BAB III

ELABORASI TEMA

3.1. Pengertian dan Teori Dasar Cahaya

3.1.1. Pengertian Cahaya

Cahaya merupakan energi berbentuk gelombang dan membantu kita melihat benda di sekeliling kita. Sifat-sifat cahaya ialah, cahaya bergerak lurus ke semua arah. Cahaya juga dapat dipantulkan. Keadaan ini disebut sebagai pantulan cahaya. Cahaya terdiri dari partikel halus yang memancar ke semua arah dari sumbernya. Cahaya dipancarkan ke semua arah sebagai gelombang.

Cahaya juga merupakan suatu gejala fisis. Ketika suatu sumber cahaya memancarkan energi, sebagian dari energi ini diubah menjadi cahaya tampak. Perambatan cahaya di ruang bebas dilakukan oleh gelombang elektro magnetik. Jadi, cahaya merupakan suatu gejala getaran. Gejala-gejala getaran yang sejenis dengan cahaya adalah gelombang panas, gelombang radio, gelombang teleisi, gelombang radar, dan lain sebagainya. Letak perbedaan antara gelombang-gelombang ini adalah pada frekuensinya saja.

3.1.2. Teori Dasar Cahaya

Cahaya hanya merupakan suatu bagian dari berbagai gelombang elektromagnetis. Gelombang tersebut memiliki panjang gelombang dan frekuensi tertentu, yang nilainya dapat dibedakan dari energi cahaya lainnya dalam spektrum elektromagnetis. Cahaya dipancarkan dari suatu benda dengan fenomena sebagai berikut:

- Pijar

Dalam wujud padat dan cair memancarkan radiasi yang dapat dilihat bila dipanaskan sampai suhu 1000 K. intensitas meningkat dan penampakan menjadi semakin putih jika suhu naik.

- Muatan Listrik

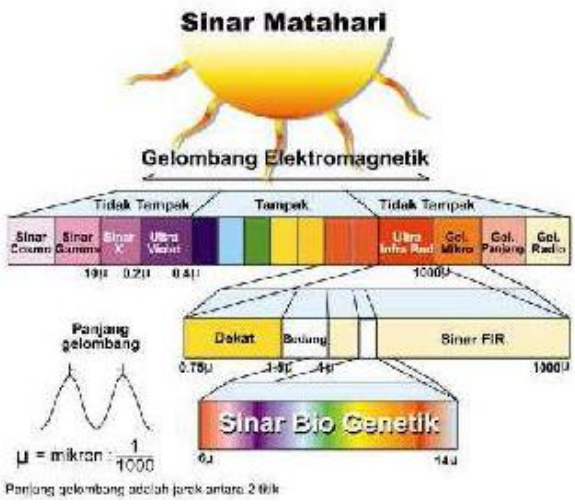
Jika arus listrik dilewatkan melalui gas, maka atom dan molekul memancarkan radiasi di mana spektrumnya merupakan karakteristik dari elemen yang ada.

- *Electro Luminescence*

Cahaya dihasilkan jika arus listrik dilewatkan melalui padatan tertentu seperti semi konduktor atau bahan yang mengandung fosfor.

- *Photoluminescence*

Radiasi pada salah satu panjang gelombang diserap, biasanya oleh suatu padatan dan dipancarkan kembali sebagai panjang gelombang. Bila radiasi yang dipancarkan kembali tersebut merupakan fenomena yang dapat terlihat, maka radiasi tersebut disebut *fluorescence* atau *phosphorescence*.



Gambar 3.1. Gelombang Sinar Matahari
Sumber: dewey.petra.ac.id/jiunkpe_dg_19538.html

3.1.3. Istilah Umum tentang Cahaya

Berikut ini adalah istilah-istilah yang berhubungan dengan cahaya serta pengaplikasiannya:

- *Lumen*

Satuan *flux* cahaya; *flux* dipancarkan di dalam satuan unit sudut padatan oleh suatu sumber dengan intensitas cahaya yang seragam satu *candela*. Satu *lux* adalah satu *lumen* per meter persegi. *Lumen* (Lm) adalah kesetaraan fotometrik dari *watt*, yang memadukan respon mata "pengamat standar". 1 *watt* = 683 *lumen* pada panjang gelombang 555 nm.

- *Efficacy* Beban Terpasang

Merupakan iluminasi/terang rata-rata yang dicapai pada suatu bidang kerja yang datar per watt pada pencahayaan umum di dalam ruangan yang dinyatakan dalam lux/W/m2.

- Indeks Ruang

Merupakan perbanding yang berhubungan dengan ukuran bidang keseluruhan terhadap tingginya di antara tinggi bidang kerja dengan bidang titik lampu.

- Intensitas Cahaya dan *Flux*

Satuan intensitas cahaya adalah *candela* (cd) juga dikenal dengan internasional *candle*. Satu *lumen* setara dengan *flux* cahaya yang jatuh pada setiap meter persegi pada lingkaran dengan radius satu meter jika sumber cahayanya isotropik 1 *candela* (yang bersinar sama ke seluruh arah) merupakan pusat isotropik lingkaran.

- *Luminaire*

Satuan sahaya yang lengkap, terdiri dari sebuah lampu atau beberapa lampu, termasuk rancangan pendistribusian cahaya, penempatan dan perlindungan lampu-lampu ke pasokan daya.

- *Lux*

Merupakan satuan metrik cahaya pada suatu permukaan, cahaya rata-rata yang dicapai adalah rata-rata tingkat *lux* pada berbagai titik pada area yang sudah ditentukan. Satu *lux* setara dengan satu *lumen* per meter persegi.

- Perbandingan *Effifacy* Beban Terpasang

Merupakan perbandingan effifacy beban target dari beban terpasang.

- Suhu Ruang

Suhu warna, dinyatakan dalam skala *Kelvin* (K), adalah penampakan warna lampu itu sendiri dan cahaya yang dihasilkannya. Bayangkan sebuah balok baja yang dipanaskan secara terus-menerus hingga berpijar, awalnya berwarna oranye kemudian kuning dan seterusnya hingga menjadi “putih panas”. Hal ini merupakan dasar teori untuk suhu warna. Suhu warna lampu membuat sumber cahaya akan tampak “hangat”, “netral”, atau “sejuk”. Umumnya makin rendah suhu, makin hangat sumber dan sebaliknya

- Tinggi *Mounting*

Merupakan tinggi peralatan atau lampu di atas bidang kerja.

3.2. Pengertian Pencahayaan Alami

Cahaya alami merupakan cahaya yang bersumber dari energi maupun material alam yang dapat kita peroleh melalui cahaya matahari, sinar bulan, cahaya api, maupun melalui mineral fosfor.

Cahaya alami memiliki beberapa keunggulan yang tidak dimiliki oleh cahaya buatan, antara lain:

1. Mencegah kelembaban berlebih dalam ruang
2. Menghemat energi
3. Memberi kehangatan dalam ruang (suhu kenyamanan ruang)
4. Sinar UV dapat membunuh kuman dalam ruang

Cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruang dan memberikan penerangan yang cukup melalui bukaan-bukaan yang ada, misalnya melalui:

1. Jendela aktif (bisa dibuka) dan juga jendela pasif (pada bagian tertentu kadang menggunakan *glass block*)
2. Pintu
3. Void bangunan dan juga pada area yang tidak memungkinkan dipasang jendela, dapat juga menggunakan langi-langi yang transparan, biasanya disebut *skylight*.

3.3. Faktor Pencahayaan Alami Siang Hari

Faktor pencahayaan alami siang hari adalah perbandingan tingkat pencahayaan pada suatu titik dari suatu bidang tertentu di dalam suatu ruangan terhadap tingkat pencahayaan terhadap tingkat pencahayaan bidang datar di lapangan terbuka, yang merupakan ukuran kinerja lubang

cahaya ruangan tersebut. Faktor pencahayaan alami siang hari terdiri dari 3 komponen meliputi:

1. Komponen langit (faktor langit-fl)

Komponen pencahayaan yang berasal langsung dari cahaya langit

2. Komponen refleksi luar (faktor refleksi luar-frl)

Komponen pencahayaan berasal dari refleksi benda-benda yang berada di sekitar bangunan yang bersangkutan.

3. Komponen refleksi dalam (faktor refleksi dalam-frd)

Komponen pencahayaan yang berasal dari refleksi permukaan-permukaan dalam ruangan, dari cahaya yang masuk ke dalam ruangan akibat refleksi benda-benda di luar ruangan maupun dari cahaya langit.

3.4. Tingkat Kenyamanan Visual dalam Ruang

Kenyamanan dalam sebuah ruangan harus memperhatikan faktor kenyamanan visual. Kenyamanan visual dipengaruhi oleh peletakan sumber cahaya. Kenyamanan visual sangat berhubungan dengan luminansi objek. Luminansi dapat dihubungkan dengan silau. Kenyamanan visual dapat diklasifikasikan menjadi empat tingkat, yaitu:

1. Tidak dapat dipersepsikan (*inperceptible*)

Pada tingkat ini, mata belum dapat atau tidak dapat melakukan tugas visualnya karena luminansi dari sekeliling objek terlalu rendah sehingga mata tidak merasakan kekontrasan.

2. Kenyamanan visual yang dapat diterima (*acceptable*)

Pada tingkat ini, mata sudah dapat merasakan atau menerima tingkat kenyamanan karena kekontrasan sesuai dengan daya akomodasi mata. Kondisi ini adalah kondisi yang paling baik.

3. Kondisi visual yang tidak nyaman (*uncomfortable*)

Pada kondisi ini, mata menerima cahaya dengan luminansi yang cukup tinggi sehingga menyebabkan kekontrasan yang membuat mata lelah.

4. Gangguan visual yang tidak dapat ditolerir mata (*intolerable*)

Pada kondisi ini, mata sama sekali tidak dapat menerima cahaya karena luminansi sekeliling objek yang terlalu tinggi.

3.5. Gangguan pencahayaan

1. Glare

Glare atau silau merupakan faktor pengganggu penglihatan. Silau didefinisikan sebagai kondisi penglihatan di mana terjadi ketidaknyamanan ataupun pengurangan kemampuan melihat objek karena adanya ketidaksesuaian distribusi atau rentang iluminansi, maupun karena nilai kontras yang terlalu besar.

Silau dapat terjadi karena radiasi langsung sumber cahaya ke mata maupun karena pantulan cahaya dari suatu permukaan ke mata yang dapat mengurangi kemampuan mata melakukan tugas visualnya. Besarnya sensasi silau dipengaruhi oleh besarnya sumber cahaya, posisi objek dan sudut pandang terhadap sumber cahaya serta luminansi latar belakang ruangan tersebut di mana mata telah beradaptasi. Menurut sumbernya, silau dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu silau langsung dan tidak langsung. Menurut efeknya, silau dibagi menjadi *disability glare* dan *dicomfort glare*.

2. Silau langsung

Silau langsung disebabkan oleh luminansi yang besar dari sumber cahaya seperti lampu dan matahari. Hal ini dapat menyebabkan berkurangnya

kejelasan dalam melihat suatu objek. Silau langsung dapat dihindari dengan mengatur tata letak sumber cahaya terhadap sudut pandang mata.

3. Silau tidak langsung

Silau tidak langsung disebabkan oleh pantulan dari suatu permukaan yang mengakibatkan berkurangnya kejelasan dalam melihat objek, silau tidak langsung biasanya terjadi pada permukaan mengkilat. Contohnya adalah pantulan dari monitor komputer.

4. Disability glare

Disability glare yaitu silau yang menyebabkan ketidakmampuan melihat. *Disability glare* disebabkan oleh radiasi langsung dari sumber cahaya ke mata, maupun pantulan langsung. Gangguan ini dapat diatasi dengan mengatur distribusi intensitas cahaya terpusat menjadi difus, atau distribusi tidak langsung.

5. Discomfort glare

Discomfort glare yaitu silau yang menyebabkan ketidaknyamanan melihat. *Discomfort glare* dapat menurunkan kemapuan mata dalam melakukan tugas visualnya dan dapat menyebabkan kelelahan mata. Respon ketidaknyamanan ini dapat terjadi segera, tetapi dapat pula terjadi setelah mata terpapar oleh sumber silau dalam jangka waktu yang lebih lama.

3.6. Studi Banding Tema

3.6.1. Detail Proyek

Nama Proyek : Ben Franklin Elementary School, Kirkland WA

Pemilik : Lake Washington School District

Arsitek : Mahlum Architects

Teknisi : Stantec



Gambar 3.2. Ben Franklin Elementary School
(Sumber: http://www.discoverdesign.org/discover/spaces)

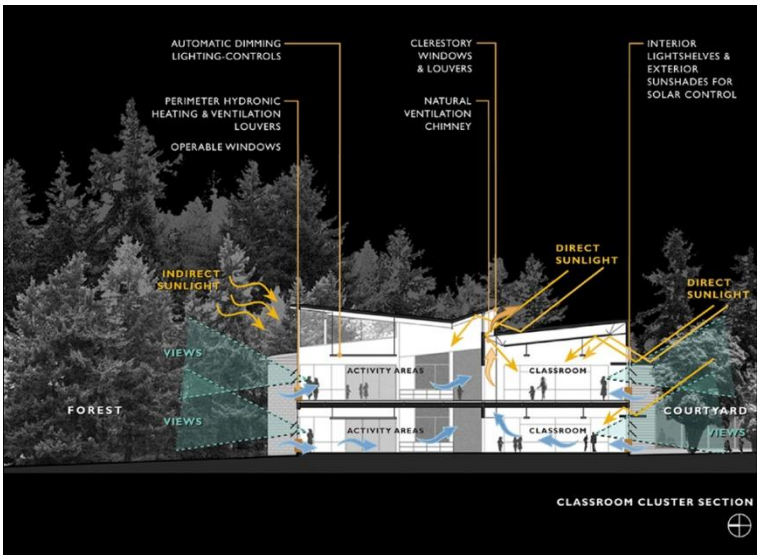
Lama Perancangan : 2002-2004

Lama Pembangunan : 2004-2005

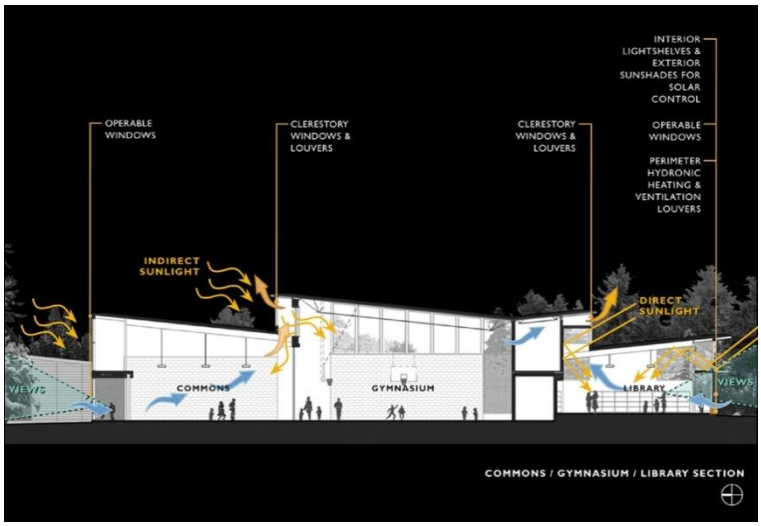
Luas Lahan : 57,000 SF

Biaya **:** $10,000,000

3.6.2. Konsep Rancangan



Gambar 3.3. Potongan Bangunan yang memperlihatkan konsep rancangan
(Sumber: http://www.discoverdesign.org/discover/spaces)



Gambar 3.4. Potongan Bangunan yang memperlihatkan konsep rancangan (Sumber: http://www.discoverdesign.org/discover/spaces)

Kedua gambar di atas menjelaskan bahwa konsep yang digunakan pada bangunan sekolah ini adalah mengoptimalkan pencahayaan alami siang hari pada ruang-ruang dengan cara:

1. Memasukkan langsung cahaya langit (*indirect sunlight*) pada ruangan melalui bukaan-bukaan berupa jendela.
2. Memasukkan cahaya matahari langsung (*direct sunlight*) dengan cara dipantulkan dahulu kepada suatu bidang pantul sebelum dimasukkan ke dalam ruangan.

3.6.3. Foto-foto

Berikut akan diperlihatkan hasil dokumentasi foto bagaimana implikasi tema pada desain Ben Franklin Elementary:



Gambar 3.5. *Break Room* dan Perpustakaan
(Sumber: http://www.discoverdesign.org/discover/spaces)



Gambar 3.6. *Sports Hall*
(Sumber: http://www.discoverdesign.org/discover/spaces)



Gambar 3.7. Sun Shading
(Sumber: http://www.discoverdesign.org/discover/spaces)



Gambar 3.8. Ruang Kelas dan Ruang Guru
(Sumber: http://www.discoverdesign.org/discover/spaces)

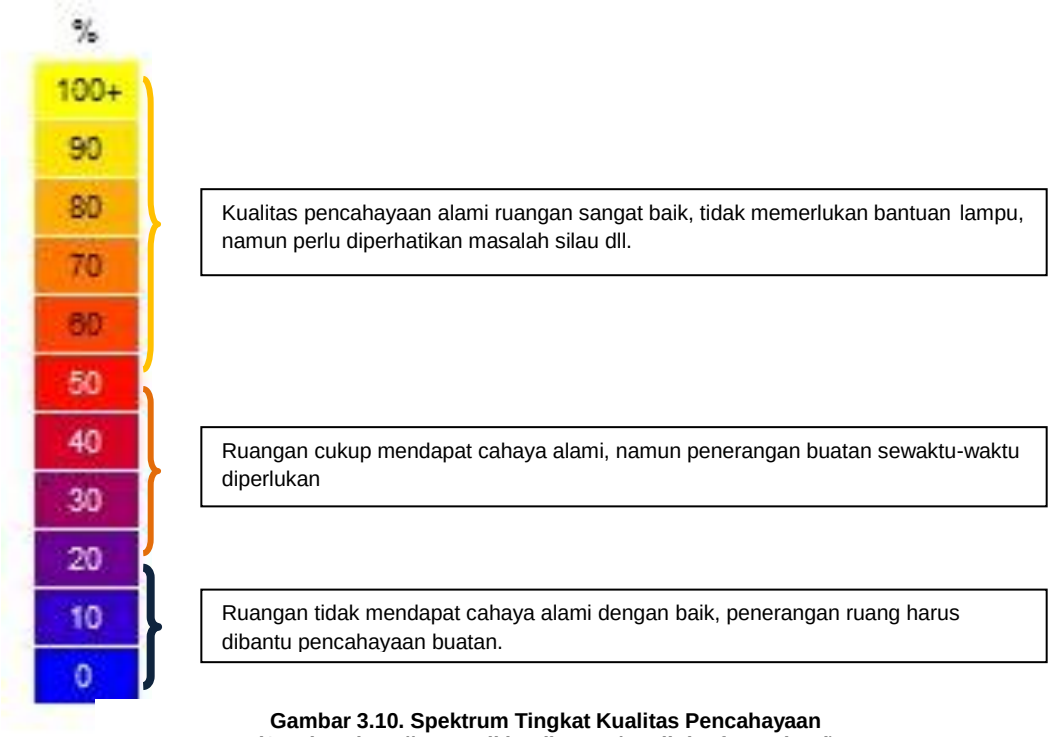


Gambar 3.9. Sketsa Tampak Bangunan
(Sumber: http://www.discoverdesign.org/discover/spaces)

3.7. Metode yang Digunakan

Berikut metode yang digunakan dalam menentukan kualitas pencahayaan alami pada ruang-ruang Sekolah Menengah Terpadu yang akan dirancang

1. Perhitungan nilai Faktor Langit Minimum (FLmin) pada Titik Ukur Utama/TUU (dan Titik Ukur Samping/TUS) -→ SNI 03-2396-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung, dengan tujuan untuk memperoleh dimensi bukaan.
2. Mensimulasikan ruang yang dianalisa dalam bentuk 3-d model dengan bantuan *software* ArchiCAD 15.
3. Uji Spektrum dengan bantuan *software* Ecotech Analysis yang nantinya akan memperlihatkan kualitas pencahayaan dalam ruang berdasarkan tingkatan yang dijelaskan seperti gambar di bawah.



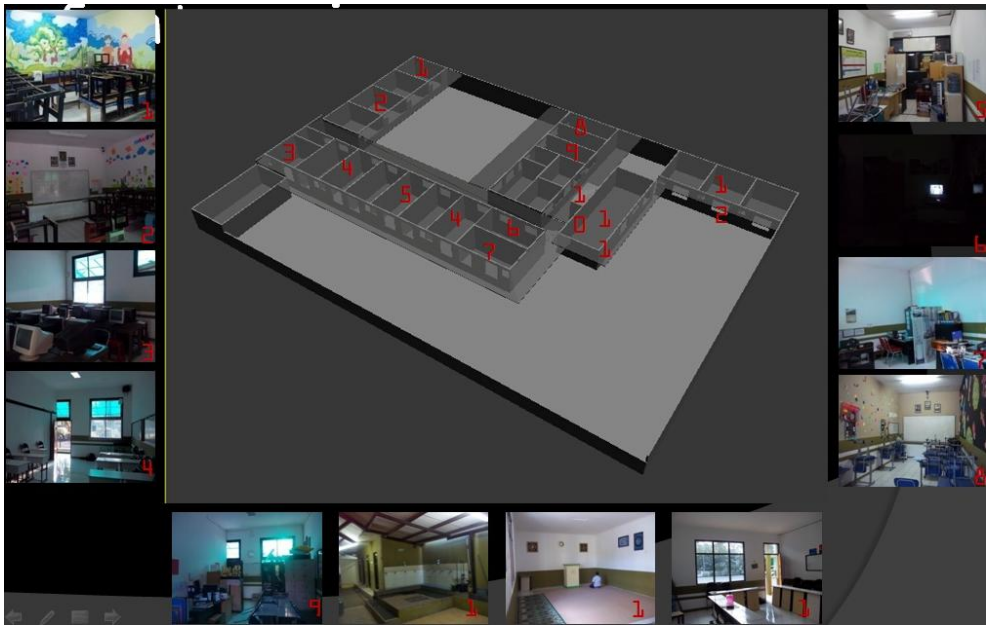
Gambar 3.10. Spektrum Tingkat Kualitas Pencahayaan
(Sumber: http://www.wikipedia.com/Daylight_factor.html)

3.8. Studi Kasus

Studi kasus dilakukan untuk mengetahui kualitas pencahayaan di suatu sekolah, terutama untuk mengetahui apakah ruang-ruang yang ada di sekolah tersebut masih memakai lampu di siang hari atau tidak. Selain itu, studi kasus ini dilakukan sebagai sarana untuk mencoba *software Ecotect Analysis*. Sekolah yang dipilih adalah SD dan SMP Alfa Centauri yang beralamat di jalan Palasari Bandung.

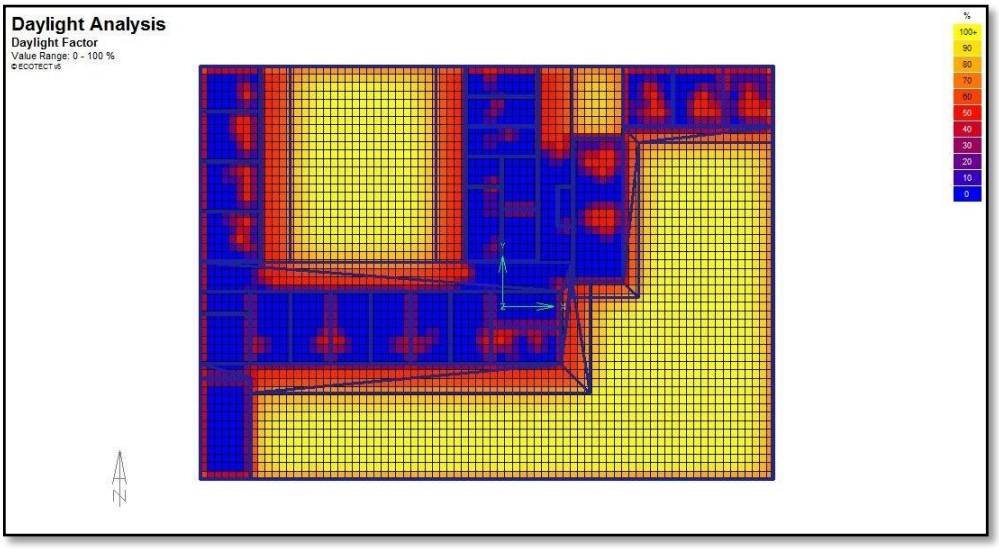
Terdapat empat hal utama yang dilakukan terhadap sekolah yang dijadikan sebagai studi kasus ini, yaitu:

1. Dokumentasi, untuk mengetahui kondisi aktual dari setiap ruang-ruang yang ada di sekolah tersebut terutama dari segi kualitas penerangannya
2. Pengukuran, untuk mengetahui dimensi (panjang, lebar, dan tinggi) ruang-ruang yang ada, serta untuk mengetahui luas dan posisi bukaan (pintu dan jendela) di setiap ruang.
3. Pemodelan ulang, yaitu membuat ulang model 3-D secara skematik berdasarkan hasil pengukuran. Berikut merupakan hasil dari pemodelan beserta beberapa foto dokumentasi:



Gambar 3.11. Model 3-D Skematik dan Dokumentasi SD dan SMP Alfa Centauri (Sumber: Dokumen Pribadi)

4. Pengetesan dengan *software*, yaitu meng-*import* model 3-D ke dalam Ecotect Analysis untuk dilakukan analisis pencahayaan alami dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 3.12. Hasil Uji Spektrum yang Memperlihatkan Kualitas Pencahayaan Alami di SD dan SMP Alfa Centauri
(Sumber: Dokumen Pribadi)

Berdasarkan hasil analisis pencahayaan alami yang dilakukan, terlihat dengan jelas bahwa untuk penerangan ruang di SD dan SMP Alfa Centauri ternyata masih memerlukan bantuan lampu pada waktu siang hari. Dengan kata lain, kualitas pencahayaan alami di sekolah tersebut tidak baik.