dalam praktik pada umumnya bertujuan

untuk tercapainya kuat penerangan yang merata pada seluruh bidang kerja. Pencahayaan yang sepenuhnya merata memang tidak mungkin dalam praktik, tetapi standar yang dapat diterima adalah kuat penerangan minimum serendah-rendahnya 80% dari kuat penerangan rata-rata ruang. Artinya, misalkan kuat penerangan rata-ratanya 100 lux, maka kuat penerangan di semua titik ukur harus ≥ 80 lux. Selanjutnya oleh Pritchard dinyatakan bahwa hal ini dapat dicapai jika memenuhi spacing criteria (SC), yaitu perbandingan jarak antar pusat luminaire terhadap jarak luminaire ke bidang kerja (*mounting height*). SC 1,5 artinya jarak maksimum antar luminaire = 1,5 x *mounting height*-nya. Keseragaman ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$U_o = \frac{E_{min}}{E_{rata-rata}} \quad (2.6)$$

2.8 Kebutuhan Daya

Daya listrik atau daya total lampu per satuan luas ruangan yang digunakan dapat diukur dengan persamaan sebagai berikut^[4].

$$\text{Daya listrik} = \frac{W_{total}}{A} \quad (2.7)$$

$$W_{total} = N \times w_l \quad (2.8)$$

Dimana :

Daya listrik	= daya total/luas ruangan (watt/ m ²)
W total	= daya semua lampu (watt)
w _l	= daya tiap lampu (watt)
N	= jumlah lampu

Tabel 2.2 Daya listrik maksimum untuk pencahayaan^[4]

Jenis Ruangan Bangunan	Daya listrik maksimum (W/m ²)
Ruang kantor	15
Auditorium	25
Pasar Swayalan	20
Kamar tamu	17
Daerah umum	20
Ruang pasien	15
Gudang	5
Kafetaria	10
Garasi	2
Restoran	25
Lobby	10
Tangga	10
Parkir	5
Ruang perkumpulan	20
Industri	20

2.9 Lampu

Lampu adalah suatu bentuk sumber cahaya buatan yang berguna untuk kehidupan manusia^[7]. Terdapat banyak jenis lampu, diantaranya adalah LED. Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju^[8]. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada Remote Control TV ataupun Remote Control perangkat elektronik lainnya.

2.10 Metode Penentuan Titik Ukur

Metode untuk menentukan titik pengukuran tingkat pencahayaan suatu ruangan berdasarkan dengan standar *Lighting Assesment in the Workplace* ^[6]. Berikut cara menentukan titik ukur :

- Luas ruangan yang kurang dari 50 m² dibuat *grid* sebanyak 16 petak
- Luas ruangan yang kurang dari 100 m² dibuat *grid* sebanyak 25 petak
- Luas ruangan yang lebih dari 100 m² dibuat *grid* sebanyak 36 petak

2.11 DIALux

DIALux adalah *engineering software* yang berasal dari Jerman untuk mensimulasikan ruang dengan lampu yang benar-benar tersedia pada industri lampu dunia. Oleh karena itu hasil perhitungan akan menyerupai keadaan sebenarnya^[5]. DIALux merupakan program desain pencahayaan gratis yang berkembang cepat dan didukung oleh lebih dari 135 perusahaan lampu. Kemampuan program tersebut dalam mensimulasikan pencahayaan alami dan buatan terus berkembang. Perangkat lunak ini menawarkan kombinasi yang seimbang antara analisis teknik dan hasil grafis yang membuatnya sesuai digunakan dalam pendidikan arsitektur^[10]. Pada perangkat lunak ini juga dapat memilih spesifikasi lampu yang diinginkan, baik dari segi distribusi cahaya, klasifikasi lampu dan diagram polar, sehingga dapat memutuskan jenis lampu apa yang dibutuhkan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir adalah sebagai berikut.

3.1 Pengambilan Data Kuat Pencahayaan di B.G. Munaf

Denah aula yang diperlukan untuk menentukan titik-titik pengambilan kuat pencahayaan, berikut denah titik ukur pengambilan data di Aula B.G. Munaf ITS :

A1	B1	C1	D1	E1	F1
A2	B2	C2	D2	E2	F2
A3	B3	C3	D3	E3	F3
A4	B4	C4	D4	E4	F4
A5	B5	C5	D5	E5	F5
A6	B6	C6	D6	E6	F6

Gambar 3.1 Titik pengambilan data ruangan

Dengan menggunakan metode *grid* berdasarkan standar *Lighting Assesment in the workplace*, bidang kerja aula dibuat petak-petak sebanyak 36 buah. Digunakan luxmeter untuk mendapatkan kuat pencahayaan pada tiap titik.

Berikut langkah-langkah yang dilakukan dalam pengambilan kuat pencahayaan aula :

1. Ditentukan titik-titik ukurnya
2. Pada titik-titik tersebut diambil nilai kuat pencahayaannya menggunakan luxmeter, dimana posisi sensor cahaya menghadap ke atas dengan tinggi 0,75 cm dari lantai.

3. Untuk reflektansi atau pencahayaan pantul dengan luxmeter dihadapkan pada benda dengan jarak kurang lebih 5 cm (Stein dan Reynolds, 1992). Apabila tidak memungkinkan untuk mengambil pengukuran, maka ditinjau dari referensi, misal : langit-langit yang terlalu tinggi.

3.2 Perancangan Pencahayaan Buatan

Perancangan pencahayaan buatan ini digunakan *software* DIALux 4.13 untuk mempermudah perancangan. Menurut Stein dan Reynold (1992), pada ruang kuliah atau ruang seminar direkomendasikan :

- Angka reflektansi lantai : 20 – 40 %
- Angka reflektansi langit-langit : 70 – 90 %
- Angka reflektansi dinding : 50 – 70 %

Dengan rentang nilai reflektansi (ρ) seperti diatas, akan disiapkan beberapa pasang nilai reflektansi dan beberapa jenis lampu, yang nantinya didapatkan kuat pencahayaan yang sesuai dengan standar dan lebih hemat energi.

Berikut langkah-langkah yang dijalankan pada perancangan ini adalah sebagai berikut :

1. Pada DIALux dibuat denah aula yang semirip mungkin dengan keadaan aslinya.
2. Setelah ruangan dibuat, untuk dinding, lantai dan langit-langit diberikan nilai reflektansi.
3. Kemudian ditambah isi ruangan dengan perabotan.
4. Pemasangan lampu pada aula. Lampu yang digunakan adalah lampu philips jenis LED.
5. Setelah semua selesai, ruangan dan dipasang lampu maka dimulai proses perhitungan kuat pencahayaan ruangan.
6. Dihitung juga keseragaman cahaya dan daya listrik yang digunakan, secara manual.

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengambilan Data

Berikut hasil pengukuran tingkat pencahayaan yang sudah diambil berdasarkan titik-titik yang sudah dibuat pada **Gambar 3.1**.

Tabel 4.1 Hasil pengukuran tingkat pencahayaan

A/1	A (lux)	B (lux)	C (lux)	D (lux)	E (lux)	F (lux)
1	43,5	105,9	122,36	98,5	98,83	85,56
2	45,63	129,8	158,3	146,7	133,53	127,1
3	40,2	149,26	175,9	173,36	176,03	134,9
4	42,73	150,9	170,7	156,7	198,4	125,86
5	51,2	140,3	147,6	150,9	188,6	92,3
6	42,5	106,5	116,13	128,16	176,2	98,5

Dari data tersebut, didapatkan bahwa nilai tingkat pencahayaan rata-rata pada Aula B.G. Munaf ITS adalah sebesar 123 lux menggunakan 40 lampu Philips jenis tornado daya 28 watt. Menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan pada Aula masih kurang dan belum memenuhi standar sebesar 200 lux. Berikut Daya listrik yang dihasilkan dengan menggunakan persamaan (2.7) dan (2.8).

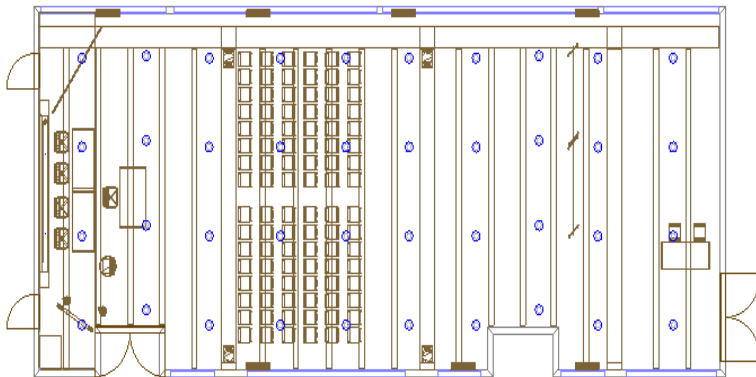
$$\text{Daya listrik} = \frac{1120 \text{ watt}}{257,15 \text{ m}^2} = 4,4 \text{ watt/m}^2$$

Untuk Daya listrik sendiri, aula ini masih terbilang bagus karena nilai maksimumnya adalah 25 watt/m^2 . Sedangkan keseragamannya dapat diperoleh dari persamaan (2.6) yaitu :

$$U_o = \frac{40,2}{123} = 0,327$$

4.2 Simulasi Ruang dengan DIALux 4.13

Berikut tampilan ruangan pada DIALux 4.13 yang sudah dibuat.



Gambar 4.1 Denah ruangan di simulasi

Gambar 4.1 menunjukkan denah Aula B.G Munaf beserta peletakan kursi, meja, pintu, lampu, serta dapat dilihat sekat-sekat yang ada di langit-langitnya.



Gambar 4.2 Tampak ruangan di simulasi

Pada **Gambar 4.2** merupakan bentuk 3 dimensi ruangan, terdapat tiang-tiang sebagai penyangga dan obyek-obyek lainnya.

Untuk ruangan yang dibuat pada DIALux 4.13 dibuat semirip mungkin dengan keadaan aslinya, namun ada beberapa perabotan yang tidak ditambahkan karena tidak disediakan oleh DIALux 4.13. Berikut spesifikasi ruangan :

- Luas ruangan 257,15 m².
- Terdapat 5 meja dengan warna coklat terang
- 1 papan tulis warna putih
- 2 papan geser warna hijau tua
- 56 kursi, 4 kursi hitam dan 52 kursi hitam putih
- 7 AC warna putih
- 4 *speaker* warna hitam coklat
- 1 layar LCD
- 2 tanaman dan 1 vas bunga
- 15 bingkai foto
- Lantai keramik putih
- Dinding warna putih kekuningan
- Langit-langit warna putih terdapat sekat-sekat
- Lampu Philips jenis Tornado 28 watt

Sebelum diberi lampu, dapat diketahui jumlah lampu yang direkomendasikan berdasarkan SNI 03-6575-2001 dengan persamaan (2.2) dan (2.3).

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } A &= 257,15 \text{ m}^2 \\ E &= 200 \text{ lux (standart SNI)} \\ K_p &= 1 \\ K_d &= 0,8 \end{aligned}$$

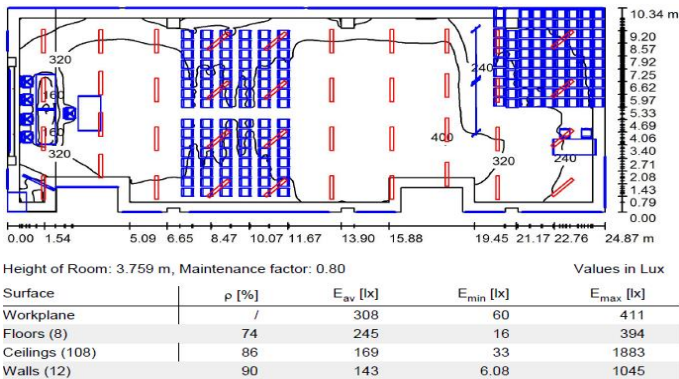
$$F_{total} = \frac{A \times E}{K_p \times K_d} = \frac{257,15 \times 200}{1 \times 0,8} = 64287,5 \text{ lumen}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah lampu} &= \frac{F_{total}}{F1 \times \text{jumlah lampu dalam armatur}} \\ &= \frac{64287,5}{1570 \times 1} = 40,9 \approx 41 \text{ lampu} \end{aligned}$$

Dengan perhitungan diatas, diketahui bahwa dengan lampu 1570 lumen dibutuhkan 41 lampu. Perhitungan ini digunakan sebagai dasar pemilihan lampu pada simulasi selanjutnya.

4.2.1 Simulasi Keadaan Sebenarnya

Simulasi ini merupakan simulasi keadaan asli dimana titik dan jumlah lampu sesuai kondisi asli serta nilai reflektansi yang belum diganti.



Gambar 4.3 Hasil simulasi keadaan asli

Dari **Gambar 4.3** diatas dapat diketahui bahwa simulasi dengan keadaan yang sebenarnya, reflektansi lantai 74%, langit-langit 86% dan dinding 90% menghasilkan tingkat pencahayaan 308 lux dengan lampu yang sudah diganti namun dimiripkan lumennya. Sedangkan untuk keseragamannya yang dihitung secara manual pada daerah tempat duduk dapat diperoleh dari persamaan (2.6) yaitu :

$$U_o = \frac{160}{308} = 0,52$$

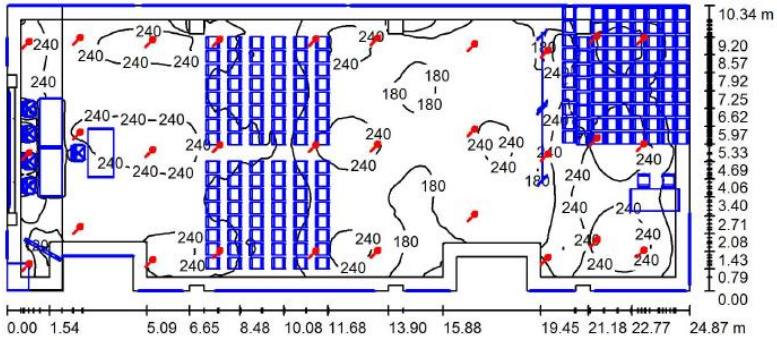
$$\text{Daya listrik} = \frac{1160,8 \text{ watt}}{257,15 \text{ m}^2} = 4,51 \text{ watt/m}^2$$

Digunakan lampu Philips sebanyak 41 buah, 28 watt dan 2 lampu papan tulis 20,4 watt didapatkan daya total 1160,8 watt dan Daya listrik sebesar 4,51 watt/ m².

4.2.2 Simulasi Perancangan

Simulasi perancangan dilakukan karena keadaan asli yang masih belum memenuhi standar. Disini perbaiki dengan diganti lampu dan langit-langit ditutup sehingga datar serta reflektansi lantai, langit-langit dan dinding diganti.

A. Perancangan Pertama



Height of Room: 3.759 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]
Workplane	/	213	69	367
Floors (8)	40	159	9.00	368
Ceilings (108)	90	81	6.98	23657
Walls (12)	70	75	4.24	512

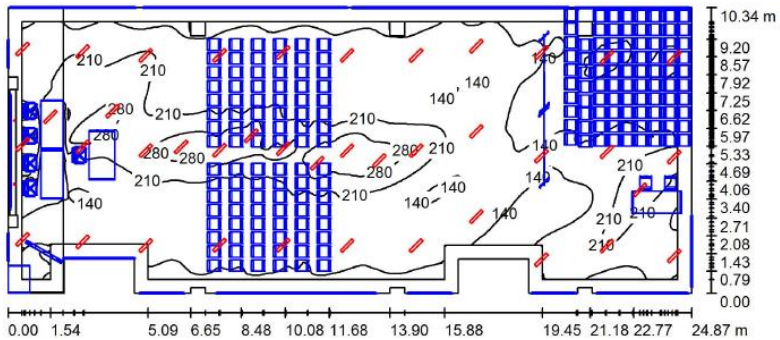
Gambar 4.4 Hasil simulasi pertama

$$\text{Daya listrik} = \frac{610,8 \text{ watt}}{257,15 \text{ m}^2} = 2,38 \text{ watt/m}^2$$

Dari hasil diatas diketahui bahwa dengan mengganti lampu menjadi Philips DN570B PSED-E 1XLED20S/830 C dengan 2200 lumen, 19 watt sebanyak 30 lampu dan 2 lampu papan 897 lumen, 20,4 watt mampu memenuhi tingkat pencahayaan 213 lux serta daya total lampu sebesar 610,8 watt dan Daya listrik sebesar 2,38 watt/m². Sedangkan untuk keseragamannya yang dihitung secara manual pada daerah tempat duduk dapat diperoleh dari persamaan (2.6) yaitu :

$$U_o = \frac{180}{213} = 0,84$$

B. Perancangan kedua



Height of Room: 3.759 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]
Workplane	/	179	37	342
Floors (8)	40	132	6.02	615
Ceilings (108)	90	53	9.73	779
Walls (12)	70	54	2.71	402

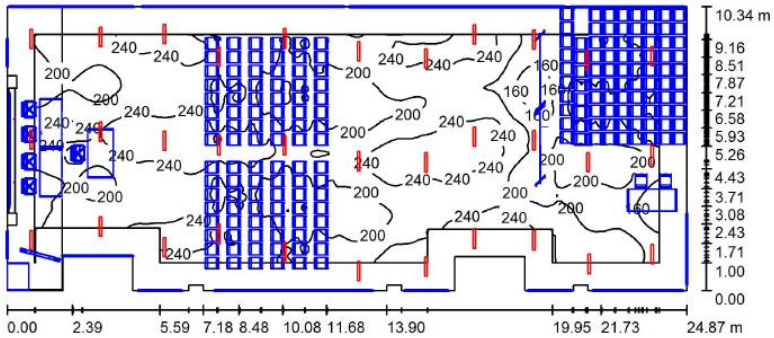
Gambar 4.5 Hasil simulasi kedua

$$\text{Daya listrik} = \frac{654,8 \text{ watt}}{257,15 \text{ m}^2} = 2,54 \text{ watt/m}^2$$

Dari hasil diatas diketahui bahwa dengan mengganti lampu menjadi Philips RC300B L600 1xLED10-4000 dengan 1290 lumen 16,3 watt sebanyak 40 lampu dan 2 lampu papan 70 lumen 1,4 watt belum memenuhi standar yang hanya 179 lux, daya total lampu sebesar 654,8 watt. Sedangkan untuk keseragamannya yang dihitung secara manual pada daerah tempat duduk dapat diperoleh dari persamaan (2.6) yaitu :

$$U_o = \frac{140}{179} = 0,78$$

C. Perancangan ketiga



Height of Room: 3.759 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]
Workplane	/	211	101	275
Floors (8)	40	154	8.31	1782
Ceilings (108)	90	16	0.78	602
Walls (12)	70	82	3.77	314

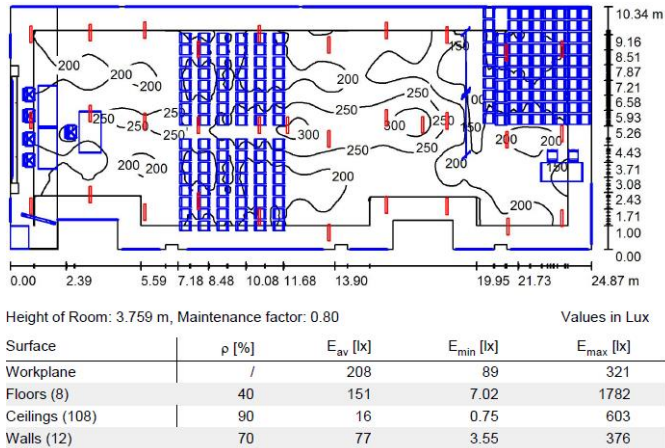
Gambar 4.6 Hasil simulasi ketiga

$$\text{Daya listrik} = \frac{759,3 \text{ watt}}{257,15 \text{ m}^2} = 2,95 \text{ watt/m}^2$$

Simulasi ketiga dengan variasi lampu Philips WT460C L700 1XLED19S/840 WB 1928 lumen 33 buah 22,1 watt dan 2 lampu papan 693 lumen 15 watt menghasilkan E rata-rata 211 lux dengan daya lampu total sebesar 759,3 watt dengan Daya listrik sebesar 2,95 watt/m². Sedangkan untuk keseragamannya yang dihitung secara manual pada daerah tempat duduk dapat diperoleh dari persamaan (2.6) yaitu :

$$U_o = \frac{160}{211} = 0,76$$

D. Perancangan keempat



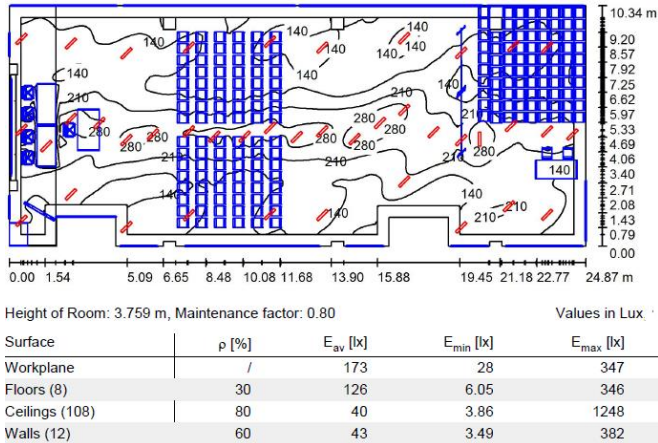
Gambar 4.7 Hasil simulasi keempat

$$\text{Daya listrik} = \frac{737,2 \text{ watt}}{257,15 \text{ m}^2} = 2,87 \text{ watt/m}^2$$

Simulasi keempat variasi lampu Philips WT460C L700 1XLED19S/840 WB 1928 lumen 32 buah 22,1 watt dan 2 lampu papan 693 lumen 15 watt menghasilkan E rata-rata 208 lux daya lampu total sebesar 737,2 watt serta Daya listrik sebesar 2,87 watt/m^2 . Sedangkan untuk keseragamannya yang dihitung secara manual pada daerah tempat duduk dapat diperoleh dari persamaan (2.6) yaitu :

$$U_o = \frac{180}{208} = 0,86$$

E. Perancangan kelima



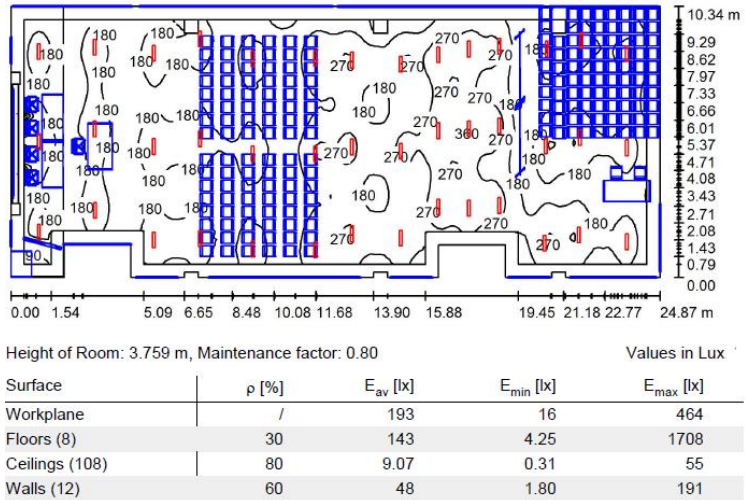
Gambar 4.8 Hasil simulasi kelima

$$\text{Daya listrik} = \frac{709,1 \text{ watt}}{257,15 \text{ m}^2} = 2,76 \text{ watt/m}^2$$

Simulasi kelima dengan menggunakan 41 lampu Philips RC300B L600 1xLED10-4000 1290 lumen 16,3 watt dan 2 lampu papan 693 lumen 15 watt menghasilkan 173 lux daya total sebesar 709,1 watt. Sedangkan untuk keseragamannya yang dihitung secara manual pada daerah tempat duduk dapat diperoleh dari persamaan (2.6) yaitu :

$$U_o = \frac{140}{173} = 0,81$$

F. Perancangan Keenam



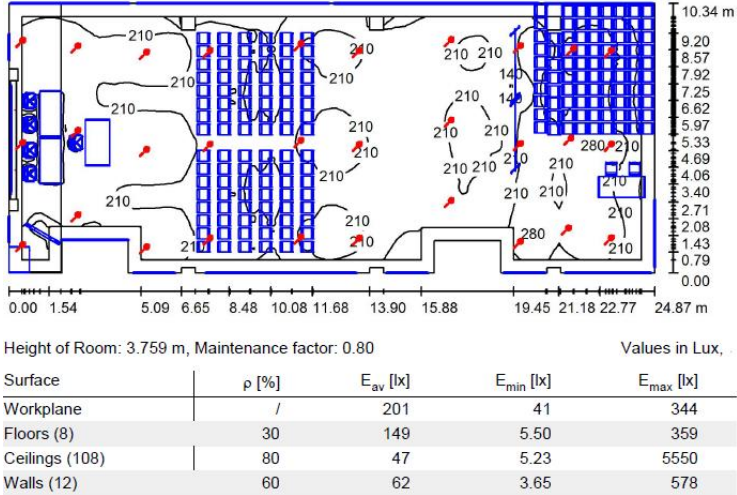
Gambar 4.9 Hasil simulasi keenam

$$\text{Daya listrik} = \frac{714 \text{ watt}}{257,15 \text{ m}^2} = 2,78 \text{ watt/m}^2$$

Simulasi keenam dengan menggunakan 42 lampu Philips RC300B L600 1xLED10-4000 1290 lumen 16,3 watt dan 2 lampu papan 693 lumen 15 watt menghasilkan 173 lux daya total sebesar 714 watt. Sedangkan untuk keseragamannya yang dihitung secara manual pada daerah tempat duduk dapat diperoleh dari persamaan (2.6) yaitu :

$$U_o = \frac{180}{193} = 0,93$$

G. Perancangan Ketujuh



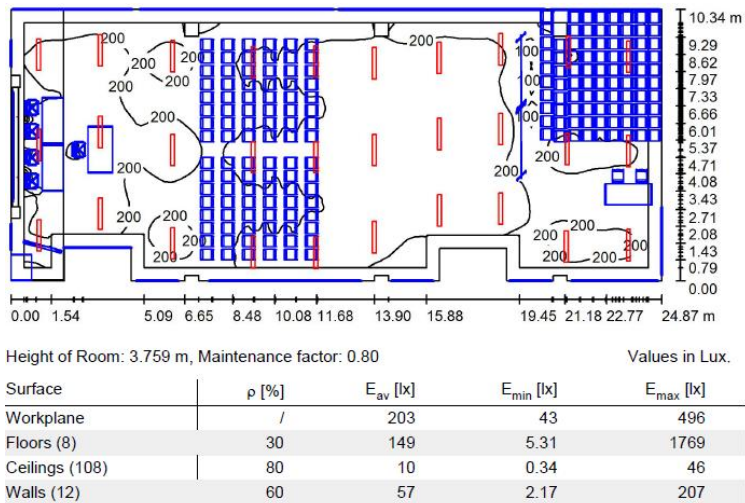
Gambar 4.10 Hasil simulasi ketujuh

$$\text{Daya listrik} = \frac{982 \text{ watt}}{257,15 \text{ m}^2} = 3,82 \text{ watt/m}^2$$

Simulasi ketujuh dengan menggunakan 34 lampu Philips BBS415 W15L120 1XLED24/840 MLO-PC-N 1700 lumen 28 watt dan 2 lampu papan 693 lumen 15 watt menghasilkan 201 lux daya total sebesar 982 watt. Sedangkan untuk keseragamannya yang dihitung secara manual pada daerah tempat duduk dapat diperoleh dari persamaan (2.6) yaitu :

$$U_o = \frac{140}{201} = 0,69$$

H. Perancangan Kedelapan



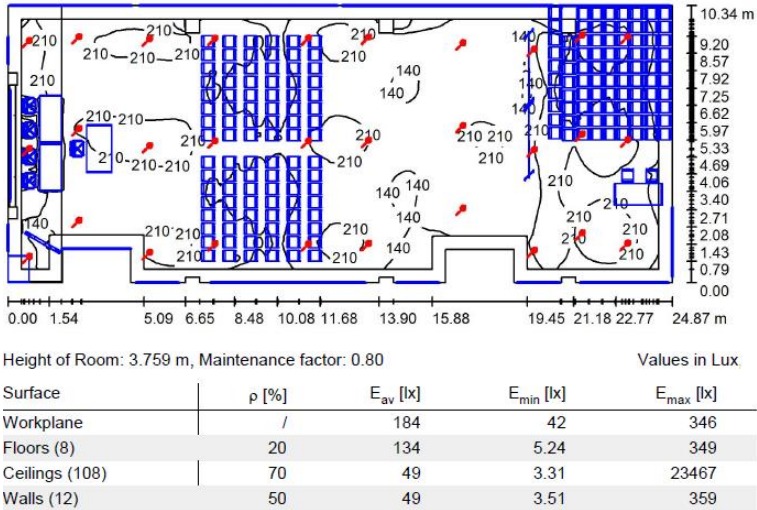
Gambar 4.11 Hasil simulasi kedelapan

$$\text{Daya listrik} = \frac{870 \text{ watt}}{257,15 \text{ m}^2} = 3,38 \text{ watt/m}^2$$

Simulasi kedelapan dengan menggunakan 30 lampu Philips BBS415 W15L120 1XLED24/840 LIN-PC-N 2000 lumen 28 watt dan 2 lampu papan 693 lumen 15 watt menghasilkan 203 lux daya total sebesar 870 watt. Sedangkan untuk keseragamannya yang dihitung secara manual pada daerah tempat duduk dapat diperoleh dari persamaan (2.6) yaitu :

$$U_o = \frac{100}{203} = 0,53$$

I. Perancangan Kesembilan



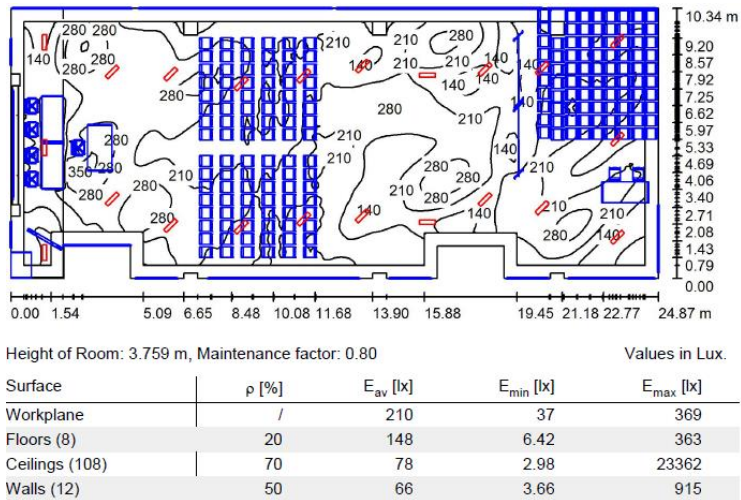
Gambar 4.12 Hasil simulasi kesembilan

$$\text{Daya listrik} = \frac{610,8 \text{ watt}}{257,15 \text{ m}^2} = 2,38 \text{ watt/m}^2$$

Simulasi kesembilan dengan menggunakan Philips DN570B PSED-E 1xLED20S/830 2200 lumen 30 buah 19 watt dan 2 lampu papan 897 lumen 20,4 watt menghasilkan 184 lux daya total sebesar 610,8 watt. Sedangkan untuk keseragamannya yang dihitung secara manual pada daerah tempat duduk dapat diperoleh dari persamaan (2.6) yaitu :

$$U_o = \frac{140}{184} = 0,76$$

J. Perancangan Kesepuluh



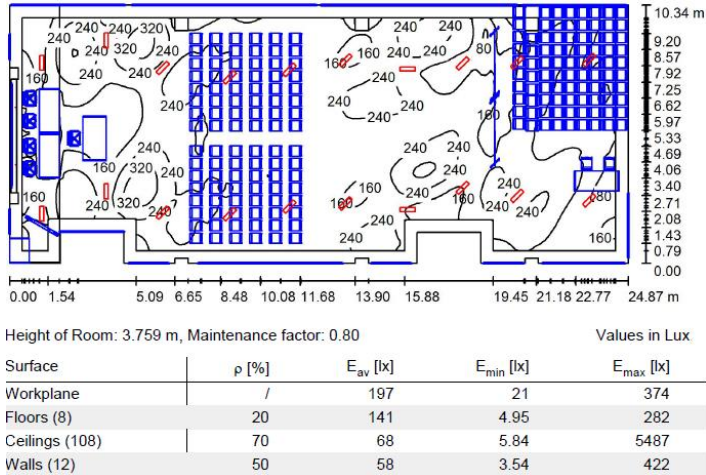
Gambar 4.13 Hasil simulasi kesepuluh

$$\text{Daya listrik} = \frac{898,8 \text{ watt}}{257,15 \text{ m}^2} = 3,49 \text{ watt/m}^2$$

Simulasi kesepuluh dengan menggunakan 22 lampu Philips 4MX800 L600 2XLED20-4000 P30 3700 lumen 39 watt dan 2 lampu papan 897 lumen 20,4 watt menghasilkan 210 lux daya total sebesar 898,8 watt. Sedangkan untuk keseragamannya yang dihitung secara manual pada daerah tempat duduk dapat diperoleh dari persamaan (2.6) yaitu :

$$U_o = \frac{140}{210} = 0,66$$

K. Perancangan Kesebelas



Gambar 4.14 Hasil simulasi kesebelas

$$\text{Daya listrik} = \frac{820,8 \text{ watt}}{257,15 \text{ m}^2} = 3,19 \text{ watt/m}^2$$

Simulasi kesebelas dengan menggunakan 20 lampu Philips 4MX800 L600 2XLED20-4000 P30 3700 lumen 39 watt dan 2 lampu papan 897 lumen 20,4 watt menghasilkan 197 lux daya total sebesar 820,8 watt. Sedangkan untuk keseragamannya yang dihitung secara manual pada daerah tempat duduk dapat diperoleh dari persamaan (2.6) yaitu :

$$U_o = \frac{160}{197} = 0,81$$

Tabel 4.2 Hasil Keseluruhan Rancangan

No.	ρ (%)	Fluks (lumen)	Lampu	Daya Lampu (Watt)	U	E (lux)	Keterangan
Asli	74, 86, 90	2000	40	1160,8	0,52	308	Tdk sesuai
1	40, 90, 70	2200	30	610,8	0,84	213	Sesuai
2		1290	40	654,8	0,78	179	Tdk sesuai
3		1928	33	759,3	0,76	211	Tdk sesuai
4		1928	32	737,2	0,86	208	Sesuai
5	30, 80, 60	1290	41	709,1	0,81	173	Tdk sesuai
6		1290	42	714	0,93	193	Tdk sesuai
7		1700	34	982	0,69	201	Mendekati
8		2000	30	870	0,53	203	Tdk sesuai
9	20, 70, 50	2200	30	610,8	0,76	184	Tdk sesuai
10		3700	22	898,8	0,66	210	Tdk sesuai
11		3700	20	820,8	0,81	197	Sesuai

4.3 Pembahasan

Dalam perancangan ini dikatakan sesuai berdasarkan dari 4 kriteria, yaitu jumlah lampu, daya lampu, *uniformity*, dan kuat pencahayaan. Jumlah lampu tidak boleh lebih dari 40 buah, karena tidak dikehendaki melebihi jumlah lampu kondisi sebenarnya. Daya lampu awal sebesar 1120 watt, sehingga saat perancangan tidak dikehendaki apabila daya lampu total melebihi nilai tersebut. Keseragaman sendiri diambil sekurang-kurangnya

80% dari kuat pencahayaan rata-rata. Untuk kuat pencahayaan rata-rata ruangan seminar yaitu kurang lebih 200 lux.

Dari **Tabel 4.2** dapat diketahui bagaimana hasil perancangan yang sudah dilakukan. Didapatkan 4 hasil dari 11 perancangan yang bisa dianggap sudah sesuai dengan standar. perancangan pertama dan keempat dengan reflektansi 40%, 90% dan 70%, perancangan ketujuh dengan reflektansi 30%, 80% dan 60%, dan perancangan kesebelas dengan reflektansi 20%,70%, dan 50%. Perancangan pertama, keempat dan kesebelas dianggap sesuai karena sudah memenuhi 4 kriteria. Pada perancangan pertama didapatkan kuat pencahayaan rata-rata sebesar 213 lux menggunakan 30 lampu dengan daya total 610,8 watt dan keseragaman 0,84. Perancangan keempat menghasilkan kuat pencahayaan rata-rata sebesar 208 lux menggunakan 32 lampu dengan daya total 737,2 watt dan keseragaman 0,86. Perancangan kesebelas menghasilkan kuat pencahayaan rata-rata sebesar 197 lux menggunakan 20 lampu dengan daya total 820,8 watt dan keseragaman 0,81.

Sedangkan Peran cangan ketujuh dikatakan mendekati karena ada salah satu kriteria yang tidak memenuhi yaitu pada keseragaman. Untuk perancangan ketujuh ini sudah didapatkan kuat pencahayaan rata-rata sebesar 201 lux dengan lampu 34 buah dan daya total 982 watt, namun keseragaman yang masih rendah yaitu 0,69. Pada perancangan ketujuh ini diputuskan mendekati karena meskipun keseragamannya masih kurang, namun jika dilihat pada **Gambar 4.8** hampir semua daerah memiliki kuat pencahayaan lebih dari 200 lux. Yang menyebabkan keseragaman yang rendah karena nilai kuat pencahayaan terendah yaitu 140 lux berada di dekat 2 papan tulis di daerah belakang ruangan. Karena saat dilakukan pengambilan data papan tersebut berdiri disitu, namun bila papan dipindahkan kuat pencahayaan akan lebih tinggi. Sehingga diputuskanlah bahwa perancangan ketujuh dianggap mendekati karena hampir semua daerah yang digunakan kegiatan sudah melebihi nilai 200 lux.

Pada **Tabel 4.2** juga dapat dilihat untuk perancangan kelima dan keenam dikatakan tidak sesuai karena jumlah lampu yang

melebihi 40, dimana penambahan lampu tidak dikehendaki diperancangan ini. Dalam pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat bahwa pada perancangan dengan ruangan bernilai reflektansi besar (40, 90, 70) sangat mempengaruhi hasil yang didapatkan. Dengan adanya nilai reflektansi yang besar akan menambah kuat pencahayaan karena cahaya pantul yang dihasilkan lebih besar. Sedangkan dengan nilai reflektansi kecil (20,70,50) cenderung lebih sedikit cahaya pantul yang dihasilkan. Dapat dilihat pada perancangan kesembilan, kesepuluh dan sebelas. Pada perancangan kesembilan dengan lampu 2200 lumen sebanyak 30 tidak bisa menghasilkan kuat pencahayaan 200 lux dan keseragaman yang masih rendah. Jika dibandingkan dengan perancangan pertama dengan lampu 2200 lumen sebanyak 30 buah mampu menghasilkan kuat pencahayaan 213 lux.

(Halaman ini sengaja diskongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Kuat pencahayaan pada Aula B.G Munaf ITS belum sesuai dengan SNI 03-6575-2001 yaitu hanya 123 lux.
2. Didapatkan 4 perancangan yang mendekati, yaitu :
 - a. Perancangan pertama dengan lampu Philips DN570B PSED-E 1XLED20S/830 C dengan 2200 lumen sebanyak 30, tingkat pencahayaan 213 lux.
 - b. Perancangan keempat dengan lampu Philips WT460C L700 1XLED19S/840 WB 1928 lumen 32 buah, kuat pencahayaan 208 lux.
 - c. Perancangan ketujuh dengan menggunakan 34 lampu Philips BBS415 W15L120 1XLED24/840 MLO-PC-N 1700 menghasilkan 201 lux.
 - d. Perancangan kesebelas dengan 20 lampu Philips 4MX800 L600 2XLED20-4000 P30 3700 lumen menghasilkan 197 lux.
3. Untuk daya total lampu per satuan luas ruang yang digunakan masih bagus yaitu tidak melebihi daya maksimum sebesar 25 watt/m².

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk perbaikan pencahayaannya yaitu :

1. Langit-langit yang bersekat ditutup dengan kayu atau semen agar penyebaran cahaya lampu dapat merata.
2. Tiang penyangga yang ada di ruangan sebaiknya ditempel ditembok, sehingga pencahayaan yang ada dibalik tiang tidak rendah dan keseragamannya dapat meningkat.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

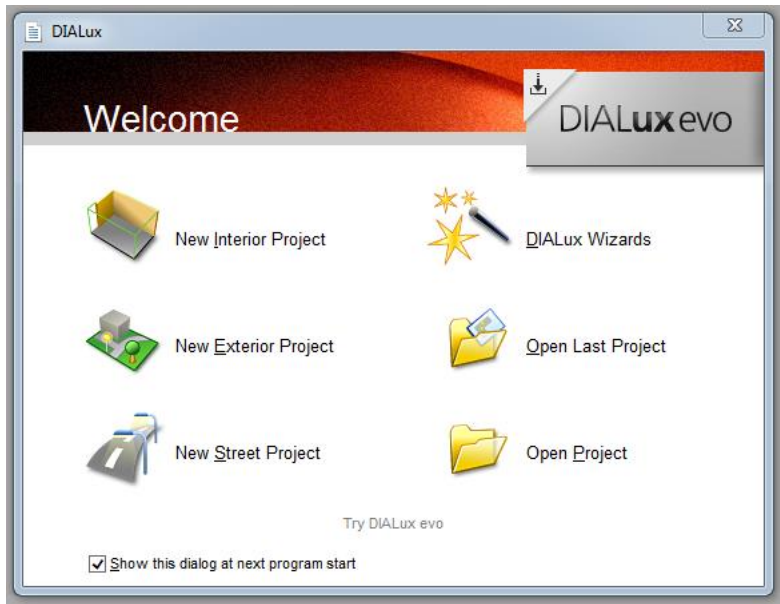
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardianto, Herdian. 2013. *Perancangan Sistem Pencahayaan untuk Penghematan Energi Listrik di Kelas P105 Teknik Fisika*. Surabaya
- [2] Damayanti, Rissa. 2012. *Analisa kebutuhan cahaya buatan dalam ruang kuliah P.105 Teknik Fisika*. Surabaya
- [3] Satwiko, Prasasto. 2005. *Fisika Bangunan 1*. Yogyakarta.
- [4] Badan Standarisasi Indonesia.. 2001. SNI 03-6575-2001: *Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung*. Jakarta
- [5] Herdifirmana, Nurrohman. 2015. *Perancangan Pencahayaan Buatan Hemat Energi di Ruang Kelas C-122 Teknik Fisika ITS Surabaya*. Surabaya
- [6] Labour Department. 2008. *Lighting Assesment in the Workplace*. Hong Kong
- [7] Kresna, Eka. 2012. *Perancangan Sistem Pencahayaan Lapangan Futsal indoor ITS*. Surabaya
- [8] Nuari, Dean Wily. 2016. *Konsep Dasar Teori Pencahayaan*. Surabaya
- [9] Benya, James R. 2011. *Lighting Retrofit and Relighting : A Guide to Energy Efficient Lighting*. Amerika
- [10] Satwiko, Prasasto. 2011. *Pemakaian Perangkat Lunak DIALux sebagai Alat Bantu Proses Belajar Tata cahaya*. Yogyakarta.

LAMPIRAN A

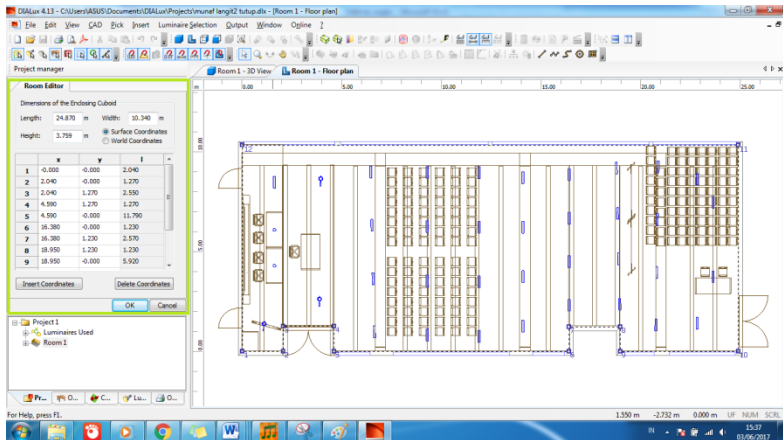
Metodologi Penggunaan DIALux 4.13

1. Perancangan ini digunakan *software* DIALux 4.13.
2. Dibuka *software* DIALux 4.13, akan keluar tampilan awal dan diklik “New Interior Project”.



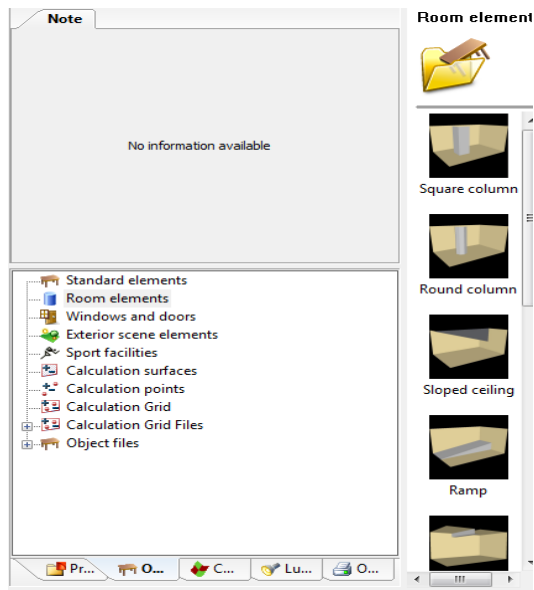
Gambar 1. Tampilan awal DIALux 4.13

3. Pada DIALux 4.13 dibuat tiruan ruangan yang sesuai dengan keadaan aslinya, baik segi dimensi dan warna.
4. Diisikan ukuran ruangan, dan dibentuk sesuai aslinya.



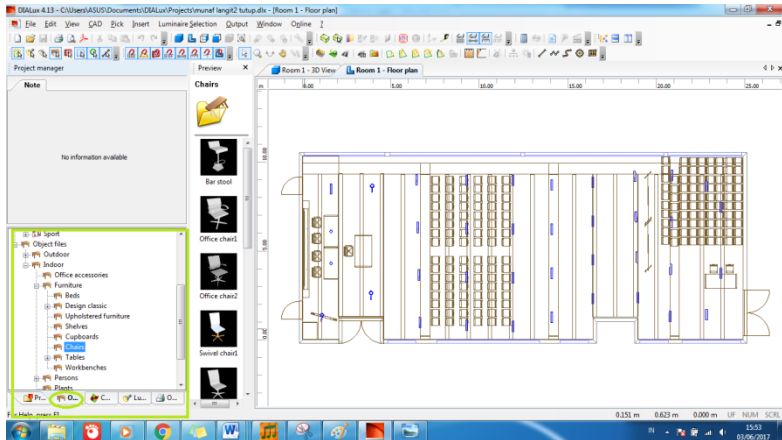
Gambar 2. Kolom pengisian dimensi ruangan

5. Dimasukkan elemen-elemen ruangan, seperti sekat padalang-langit dan tiang.



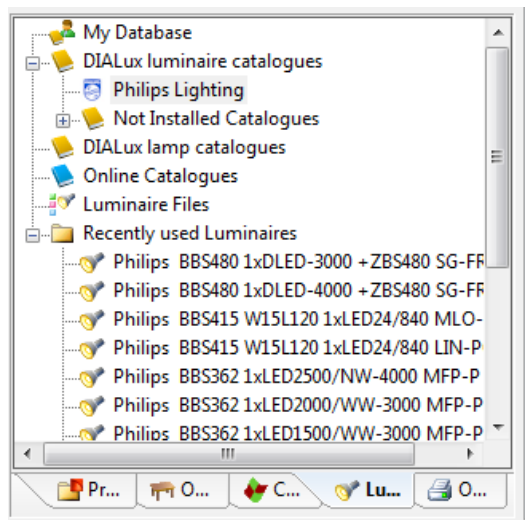
Gambar 3. Pemilihan elemen ruangan

6. Dimasukkan obyek-obyek, seperti kursi meja, papan tulis dan sebagainya.

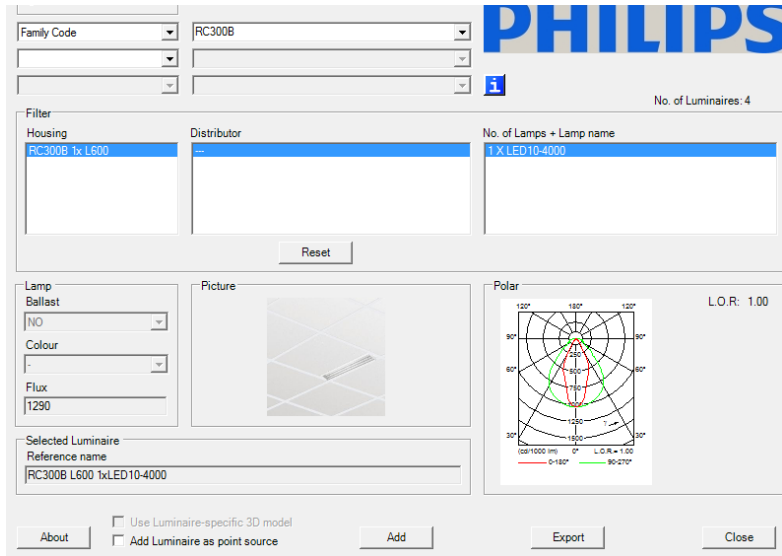


Gambar 4. Pemilihan obyek-obyek

7. Diberikan lampu sebagai sumber penerangannya.

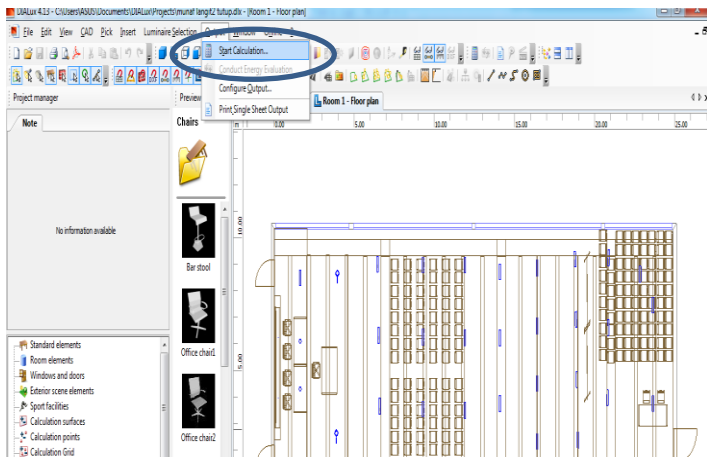


Gambar 5. Penambahan lampu



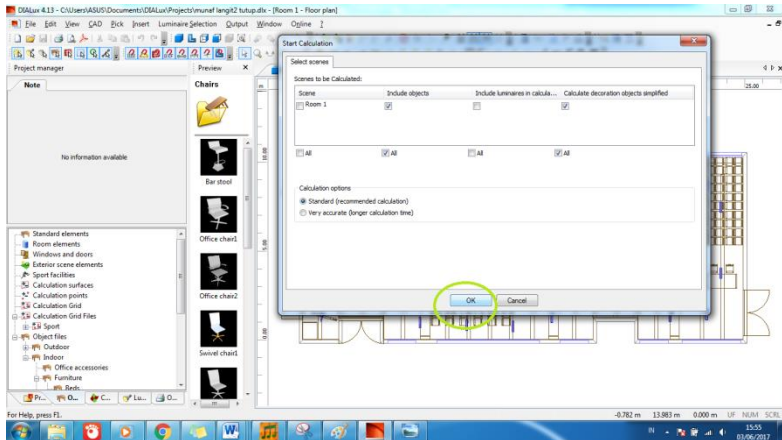
Gambar 6. Pemilihan lampu di Katalog Philips

8. Setelah selesai diberi lampu dapat mulai dihitung tingkat pencahayaannya.



Gambar 7. Memulai perhitungan

9. Dengan DIALux 4.13 akan disimulasiakan dan akan didapatkan nilai tingkat pencahayaan ruangan.



Gambar 8. Dialog perhitungan

LAMPIRAN B

Hasil Simulasi DIALux 4.13 dan Spesifikasi Lampu

Berikut hasil simulasi DIALux 4.13 yang sudah dilakukan beserta spesifikasi lampu yang dipakai untuk setiap perancangan, dari perancangan keadaan asli sampai perancangan kesebelas.

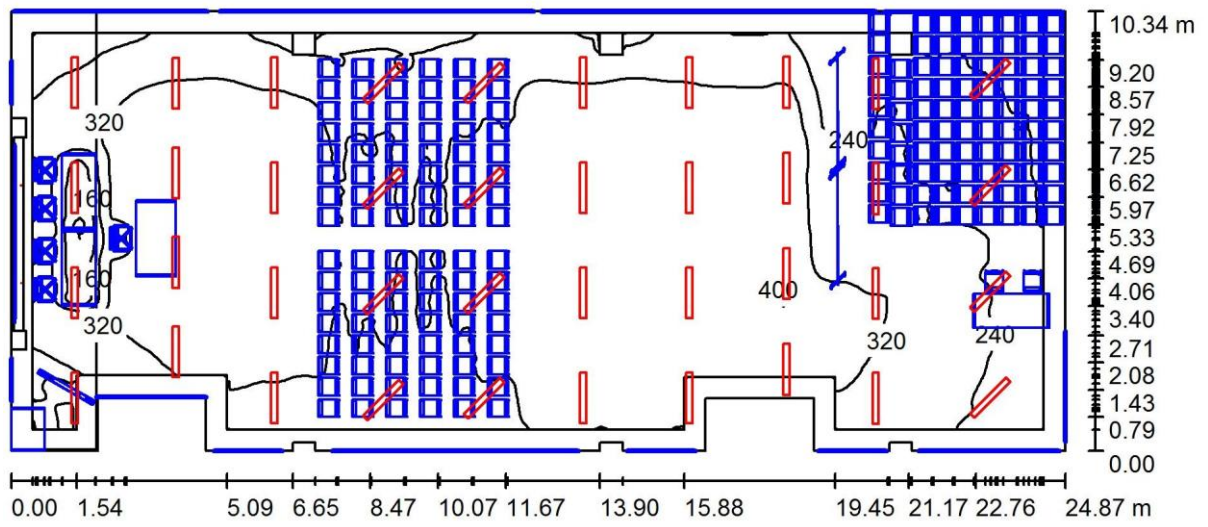
BIODATA PENULIS



Nama penulis Tutut Nugraheni dilahirkan di Rembang, 13 Juli 1995 dari bapak yang bernama Sugiyanto dan ibu bernama Sri Rustanti. Saat ini penulis tinggal di Desa Kragan Rt. 03 Rw. 02 Kecamatan Kragan Kabupaten Rembang Jawa Tengah. Penulis telah menyelesaikan pendidikan di SDN Kragan 1 pada tahun 2007, pendidikan di SMPN 1 Kragan pada tahun 2010, pendidikan di SMAN 1 Rembang pada tahun 2013 dan sedang menempuh pendidikan S1 Teknik Fisika FTI di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya hingga sekarang.

Pada bulan Juli 2017 penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Perancangan Pencahayaan Buatan di Aula B.G. Munaf ITS**. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai tugas akhir ini, maka dapat menghubungi penulis melalui *email* : tututnugraheni@gmail.com

Room 1/Summary



Height of Room: 3.759 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:178

Project 1

Surface	η [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	UG
Workplane	/	308	60	411	0.195
Floors (8)	74	245	16	394	/
Ceilings (108)	86	169	33	1883	/
Walls (12)	90	143	6.08	1045	/

Workplane:

Height: 0.750 m
 Grid: 128 x 128 Points
 Boundary Zone: 0.500 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.326, Ceiling / Working Plane: 0.541.

Luminaire Parts List

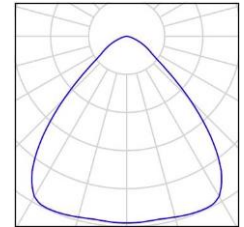
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	\square (Luminaire) [lm]	\square (Lamps) [lm]	P [W]
1	2	Philips BBS160 D170 1xRDLM1100/830 (1.000)	897	897	20.4
2	40	Philips BBS415 W15L120 1xLED24/840 LIN-PC-N (1.000)	2000	2000	28.0
Total:			81794	81794	1160.8

Specific connected load: $4.63 \text{ W/m}^2 = 1.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Ground area: 250.76 m^2)

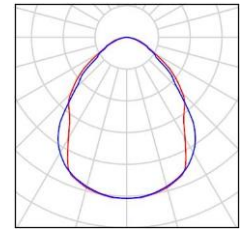
Operator
 Telephone
 Fax

Room 1 / Luminaire parts list

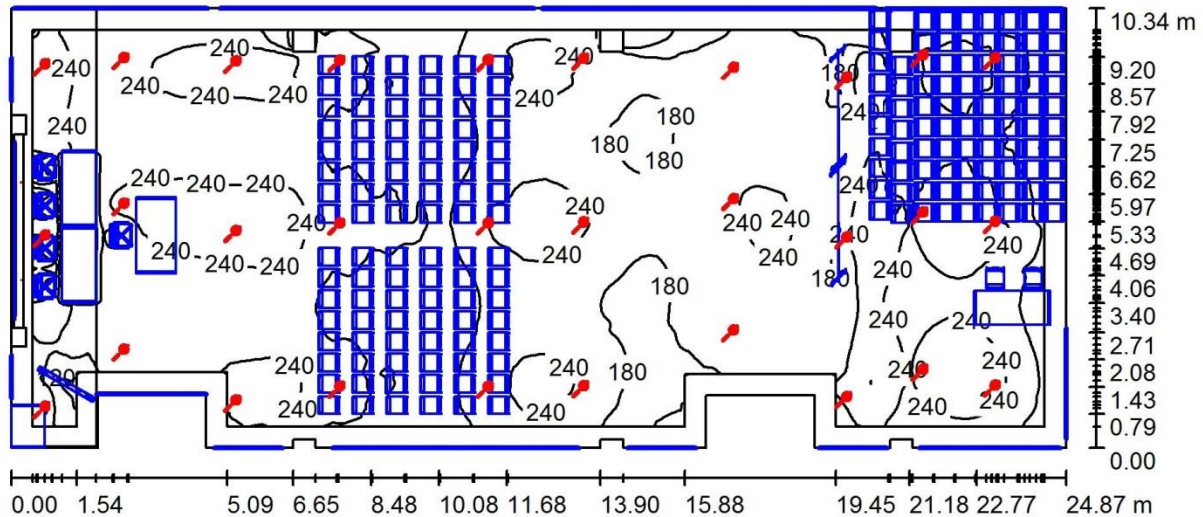
2 Pieces Philips BBS160 D170 1xRDLM1100/830
Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 897 lm
Luminous flux (Lamps): 897 lm
Luminaire Wattage: 20.4 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 71 94 99 100 100
Fitting: 1 x RDLM1100/830/- (Correction Factor 1.000).



40 Pieces Philips BBS415 W15L120 1xLED24/840 LIN-PC- N
Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 2000 lm
Luminous flux (Lamps): 2000 lm
Luminaire Wattage: 28.0 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 63 90 98 100 100
Fitting: 1 x LED24/840/- (Correction Factor 1.00)



Room 1 / Summary



Height of Room: 3.759 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:178

Project 1

Surface	η [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	UG
Workplane	/	213	69	367	0.325
Floors (8)	40	159	9.00	368	/
Ceilings (108)	90	81	6.98	23657	/
Walls (12)	70	75	4.24	512	/

Workplane:

Height: 0.800 m
 Grid: 128 x 128 Points
 Boundary Zone: 0.500 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.226, Ceiling / Working Plane: 0.385.

Luminaire Parts List

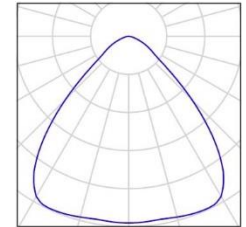
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	η (Luminaire) [lm]	η (Lamps) [lm]	P [W]
1	2	Philips BBS160 D170 1xRDLM1100/830 (1.000)	897	897	20.4
2	30	PHILIPS DN570B PSED-E 1xLED20S/830 C (1.000)	2200	2200	19.0
Total:			67794	Total: 67794	610.8

Specific connected load: $2.44 \text{ W/m}^2 = 1.14 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Ground area: 250.76 m^2)

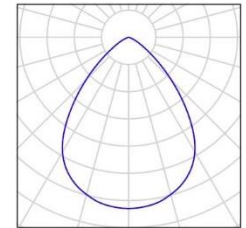
Operator
 Telephone
 Fax

Room 1 / Luminaire parts list

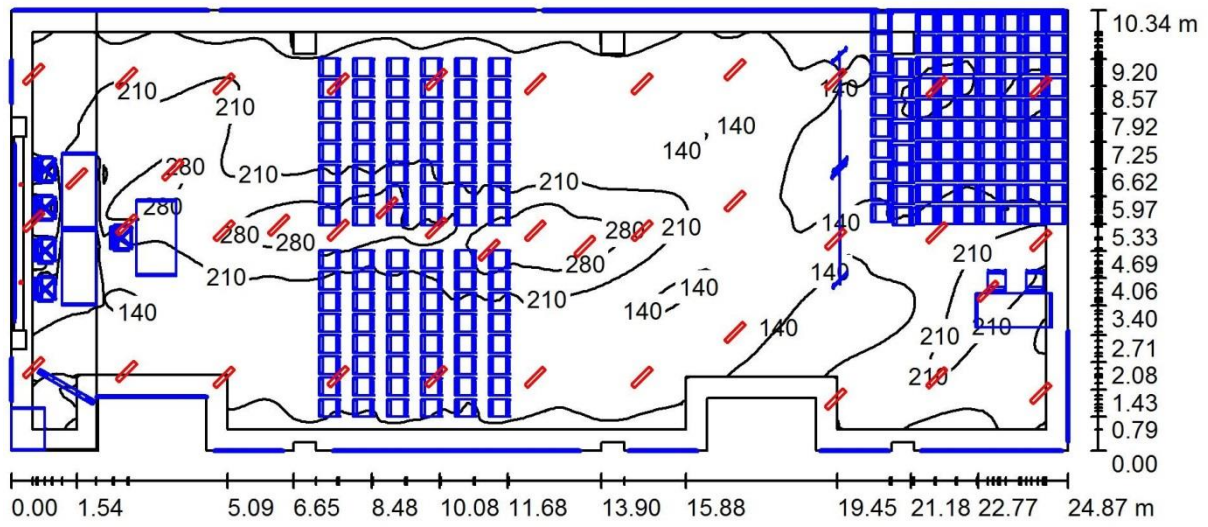
2 Pieces Philips BBS160 D170 1xRDLM1100/830
Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 897 lm
Luminous flux (Lamps): 897 lm
Luminaire Wattage: 20.4 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 71 94 99 100 100
Fitting: 1 x RDLM1100/830/- (Correction Factor 1.000).



30 Pieces PHILIPS DN570B PSED-E 1xLED20S/830 C
Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 2200 lm
Luminous flux (Lamps): 2200 lm
Luminaire Wattage: 19.0 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 76 97 100 100 100
Fitting: 1 x LED20S/830/- (Correction Factor 1.000)



Room 1/Summary



Height of Room: 3.759 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:178

Project 1			E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	
Workplane	/	179	37	342	01.07.2017
Floors (8)	40	132	6.02	615	/
Ceilings (108)	90	53	9.73	779	/
Walls (12)	70	54	2.71	402	/

Workplane:

Height: 0.800 m
 Grid: 128 x 128 Points
 Boundary Zone: 0.500 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.207, Ceiling / Working Plane: 0.297.

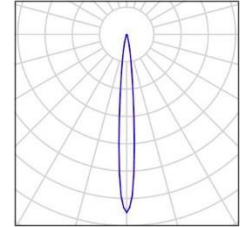
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	□ (Luminaire) [lm]	□ (Lamps) [lm]	P [W]
1	2	Philips BBG410 1xLED-K2-10-/CW (1.000)	70	100	1.4
2	40	Philips RC300B L600 1xLED10-4000 (1.000)	1290	1290	16.3
Total:			51740	Total: 51800	654.8

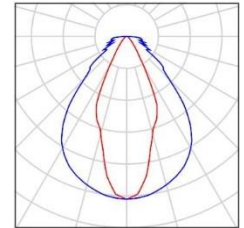
Specific connected load: $2.61 \text{ W/m}^2 = 1.46 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Ground area: 250.76 m^2)

Operator
 Telephone
 Fax
 e-Mail

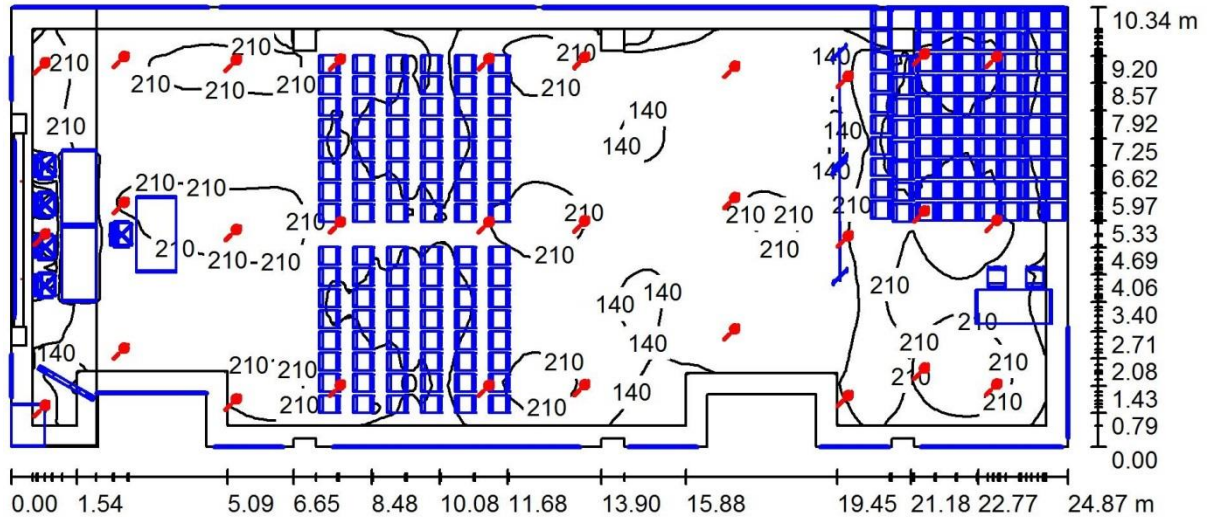
2 Pieces Philips BBG410 1xLED-K2-10-/CW
Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 70 lm
Luminous flux (Lamps): 100 lm
Luminaire Wattage: 1.4 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 96 100 100 100 71
Fitting: 1 x LED-K2-10-/CW (Correction Factor 1.000).



40 Pieces Philips RC300B L600 1xLED10-4000
Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 1290 lm
Luminous flux (Lamps): 1290 lm
Luminaire Wattage: 16.3 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 79 93 98 100 100
Fitting: 1 x LED10-4000 (Correction Factor 1.000).



Operator
Telephone
Fax
e-Mail



Height of Room: 3.759 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:178

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u_0
Workplane	/	184	42	346	0.230
Floors (8)	20	134	5.24	349	/

Project 1			3.31	23467
Walls (12)	50	49	3.51	359 /

Workplane:

Height: 0.800 m
 Grid: 128 x 128 Points
 Boundary Zone: 0.500 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.164, Ceiling / Working Plane: 0.272.

Luminaire Parts List

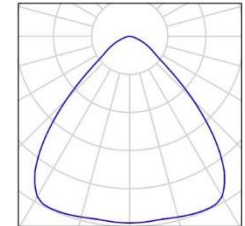
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	□ (Luminaire) [lm]	□ (Lamps) [lm]	P [W]
1	2	Philips BBS160 D170 1xRDLM1100/830 (1.000)	897	897	20.4
2	30	PHILIPS DN570B PSED-E 1xLED20S/830 C (1.000)	2200	2200	19.0
Total:			67794	Total: 67794	610.8

Specific connected load: $2.44 \text{ W/m}^2 = 1.33 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Ground area: 250.76 m^2)

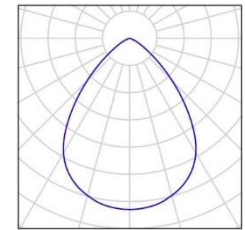
Operator
 Telephone
 Fax
 e-
 Mail

list

2 Pieces Philips BBS160 D170 1xRDLM1100/830
Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 897
lm Luminous flux (Lamps): 897
lm Luminaire Wattage: 20.4 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 71 94 99 100 100
Fitting: 1 x RDLM1100/830/- (Correction Factor 1.000).

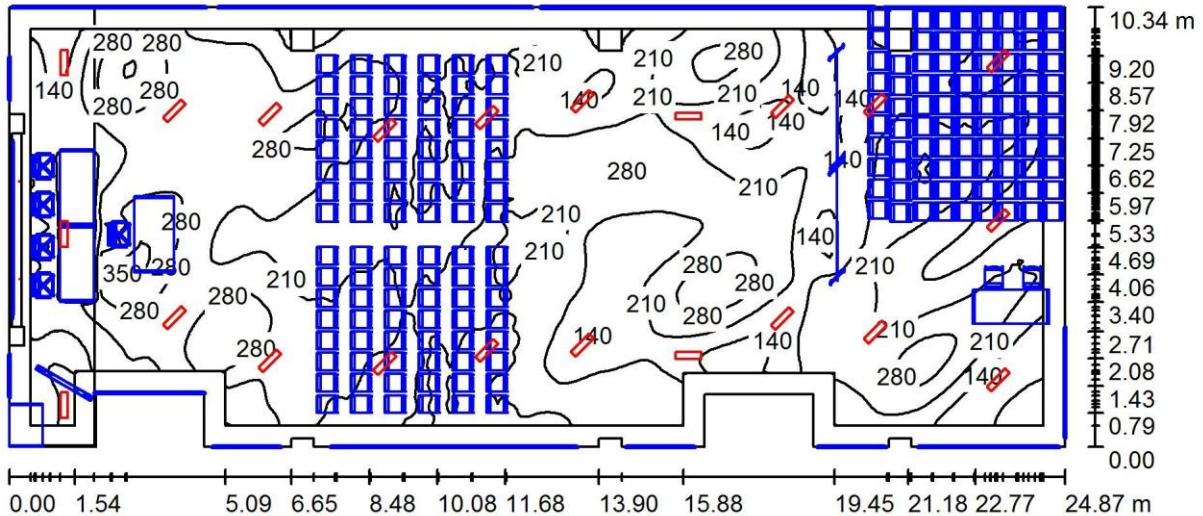


30 Pieces PHILIPS DN570B PSED-E
1xLED20S/830 C Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 2200
lm Luminous flux (Lamps): 2200
lm Luminaire Wattage: 19.0 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 76 97 100 100 100
Fitting: 1 x LED20S/830/- (Correction Factor 1.000).



F
ax
e-
M
ail

Room 1 / Summary



Scale 1:178

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u_0
Workplane	/	210	37	369	0.177
Floors (8)	20	148	6.42	363	/
Ceilings (108)	70	78	2.98	23362	/
Walls (12)	50	66	3.66	915	/

Workplane:

Height: 0.800 m
 Grid: 128 x 128 Points
 Boundary Zone: 0.500 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.208, Ceiling / Working Plane: 0.369.

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamps) [lm]	P [W]
1	22	Philips 4MX800 L600 2xLED20-4000 P30 (1.000)	3700	3700	39.0
2	2	Philips BBS160 D170 1xRDLM1100/830 (1.000)	897	897	20.4
			Total: 83194 898.8	Total: 83194	

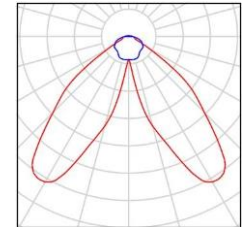
1. Operator Telephone

F
ax
e-
M
ail

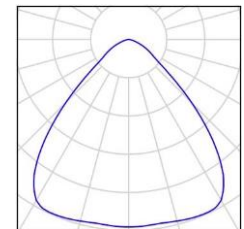
Room 1 / Luminaire parts list

3. **22 Pieces Philips 4MX800 L600 2xLED20-4000 P30 Article No.:**

Luminous flux (Luminaire): 3700
 lm Luminous flux (Lamps): 3700
 lm Luminaire Wattage: 39.0 W
 Luminaire classification according to CIE: 98
 CIE flux code: 52 89 97 98 100
 Fitting: 2 x LED20-4000 (Correction Factor 1.000).



2 Pieces Philips BBS160 D170 1xRDLM1100/830 Article No.:



Project 1

lm Luminous flux (Lamps): 897

lm Luminaire Wattage: 20.4 W

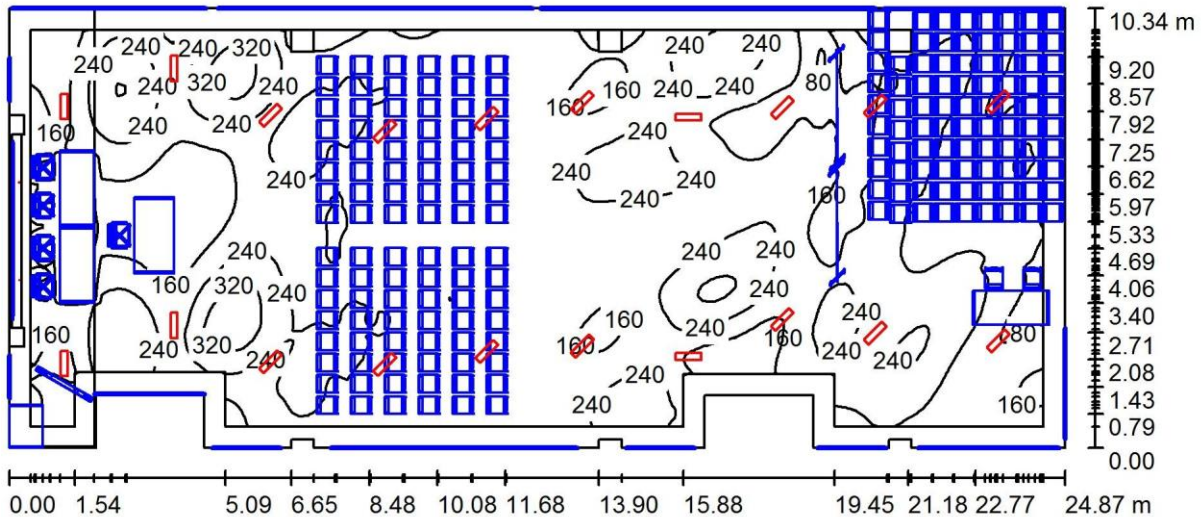
Luminaire classification according to CIE: 100

CIE flux code: 71 94 99 100 100

Fitting: 1 x RDLM1100/830/- (Correction
Factor 1.000).

F
ax
e-
M
ail

Room 1 / Summary



Scale 1:178

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u_0
Workplane	/	197	21	374	0.106
Floors (8)	20	141	4.95	282	/
Ceilings (108)	70	68	5.84	5487	/
Walls (12)	50	58	3.54	422	/

Workplane:

Height: 0.800 m
 Grid: 128 x 128 Points
 Boundary Zone: 0.500 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.191, Ceiling / Working Plane: 0.341.

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamps) [lm]	P [W]
1	20	Philips 4MX800 L600 2xLED20-4000 P30 (1.000)	3700	3700	39.0
2	2	Philips BBS160 D170 1xRDLM1100/830 (1.000)	897	897	20.4
			Total: 75794	Total: 75794	
			820.8		

1. Operator Telephone

F
a
x

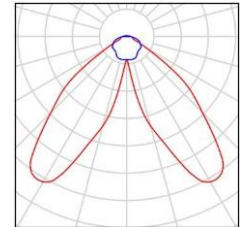
e
-
M
a
i
l

Room 1 / Luminaire

parts list

5. **20 Pieces**
Philips 4MX800
L600 2xLED20-
4000 P30 Article
No.:

Luminous flux
(Luminaire): 3700 lm
Luminous flux
(Lamps): 3700 lm



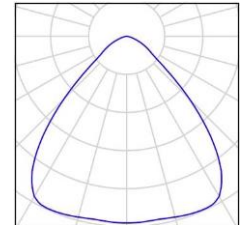
39.0 W
Luminaire classification
according to CIE: 98 CIE flux
code: 52 89 97 98 100
Fitting: 2 x LED20-4000
(Correction Factor 1.000).

2 Pieces

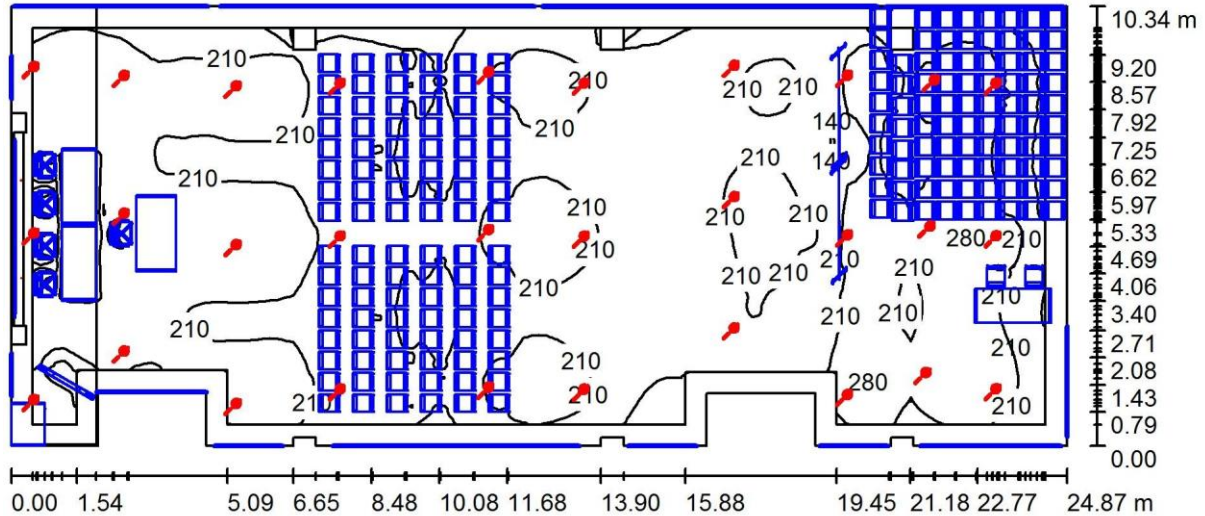
Philips BBS160 D170
1xRDLM1100/830 Article
No.:

Luminous flux
(Luminaire): 897
lm Luminous flux
(Lamps): 897 lm
Luminaire Wattage:
20.4 W

Luminaire classification
according to CIE: 100 CIE flux
code: 71 94 99 100 100
Fitting: 1 x RDLM1100/830/-
(Correction Factor 1.000).



Summary



in Lux, Scale 1:178

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	
Workplane	/	201	41	344	0.2
Floors (8)	30	149	5.50	359	
Ceilings (108)	80	47	5.23	5550	
Walls (12)	60	62	3.65	578	

Workplane:

Height: 0.800 m
 Grid: 128 x 128 Points
 Boundary Zone: 0.500 m

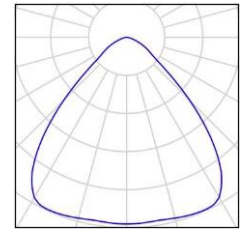
Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.196, Ceiling / Working Plane: 0.239.

Luminaire Parts List

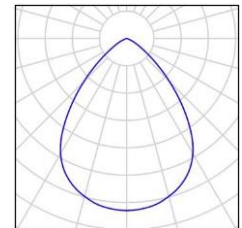
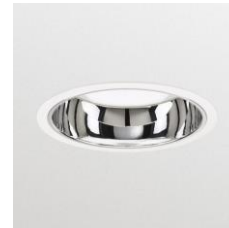
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamps) [lm]	P
1	2	Philips BBS160 D170 1xRDLM1100/830 (1.000)	897	897	2
2	30	PHILIPS DN570B PSED-E 1xLED20S/830 C (1.000)	2200	2200	1
			Total: 67794	Total: 67794	
				610.8	

Room 1 / Luminaire parts list

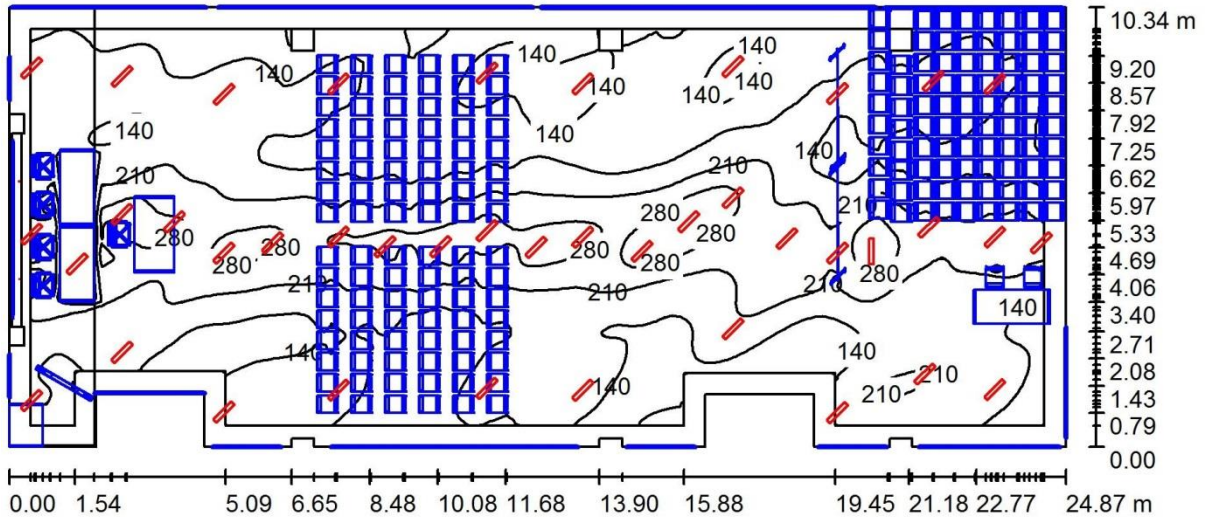
- 2. 2 Pieces Philips BBS160
D170 1xRDLM1100/830
Article No.:**
Luminous flux (Luminaire): 897 lm
Luminous flux (Lamps): 897 lm
Luminaire Wattage: 20.4 W
Luminaire classification according to CIE: 100 CIE
flux code: 71 94 99 100 100
Fitting: 1 x RDLM1100/830/- (Correction Factor
1.000).



- 30 Pieces PHILIPS DN570B PSED-E 1xLED20S/830 C
Article No.:**
Luminous flux (Luminaire): 2200 lm
Luminous flux (Lamps): 2200 lm
Luminaire Wattage: 19.0 W
Luminaire classification according to CIE: 100 CIE
flux code: 76 97 100 100 100
Fitting: 1 x LED20S/830/- (Correction Factor
1.000).



Room 1 / Summary



Height of Room: 3.759 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:178

Project 1

Surface	η [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	UG
Workplane	/	173	28	347	0.162
Floors (8)	30	126	6.05	346	/
Ceilings (108)	80	40	3.86	1248	/
Walls (12)	60	43	3.49	382	/

Workplane:

Height: 0.800 m
 Grid: 128 x 128 Points
 Boundary Zone: 0.500 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.171, Ceiling / Working Plane: 0.237.

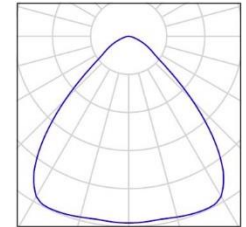
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	\square (Luminaire) [lm]	\square (Lamps) [lm]	P [W]
1	2	Philips BBS160 D170 1xRDLM1100/830 (1.000)	897	897	20.4
2	41	Philips RC300B L600 1xLED10-4000 (1.000)	1290	1290	16.3
Total:			54684	Total: 54684	709.1

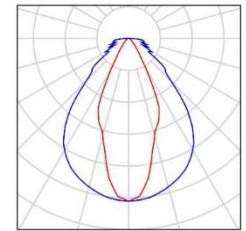
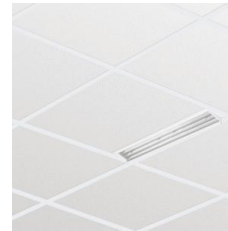
Specific connected load: $2.83 \text{ W/m}^2 = 1.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Ground area: 250.76 m^2)

Operator
 Telephone
 Fax
 e-Mail

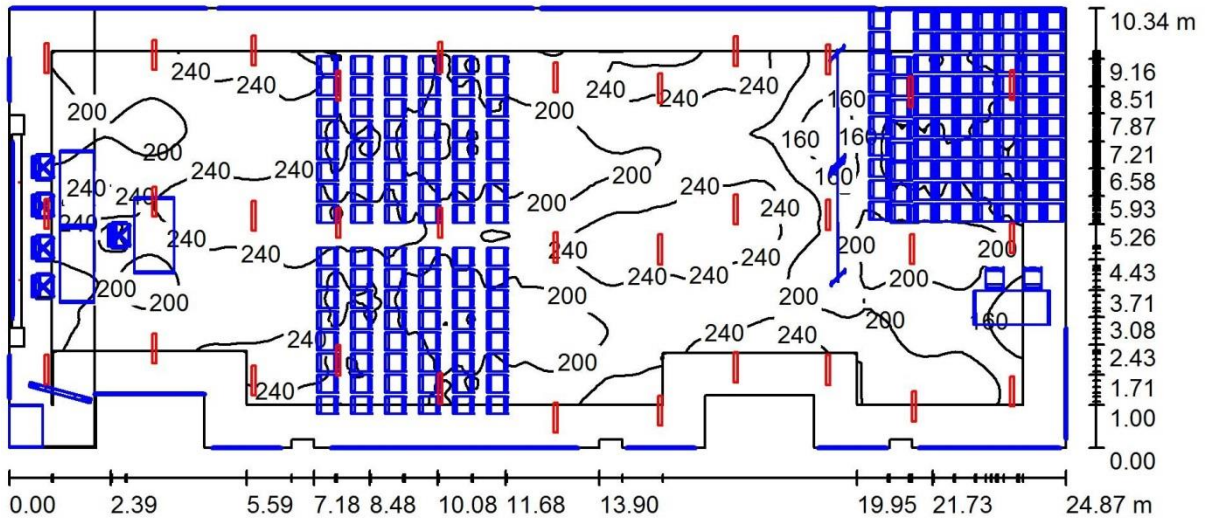
2 Pieces Philips BBS160 D170 1xRDLM1100/830
Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 897 lm
Luminous flux (Lamps): 897 lm
Luminaire Wattage: 20.4 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 71 94 99 100 100
Fitting: 1 x RDLM1100/830/- (Correction Factor 1.000).



41 Pieces Philips RC300B L600 1xLED10-4000
Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 1290 lm
Luminous flux (Lamps): 1290 lm
Luminaire Wattage: 16.3 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 79 93 98 100 100
Fitting: 1 x LED10-4000 (Correction Factor 1.000).



Room 1/Summary



Height of Room: 3.759 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:178

Project 1

Surface	η [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	UG
Workplane	/	211	101	275	0.480
Floors (8)	40	154	8.31	1782	/
Ceilings (108)	90	16	0.78	602	/
Walls (12)	70	82	3.77	314	/

Workplane:

Height: 0.800 m
 Grid: 128 x 128 Points
 Boundary Zone: 1.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.279, Ceiling / Working Plane: 0.150.

Luminaire Parts List

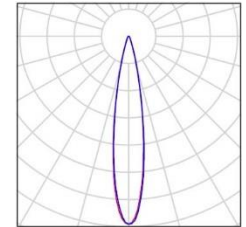
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	\square (Luminaire) [lm]	\square (Lamps) [lm]	P [W]
1	2	Philips BBG390 6xLED-HB-25-/830 (1.000)	693	693	15.0
2	33	Philips WT460C L700 1xLED19S/840 WB (1.000)	1928	1928	22.1
Total:			65010	Total: 65010	759.3

Specific connected load: $3.03 \text{ W/m}^2 = 1.43 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Ground area: 250.76 m^2)

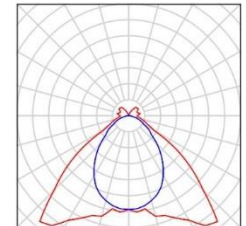
Operator
 Telephone
 Fax
 e-Mail

Room 1/Luminaire parts list

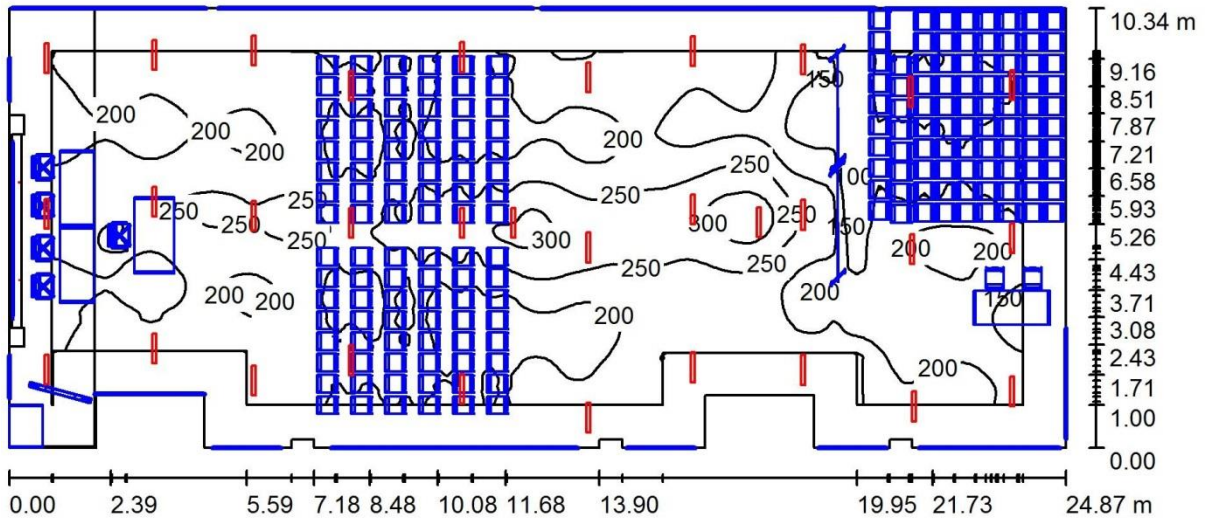
2 Pieces Philips BBG390 6xLED-HB-25-/830
Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 693 lm
Luminous flux (Lamps): 693 lm
Luminaire Wattage: 15.0 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 93 98 100 100 100
Fitting: 6 x LED-HB-25-/830 (Correction Factor 1.000).



33 Pieces Philips WT460C L700 1xLED19S/840 WB
Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 1928 lm
Luminous flux (Lamps): 1928 lm
Luminaire Wattage: 22.1 W
Luminaire classification according to CIE: 90
CIE flux code: 53 85 96 90 100
Fitting: 1 x LED19S/840/- (Correction Factor 1.000).



Room 1/Summary



Height of Room: 3.759 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:178

Project 1

Surface	η [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	UG
Workplane	/	208	89	321	0.427
Floors (8)	40	151	7.02	1782	/
Ceilings (108)	90	16	0.75	603	/
Walls (12)	70	77	3.55	376	/

Workplane:

Height: 0.800 m
 Grid: 128 x 128 Points
 Boundary Zone: 1.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.268, Ceiling / Working Plane: 0.149.

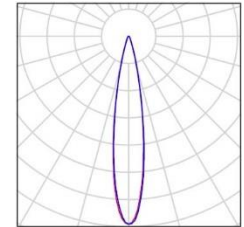
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	\square (Luminaire) [lm]	\square (Lamps) [lm]	P [W]
1	2	Philips BBG390 6xLED-HB-25-/830 (1.000)	693	693	15.0
2	32	Philips WT460C L700 1xLED19S/840 WB (1.000)	1928	1928	22.1
Total:			63082	Total: 63082	737.2

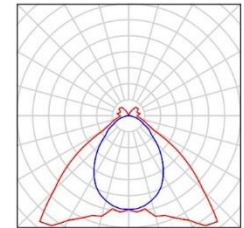
Specific connected load: $2.94 \text{ W/m}^2 = 1.41 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Ground area: 250.76 m^2)

Operator
 Telephone
 Fax
 e-Mail

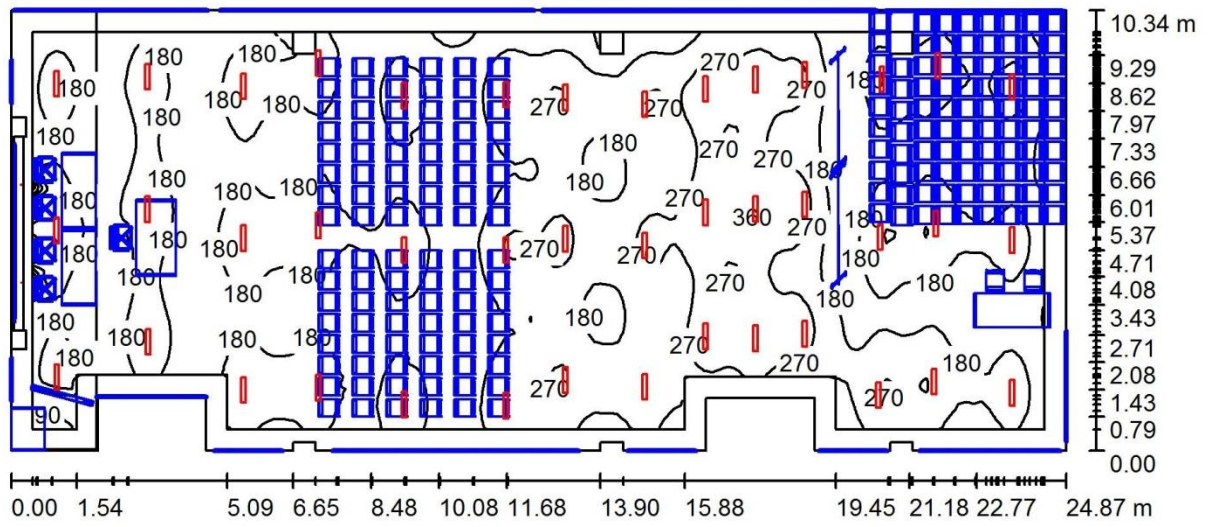
2 Pieces Philips BBG390 6xLED-HB-25-/830
Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 693 lm
Luminous flux (Lamps): 693 lm
Luminaire Wattage: 15.0 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 93 98 100 100 100
Fitting: 6 x LED-HB-25-/830 (Correction Factor 1.000).



32 Pieces Philips WT460C L700 1xLED19S/840 WB
Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 1928 lm
Luminous flux (Lamps): 1928 lm
Luminaire Wattage: 22.1 W
Luminaire classification according to CIE: 90
CIE flux code: 53 85 96 90 100
Fitting: 1 x LED19S/840/- (Correction Factor 1.000).



Room 1/Summary



Height of Room: 3.759 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:178

Project 1			E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	
Workplane	/	193	16	464	0.086
Floors (8)	30	143	4.25	1708	/
Ceilings (108)	80	9.07	0.31	55	/
Walls (12)	60	48	1.80	191	/

Workplane:

Height: 0.800 m
 Grid: 128 x 128 Points
 Boundary Zone: 0.500 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.165, Ceiling / Working Plane: 0.086.

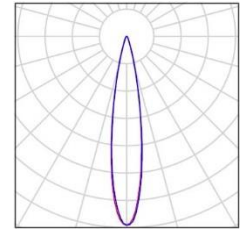
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	□ (Luminaire) [lm]	□ (Lamps) [lm]	P [W]
1	2	Philips BBG390 6xLED-HB-25-/830 (1.000)	693	693	15.0
2	42	Philips RC300B L600 1xLED10-4000 (1.000)	1290	1290	16.3
Total:			55566	Total: 55566	714.6

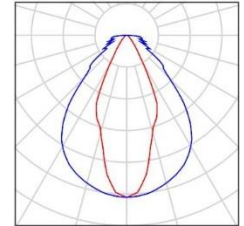
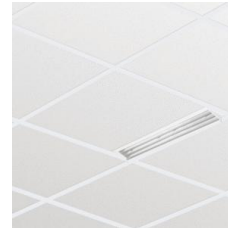
Specific connected load: $2.85 \text{ W/m}^2 = 1.47 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Ground area: 250.76 m^2)

Operator
 Telephone
 Fax
 e-Mail

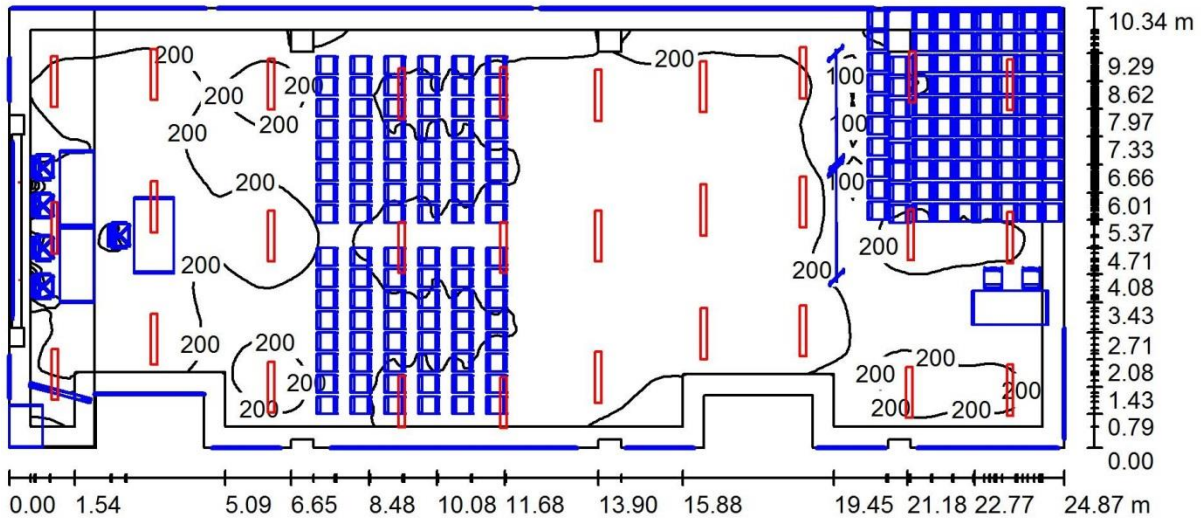
2 Pieces Philips BBG390 6xLED-HB-25-/830
Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 693 lm
Luminous flux (Lamps): 693 lm
Luminaire Wattage: 15.0 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 93 98 100 100 100
Fitting: 6 x LED-HB-25-/830 (Correction Factor 1.000).



42 Pieces Philips RC300B L600 1xLED10-4000
Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 1290 lm
Luminous flux (Lamps): 1290 lm
Luminaire Wattage: 16.3 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 79 93 98 100 100
Fitting: 1 x LED10-4000 (Correction Factor 1.000).



Room 1/Summary



Height of Room: 3.759 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:178

Project 1

Surface	η [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	UG
Workplane	/	203	43	496	0.211
Floors (8)	30	149	5.31	1769	/
Ceilings (108)	80	10	0.34	46	/
Walls (12)	60	57	2.17	207	/

Workplane:

Height: 0.800 m
 Grid: 128 x 128 Points
 Boundary Zone: 0.500 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.187, Ceiling / Working Plane: 0.091.

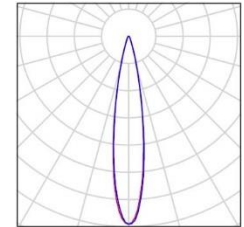
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	\square (Luminaire) [lm]	\square (Lamps) [lm]	P [W]
1	2	Philips BBG390 6xLED-HB-25-/830 (1.000)	693	693	15.0
2	30	Philips BBS415 W15L120 1xLED24/840 LIN-PC-N (1.000)	2000	2000	28.0
Total:			61386	Total: 61386	870.0

Specific connected load: $3.47 \text{ W/m}^2 = 1.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Ground area: 250.76 m^2)

Operator
 Telephone
 Fax
 e-Mail

2 Pieces Philips BBG390 6xLED-HB-25-/830
Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 693 lm
Luminous flux (Lamps): 693 lm
Luminaire Wattage: 15.0 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 93 98 100 100 100
Fitting: 6 x LED-HB-25-/830 (Correction Factor 1.000).



30 Pieces Philips BBS415 W15L120 1xLED24/840 LIN-PC- N
Article No.:
Luminous flux (Luminaire): 2000 lm
Luminous flux (Lamps): 2000 lm
Luminaire Wattage: 28.0 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 63 90 98 100 100
Fitting: 1 x LED24/840/- (Correction Factor 1.000)

