

# Perancangan Pencahayaan GOR “Target” Keputih dengan Menganalisa Daya serta Menerapkan Konsep *Green Building*

Najma Madarina, Wiratno A. Asmoro, dan Heri Justiono

Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

*E-mail:* wiratno@ep.its.ac.id

**Abstrak**—GOR “Target” adalah gedung olah raga yang terdapat lapangan bulu tangkis di dalamnya. Mengingat fungsinya, GOR diharuskan untuk mempunyai pencahayaan yang baik dan sesuai standar agar pengguna dapat beraktivitas di dalam gedung secara maksimal. Bulutangkis merupakan olah raga yang bersifat *arcial* (udara) sehingga memerlukan kuat pencahayaan 200-400 lux. Setelah dilakukan pengambilan data kuat pencahayaan pada GOR “Target” didapatkan bahwa rata-rata kuat pencahayaan lapangan 1 adalah 28 lux, lapangan 2 adalah 31 lux, dan GOR “Target” adalah 33 lux. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa kuat pencahayaan GOR “Target” sangat jauh dari standar. Maka dibuat perancangan sistem pencahayaan dengan menggunakan *software* DIALux. Pada simulasi dengan menggunakan *software* DIALux, lampu yang terpasang diganti dengan luminair BY460P 1xLED 120S/740 WB GC. Luminair tersebut dipasang sebanyak 9 buah dan setinggi 5 meter menghasilkan kuat pencahayaan 130-650 lux dengan pemakaian energi per meternya adalah 8,275 kWh. Warna cat dinding telah sesuai dengan standar yaitu biru.

**Kata Kunci**—Kuat pencahayaan, luminair, lux, simulasi, *software* DIALux.

## I. PENDAHULUAN

CAHAYA sangat diperlukan oleh manusia untuk mengenali suatu objek secara visual. Pencahayaan yang baik memungkinkan orang melihat objek-objek secara jelas. Pencahayaan yang berlebihan tidak baik untuk penglihatan manusia. Pencahayaan yang baik harus memperhatikan pada kuantitas dan kualitas pencahayaan yang ditentukan oleh tingkat pantulan cahaya dan rasio pencahayaan pada lingkungan tersebut. Selain itu, efisiensi konsumsi energi listrik juga harus diperhatikan.

Gedung Olah Raga (GOR) merupakan sebuah gedung atau bangunan yang memberikan fasilitas berupa tempat olah raga di dalam ruangan. GOR “Target” adalah gedung olah raga yang terdapat lapangan bulu tangkis di dalamnya. Mengingat fungsinya, GOR diharuskan untuk mempunyai pencahayaan yang baik dan sesuai standar agar pengguna dapat beraktivitas di dalam gedung secara maksimal. Suatu ruangan dapat dikatakan layak atau nyaman dipengaruhi oleh beberapa faktor mulai dari termal bahkan sampai bahan demi keselamatan. Salah satu dari beberapa faktor tersebut adalah pencahayaan. Bulutangkis merupakan olah raga yang bersifat *arcial* (udara) sehingga memerlukan kuat pencahayaan 200-400 lux<sup>[1]</sup>. Maka dari itu diperlukan pengukuran

kuat pencahayaan yang sesuai standar pada GOR “Target”, sehingga dapat diketahui pencahayaan GOR “Target” telah memenuhi standar atau belum.

Pada penelitian ini, dilakukan perancangan pencahayaan GOR “Target” dengan mensimulasikan pada *software* DIALux. Perancangan ini melalui tahap pengambilan data kuat pencahayaan sesuai standar, analisa data hasil pengukuran, dan mengoptimalkan pencahayaan di dalam GOR “Target”. Maka pada hasil penelitian ini, diketahui rancangan pencahayaan untuk lapangan badminton serta perhitungan daya dan energi yang diperlukan untuk pencahayaan lapangan badminton yang sesuai standar. Sehingga hasil penelitian ini dapat diaplikasikan untuk lapangan yang lain.

## II. URAIAN PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan mengenai sistem pencahayaan sehingga perlu mengidentifikasi beberapa faktor yang mempengaruhi sistem pencahayaan, yaitu:

1. Denah GOR “Target” yang
2. meliputi ukuran gedung dan tiap-tiap lapangan bulu tangkis di GOR “Target”.
3. Spesifikasi GOR “Target” yang meliputi:
  - a. Bahan dan warna dinding
  - b. Bahan dan warna langit-langit
  - c. Bahan dan warna lantai.
4. Spesifikasi lampu yang dipakai di GOR “Target”.

### A. Denah GOR “Target”

GOR “Target” mempunyai panjang 15 m, lebar 15 m, tinggi dinding 10 m, dan tinggi puncak 15 m. GOR “Target” memiliki 2 lapangan bulu tangkis yang masing-masing berukuran 13,3 m x 6,06 m.

Pada penelitian ini, diperlukan data kuat pencahayaan pada GOR “Target” untuk mengevaluasi sistem pencahayaan yang terpasang telah sesuai standar atau belum. Data kuat pencahayaan tersebut diambil menggunakan alat *luxmeter*. Adapun *luxmeter* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *luxmeter* merk Mastech model MS6610. Menurut Philips<sup>[1]</sup>, working plane untuk olahraga udara (*arcial*) yang berupa bidang horizontal semu berjarak 1 meter dari permukaan lantai, maka begitu pula dengan pengambilan data. Pada penelitian ini dilakukan 5 kali pengambilan data.

Luas GOR “Target” adalah 225 m<sup>2</sup>, dengan panjang 15 meter dan lebar 15 meter. Karena luas lebih dari 100 m<sup>2</sup>, maka titik potong garis horizontal panjang dan lebar adalah pada jarak setiap 6 meter berdasarkan SNI 16-7062-2004.<sup>[2]</sup>

Dengan panjang 13,3 meter dan lebar 6,06 meter, lapangan bulu tangkis di GOR “Target” mempunyai luas 80,6 m<sup>2</sup>. Berdasarkan standar intensitas pencahayaan yang telah ditetapkan yaitu SNI 16-7062-2004, jika luas antara 10 sampai 100 m<sup>2</sup>, maka titik potong garis horizontal panjang dan lebar adalah pada jarak setiap 3 meter.

**B. Spesifikasi Lampu Terpasang**

Di GOR “Target” terdapat 2 armatur yang masing-masing berisi 7 buah lampu TL (*fluorescent*) 40 watt. Posisi armatur ditempel di dinding samping kanan-kiri (seperti terlihat pada Gambar 2.1.) setinggi 3,5 m dari permukaan lantai sehingga setiap lapangan mendapat pencahayaan 1 armatur. Pada simulasi DIALux yang dilakukan, lampu yang digunakan adalah lampu merek Phillips TL-X XL 40W/33-640 1SL dengan *luminous flux* 2300 lm dan daya 40 W.

**C. Penggambaran Contour**

Penggambaran contour ini dilakukan untuk mengetahui daerah dengan nilai yang tinggi dan rendah. Penggambaran contour dapat dilakukan setelah pengambilan data. Pada penelitian ini penggambaran contour dilakukan dengan *software*.

**D. Simulasi Menggunakan Software DIALux**

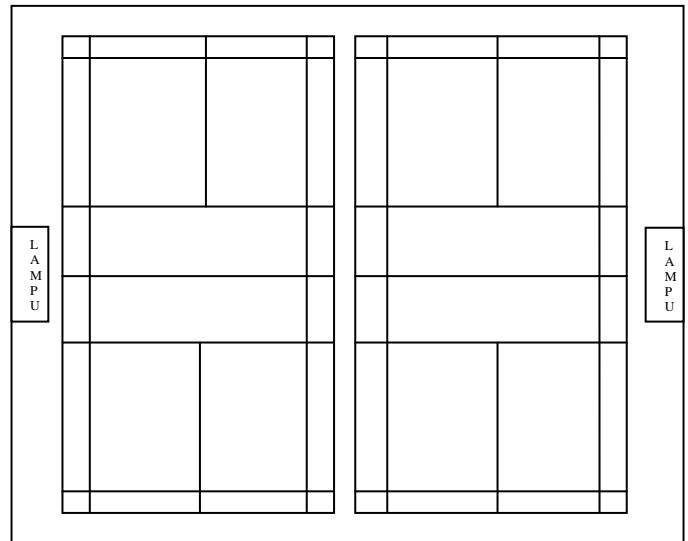
Sebelum memulai merancang sistem pencahayaan, dilakukan pembuatan ilustrasi denah GOR “Target”. Pembuatan ilustrasi tersebut diusahakan semirip mungkin dengan realita yang ada di GOR “Target”, mulai dari ukuran, posisi, sampai dengan lampu yang terpasang. Setelah ilustrasi selesai dibuat, simulasi dijalankan dan dibandingkan dengan data yang telah didapatkan sebagai validasi ilustrasi tersebut. Kemudian dapat dirancang sistem pencahayaan yang tepat dengan menerapkan konsep *green building*. Pada penelitian ini, perancangan yang dibuat mengacu pada *Badminton Design Guidance Note* [3].

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

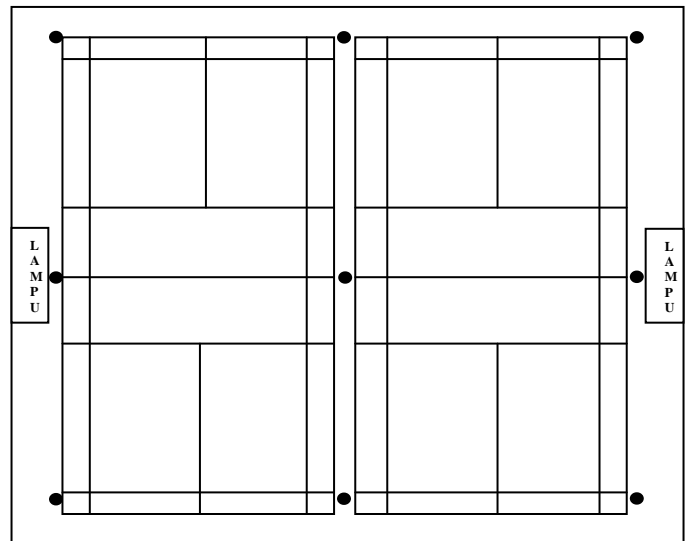
**A. Hasil Pengukuran Kuat Pencahayaan GOR “Target”**

Pada penelitian ini, pengukuran kuat pencahayaan di GOR “Target” dengan sistem pencahayaan awal atau yang telah terpasang dibagi menjadi 3 area, yaitu lapangan 1 (sebelah kanan), lapangan 2 (sebelah kiri), dan ruangan GOR “Target”.

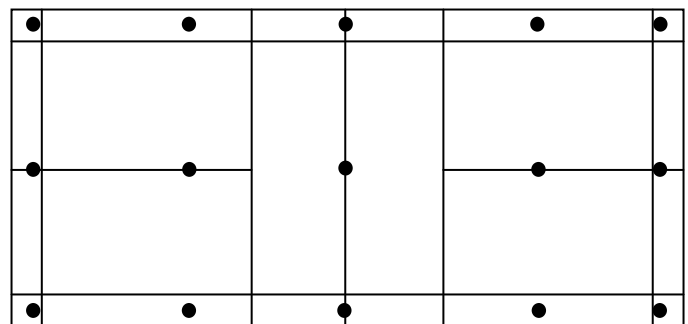
Sesuai dengan hasil pengukuran kuat pencahayaan pada lapangan 1 dan 2 GOR “Target”, pada tabel 4. juga memperlihatkan nilai-nilai yang kurang lebih sama pada titik-titik yang berdekatan atau sama. Pencahayaan tertinggi bernilai 84 lux dan terendah bernilai 20, sedangkan Philips<sup>[1]</sup> menentukan bahwa pencahayaan gedung badminton adalah 200 lux. Maka dari itu GOR “Target” memerlukan perancangan sistem pencahayaan agar sesuai standar dikarenakan belum memenuhi standar yang telah ditentukan.



Gambar 1. Denah GOR “Target”.



Gambar 2. Denah GOR “Target”.



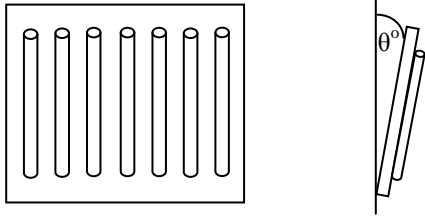
Gambar 3. Denah Lapangan di GOR “Target”.

**B. Spesifikasi GOR “Target”**

Tabel 1. Spesifikasi Ruang GOR “Target”

Elemen	Karakteristik	Data
Dinding	Tembok (Depan)	Biru
	Tembok (Kanan)	Biru
	Tembok (Kiri)	Biru
	Tembok (Belakang)	Biru
Langit-langit	Aluminium	Silver
Lantai	Keramik	Coklat

Luminair	TL 7x40 watt	2 buah
Ruangan	Panjang	15 m
	Lebar	15 m
	Tinggi	15 m
	Workplane	1 m
Lapangan Bulu Tangkis		2 buah



Gambar 4. Ilustrasi Armatur yang Terpasang di GOR “Target”

Tabel 2. Data Kuat Pencahayaan Lapangan 1 GOR “Target”

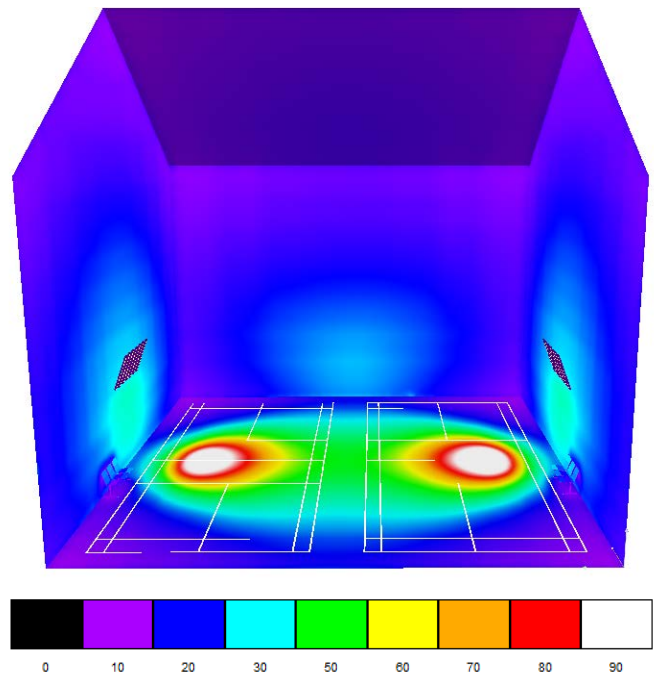
Titik Ukur	Pengambilan Data Ke- (lux)					Rata - Rata
	1	2	3	4	5	
1	20	22	21	22	21	21
2	20	19	18	19	17	19
3	16	18	17	17	18	17
4	40	43	42	42	42	42
5	33	32	31	34	33	33
6	22	24	23	23	23	23
7	36	46	48	45	43	44
8	35	31	32	32	32	32
9	20	20	21	22	22	21
10	41	44	44	43	41	43
11	37	36	37	36	37	37
12	27	27	27	27	27	27
13	20	20	20	22	20	20
14	23	24	24	24	24	24
15	22	23	22	23	22	22
Rata - rata						28

Tabel 3. Data Kuat Pencahayaan Lapangan 2 GOR “Target”

Titik Ukur	Pengambilan Data Ke- (lux)					Rata - Rata
	1	2	3	4	5	
16	21	21	20	20	21	21
17	23	23	24	24	24	24
18	21	22	21	21	21	21
19	28	29	29	29	28	29
20	36	37	37	36	37	37
21	47	47	48	48	47	47
22	20	21	20	21	20	20
23	37	38	37	37	38	37
24	50	52	51	54	53	52
25	29	27	28	28	29	28
26	38	36	36	37	38	37
27	53	53	52	54	52	53
28	20	22	22	22	21	21
29	24	23	24	23	24	24
30	20	22	21	22	21	21
Rata - rata						31

Tabel 4. Data Kuat Pencahayaan GOR “Target”

Titik Ukur	Pengambilan Data Ke- (lux)					Rata - Rata
	1	2	3	4	5	
A	25	25	26	26	25	25
B	21	22	22	22	22	22
C	22	22	22	22	22	22
D	83	83	83	83	84	83
E	31	31	31	33	31	31
F	74	75	75	74	75	75
G	23	23	23	23	23	23
H	20	20	21	20	21	20
I	21	21	20	20	20	20
Rata - rata						33



Gambar 5. Contour DIALux GOR “Target”

C. Perancangan Sistem Pencahayaan GOR “Target” dengan Menerapkan Konsep Green Building

Berdasarkan analisa data yang dilakukan bahwa kuat pencahayaan pada GOR “Target” tidak memenuhi standar yang ada, maka dibuatlah perancangan sistem pencahayaan pada GOR “Target” dengan menerapkan konsep *green building*. Perancangan yang dilakukan dengan memaksimalkan sistem pencahayaan yang telah terpasang pada GOR “Target” menggunakan alat bantu *software* DIALux. Perancangan yang dilakukan mengacu pada *Badminton Design Guidance Note (Sport England, 2011)*.

Pencahayaan setiap lapangan badminton pada GOR “Target” menggunakan 1 armatur yang berisi 7 lampu berdaya 40 watt sehingga keseluruhan daya yang dibutuhkan adalah 560 watt. Setelah dilakukan perhitungan mengenai energi yang terpakai dengan sistem pencahayaan ini, didapatkan bahwa energi yang terpakai adalah 285,6 kWh dengan tiap meter persegi lapangannya menggunakan energi sebesar 3,543 kWh. Pada simulasi, dapat diketahui pula nilai

keseragamannya ( $U_0$ ) adalah 0,222 yang berarti nilai kuat pencahayaan pada GOR “Target” kurang merata. Semakin besar nilai  $U_0$ -nya maka semakin baik karena semakin seragam atau merata. Untuk mengelompokan nilai perbandingan iluminasi, penelitian ini mengacu pada jurnal yang berjudul *Lighting Quality in Taiwan’s Badminton Courts*<sup>[4]</sup>. Didapatkan nilai perbandingan iluminasinya adalah 26,5 yang termasuk ke dalam 4<sup>th</sup> grade.

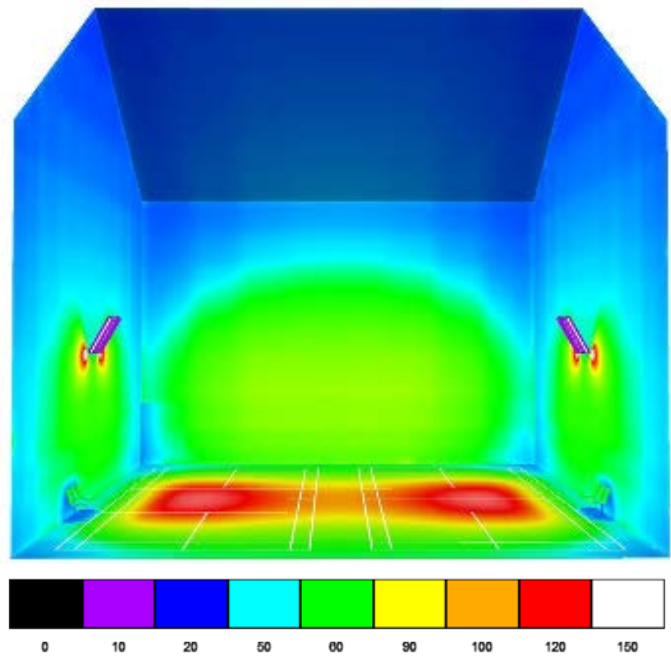
Armatur yang terpasang dibuat sendiri oleh pemilik GOR “Target” sehingga pada *software* tidak ditemukan armature tersebut. Jadi pada *software* armature tersebut digantikan dengan merangkai 7 luminair yang masing-masing berisi 1 lampu. Berdasarkan standar yang diacu, pencahayaan lapangan badminton setinggi 5 meter, maka pada *software* pencahayaan dipasang sesuai standar.

Perancangan yang dilakukan adalah memaksimalkan sistem pencahayaan yang telah terpasang, maka armatur yang awalnya datar, pada *software* dibuat melengkung. Setelah disimulasikan, sudut terbaik dalam melengkungkan luminair-luminair adalah 45°, 30°, 15°, 0°, -15°, -30°, dan -45° dengan sudut luminair terhadap dinding adalah 30°. Telah dilakukan simulasi menggunakan sudut 30°, 20°, 10°, 0°, -10°, -20°, dan -30° tetapi hasilnya kurang merata, sedangkan sudut 60°, 40°, 20°, 0°, -20°, -40°, dan -60°. menunjukkan hasil yang sama dengan sudut 45°, 30°, 15°, 0°, -15°, -30°, dan -45°.

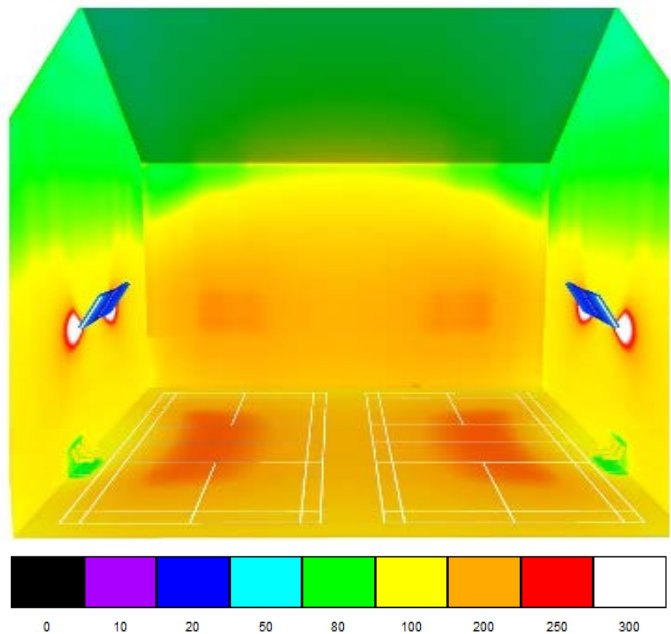
Dikarenakan setelah dilakukan perancangan dengan memaksimalkan sistem pencahayaan yang ada belum dapat dikatakan memenuhi standar, maka tahap selanjutnya yang dilakukan adalah penambahan lampu. Setelah disimulasikan, jumlah lampu terbaik untuk satu lapangan adalah 17 lampu dengan sudut 60°, 55°, 50°, 45°, 40°, 30°, 20°, 10°, 0°, -10°, -20°, -30°, -40°, -45°, -50°, -55°, dan -60°. Telah dilakukan simulasi menggunakan 10 dan 15 lampu tapi hasilnya belum memenuhi standar sedangkan menggunakan 19 lampu hasilnya memenuhi standar dan merata tetapi dayanya juga besar.

Dengan menambahkan lampu menjadi 17 setiap lapangan maka keseluruhan daya yang dibutuhkan adalah 1360 watt. Setelah dilakukan perhitungan mengenai energi yang terpakai dengan sistem pencahayaan ini, didapatkan bahwa energi yang terpakai adalah 693,6 kWh dengan tiap meter persegi lapangannya menggunakan energi sebesar 8,605 kWh. Pada simulasi, dapat diketahui pula nilai keseragamannya ( $U_0$ ) adalah 0,576 yang berarti nilai kuat pencahayaan pada GOR “Target” cukup merata. Didapatkan nilai perbandingan iluminasinya adalah 2,59 yang termasuk ke dalam 3<sup>rd</sup> grade.

Perancangan yang dilakukan adalah memindahkan 1360 watt tersebut ke atas sesuai dengan acuan pada *Badminton Design Guidance Note (Sport England, 2011)*. Yang dimaksud atas di sini adalah pencahayaan dari atas yang semula dari samping saja. Dengan mengusung konsep *green building*, maka perancangan yang dilakukan juga diharapkan menggunakan daya yang sekecil mungkin tetapi kuat pencahayaan yang dihasilkan tetap memenuhi standar yang telah ditetapkan. Maka dengan teknologi yang ada sekarang ini, lampu LED merupakan lampu yang dipakai pada perancangan ini.



Gambar 6. Contour 7 Lampu

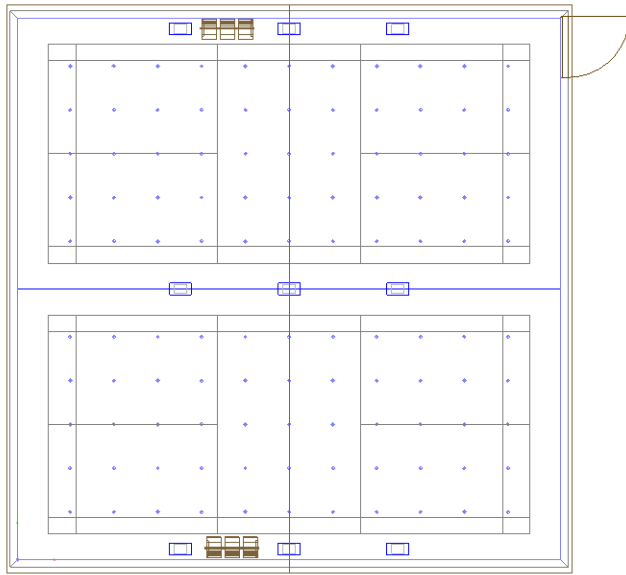


Gambar 7. Contour 17 Lampu

Luminair BY460P 1xLED 120S/740 WB GC terpilih sebagai luminair yang dipakai pada perancangan ini. Lampu LED 120S /740/- pun menjadi pengisi luminair tersebut. Luminair ini dipasang sebanyak 9 buah, pada dinding kanan-kiri lapangan masing-masing 3 buah dan diantara kedua lapangan 3 buah. Pada masing-masing tempat, 1 buah di pasang tepat disamping garis net dan yang lain berjarak 3 meter ke depan-belakang lampu tersebut. Luminair dipasang setinggi 5 meter dari lantai.

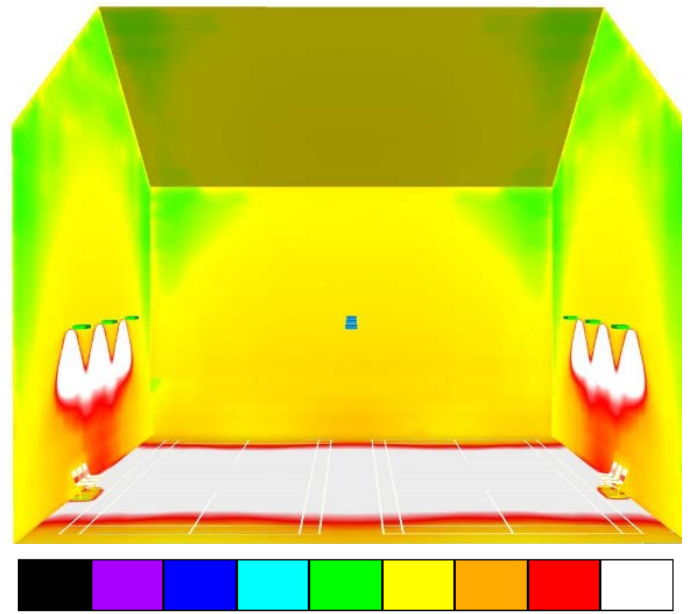


Gambar 8. Simulasi Perancangan Sistem Pencahayaan GOR “Target”.

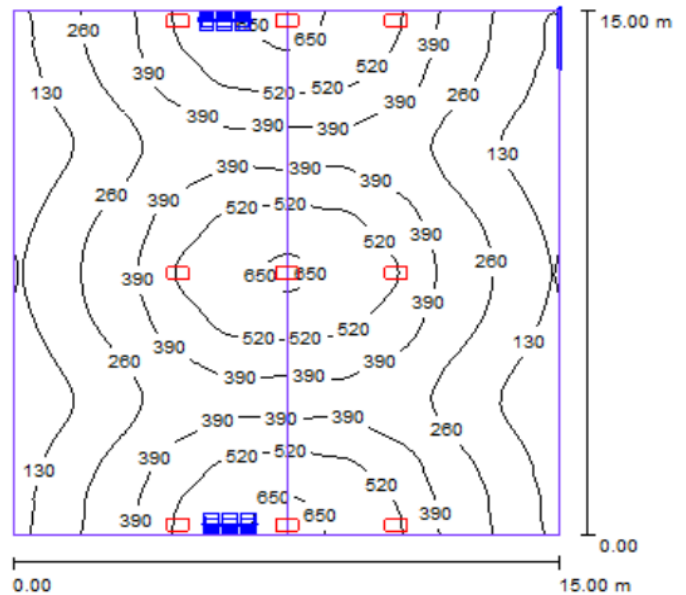


Gambar 9. Simulasi Perancangan Sistem Pencahayaan GOR “Target” – Floor Plan.

Dengan 12000 lumen, luminair ini dapat memenuhi kebutuhan kuat pencahayaan lapangan badminton yang telah distandarkan yaitu 200-400 lux. Dengan daya 145 watt pada setiap lampunya, maka daya keseluruhan yang dibutuhkan adalah 1305 watt yang berarti selisih 55 watt dari pemasangan 17 lampu. Setelah dilakukan perhitungan mengenai energi yang terpakai dengan sistem pencahayaan ini, didapatkan bahwa energi yang terpakai adalah 665,55 kWh dengan tiap meter persegi lapangannya menggunakan energi sebesar 8,275 kWh. Pada simulasi, dapat diketahui pula nilai keseragamannya ( $U_0$ ) adalah 0,257 yang berarti nilai kuat pencahayaan pada GOR “Target” kurang merata. Didapatkan nilai perbandingan iluminasinya adalah 7,67 yang termasuk ke dalam 4<sup>th</sup> grade. Gambar 9 menunjukkan bahwa penggantian lampu TL ke lampu LED memberikan dampak yang sangat besar. Di samping dayanya kecil, kuat pencahayaan yang didapatkan sangat besar.



Gambar 10. Contour Luminair BY460P 1xLED 120S/740 WB GC.



Gambar 11. Maping 2D Kuat Pencahayaan.

Warna yang disarankan untuk lapangan badminton menurut *Badminton Design Guidance Note (Sport England)* adalah biru dan hijau. Warna cat dinding GOR “Target” sudah sesuai dengan acuan yaitu biru dengan nilai reflektansi 50%.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data dan simulasi maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat pencahayaan pada GOR “Target” belum memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu 200-400 lux.

2. Telah dilakukan simulasi perancangan sistem pencahayaan dengan menggunakan *software* DIALux. Dari simulasi tersebut didapatkan hasil sebagai berikut:
- Luminair BY460P 1xLED 120S/740 WB GC dan lampu LED 120S /740/- dipasang sebanyak 9 buah pada dinding kanan-kiri lapangan masing-masing 3 buah dan diantara kedua lapangan 3 buah. Luminair dipasang setinggi 5 meter dari lantai.
  - Warna cat dinding GOR "Target" tidak perlu diubah, warna biru pada dinding GOR "Target" telah memenuhi standar dengan nilai reflektansi 50%.
3. Dengan menggunakan perancangan system pencahayaan tersebut, maka daya keseluruhan yang dibutuhkan adalah 1305 watt dan energi yang terpakai adalah 665,55 kWh

dengan tiap meter persegi lapangannya menggunakan energi sebesar 8,275 kWh.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Philips Lighting B.V. 1986. *Light and Perception*. Netherlands.
- [2] SNI 16-7062-2004.
- [3] *Badminton Design Guidance Note (Sport England, 2011)*
- [4] Chen, I-Shen. *Lighting Quality in Taiwan's Badminton Courts*. Taiwan.