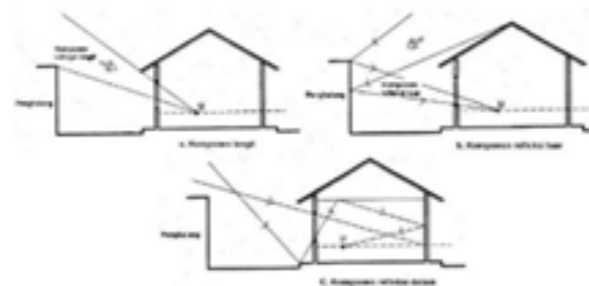


## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami merupakan salah satu faktor dapat di manatkan untuk menurunkan konsumsi energi listrik khususnya pada pencahayaan dengan memanfaatkan cahaya saat jam kerja dan bersantai ( attailah, bakhtiar & badriana, 2029, fleta 2021 ) adanya daylight pada bangunan merupakan hal yang penting karena dapat meningkatkan produktifitas kenyamanan dan kualitas psikologis pada bangunan ( atthailah, bakhtiar & badrian , 2019 ; fleta,2021). Pencahayaan alami bermanfaat untuk kenyamanan penguni baik dari segi lingkungan yang sehat maupun suasana yang lebih hidup dan menyenangkan ( ande & schade, 2002). Lingkungan dengan pencahayaan alami juga dapat memberikan kesejatrahan fisiologis manusia ( sambira et al,2012) sehingga dalam hal ini manfaat fisiologis dan psikologis adalah alasan yang baik untuk menggunakan cahaya alami sebagai penerapan ruangan. Pemanfaat cahaya alami juga mendukung system sirkadian pada manusia untuk mengenali informasi waktu dan aktivitas ( sambira et., al 2012). Dalam perkembangan teknologi pencahayaan alami yang diterapkan dalam bangunan telah meminimalisir konsumsi energi listrik (Chandra, T., 2013). Natural daylight factor adalah suatu perbandingan antara intensitas cahaya suatu titik bidang tertentu didalam ruang dengan intensitas pencahayaan bidang datar di area terbuka. Faktor pencahayaan alami di siang hari memiliki 3 komponen yaitu :

1. Sky componen merupakan sistem pencahayaan yang menerima cahaya langsung dari langit
2. externaly refected komponen merupakan komponen dari sistem pencahayaan yang berupa benda-benda yang mampu merefleksikan cahaya dari bangunan sekitar menuju ke bangunan yang bersangkutan
3. Internally reflector merupakan komponen dari sistem pencahayaan yang berupa bagian yang memantulkan cahaya dari dalam dan menuju ruangan itu sendiri.



Gambar 2.1 Sistem pencahayaan alami  
Sumber: Sumber: SNI 03-2001

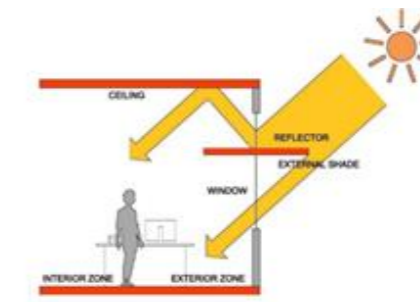
### 2.2. Pencahayaan Alami Sebagai Strategi Berkelanjutan

Daylighting menjadi satu-satunya sumber cahaya yang efisien sehingga secara arsitektur memiliki tujuan untuk merancang bukaan sebagai distribusi cahaya matahari kedalam bangunan yang terang sistem daylight dan strategi control yang canggih merupakan langka untuk menyediakan lingkungan bangunan yang terang. Rama pengguna, dan hemat energi, system ini perlu di integrasikan dengan strategi awal perancangan bangunan dari perspektif efisiensi energi, daylighting membagi kebutuhan listrik untuk penerangan ruang yang memadai. Pada tingkat yang sederhana lokasi, kondisi matahari, dan data pencahayaan pada kedalam ruang tertentu dapat di gunakan sebagai evaluasi kinerja daylight untuk efisiensi energi.

Strategi pencahayaan di bagi menjadi satu yaitu side lighting menggunakan jendela samping bangunan bangunan untuk menerima cahaya siang hari kedalam interior bangunan. Strategi ini nyaman untuk penguni bangunan dan menyediakan view serta memungkinkan untuk implementasi berbagai macam model ventilasi. Side-lighting memberikan arah cahaya yang kuat, tetapi cahaya dapat berkurang seiring bertambahnya jarak kedalam ruang dari bukaan samping. Strategi ini baik untuk permukaan bidang kerja horizontal

### 2.3. Light Shelf

Desain menggunakan pencahayaan alami adalah sebuah panduan antara seni dan ilmu pengetahuan. Dibutuhkan sistem yang baik/tinggi untuk menangkap sinar matahari yang masuk dalam ruangan interior untuk menyebarkan pencahayaan kedalam ruangan dengan mengontrol sifat panas dan silau agar tidak serta masuk kedalam. Salah satu sistem tersebut adalah light shelf.



Gambar 2.2 Sistem distribusi sinar matahari melalui light shelf  
Sumber : Jurnal Intra Vol. 3, No. 2, (2015) 127-136

Light shelf memberikan perlindungan dan pencahayaan tidak langsung untuk ruangan dalam, meningkatkan masuknya jumlah cahaya matahari kedalam ruangan. Light shelf paling efektif digunakan pada sisi selatan bangunan tapi juga dapat digunakan pada sisi timur dan barat bangunan. Light shelf didesain untuk membawa masuk radiasi cahaya matahari kedalam ruangan dan menerangi plafon, dimana cahayanya menjadi pencahayaan tidak langsung difusi, yang

merupakan satu dari jenis pencahayaan yang terbaik untuk kenyamanan dan beraktivitas. Light shelf dapat menangkap dan mengalihkan sinar matahari langsung. Light shelf memiliki keuntungan yang terbatas dengan cahaya yang menyebar, ketika cuaca sedang berawan dan matahari tertutup awan. Pada umumnya, light shelf berfungsi baik jika dibuat pada sisi selatan bangunan.

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan light shelf:

1. Posisi
2. Bentuk
3. Ukuran
4. Kemiringan
5. Bahan material Keuntungan menggunakan light shelf Sekarang light shelf tersedia dalam bentuk rakitan yang mudah untuk dipasang. Light shelf menambahkan tingkat pencahayaan dalam ruang dan mengurangi silau cahaya matahari.
6. Light shelf bagian luar bisa digunakan sebagai penghalang sinar matahari yang menyentrong ke dalam ruangan.
7. Light shelf dapat meningkatkan jumlah cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan. Light shelf yang efektif membutuhkan 4 komponen

#### 2.4. Nilai Lux

Lux adalah satuan metrik ukuran cahaya pada suatu permukaan. Cahaya rata-rata yang dicapai adalah rata-rata tingkat lux pada berbagai titik pada area yang sudah ditentukan 1 lux setara dengan 1 lumen per meter persegi.

#### 2.5. Standar Pencahayaan Ruang kelas

Standar kuat penerangan untuk mencapai kenyamanan visual bagi pemakai pada gedung. Standar tersebut berdasarkan fungsi ruang dan efektivitas pencahayaan

Tabel 2.1 Standar iluminasi menurut SNI

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)
<b>Lembaga pendidikan :</b>	
Ruang kelas	350
Perpustakaan	300
Laboratorium	500
Ruang praktek komputer.	500
Ruang laboratorium bahasa.	300
Ruang guru	300
Ruang olahraga	300
Ruang gambar	750
Kantin	200

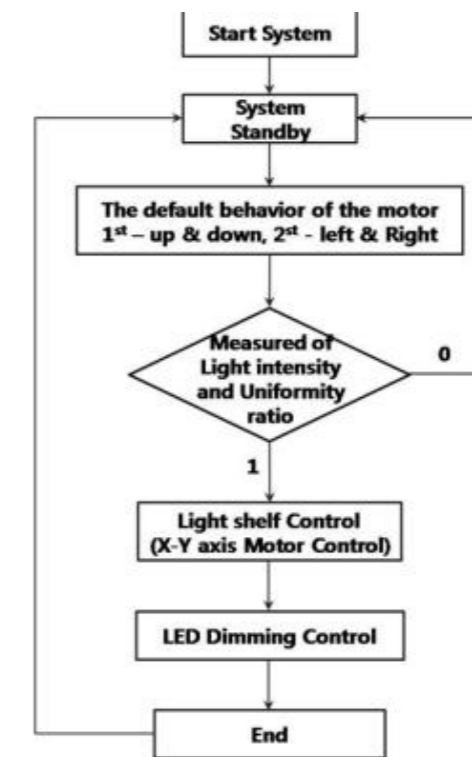
Sumber: Sumber: SNI 03-2001

## 2.6. Hasil Penelitian tentang Light Shelf

Berikut merupakan jurnal tentang penelitian light shelf yang dilakukan berbagai negara di dunia yang sudah dibaca oleh peneliti. Berdasarkan penelitian sebelumnya tersebut peneliti juga membuat batasan untuk peneliti kali ini agar dapat berjalan dengan baik serta mendapatkan hasil yang lebih baik.

### 2.6.1. Pengaturan light shelf otomatis

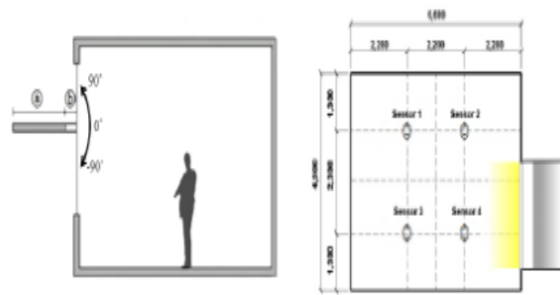
Penelitian dilakukan oleh Su Yong Lee dan Yoo Kang Ji pada tahun 2014. Dua dosen Republik Korea ini meneliti kinerja sistem light shelf yang disambungkan dengan LED dimming control, yang membuat light shelf dapat bergerak sendiri mengikuti pola gerak matahari sehingga pantulan sinar matahari ke dalam ruangan dapat lebih maksimal.



Gambar 2.3 Flowchart sistem pantulan matahari  
Sumber: Lee Su Yong dan Ji Yoo Kang, 2014

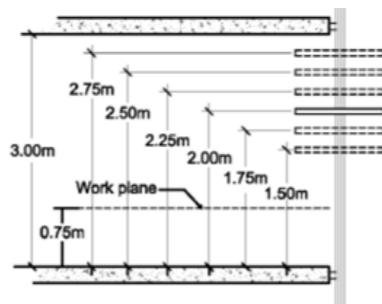
### 2.6.2. Jarak light shelf dan jendela

Penelitian ini dilakukan oleh Sun Hyeon Kwon, Heang Woo Lee, dan Yong Seong Kim pada tahun 2014. Ketiganya merupakan alumni mahasiswa Kookmin University, Korea. Mereka melakukan penelitian tentang fungsi kinerja light shelf terhadap jarak jendela. Penelitian dilakukan dengan light shelf yang diubah kemiringan, diletakkan pada jarak 0-300 mm dari jendela kemudian diukur di 4 titik pengukuran. Pada saat pengukuran sudut kemiringan light shelf juga diubah setiap 10° dari -90° sampai 90°.



Gambar 2.4 Sistem konfigurasi light shelf  
sumber: Kwon, Lee, dan Kim, 2014

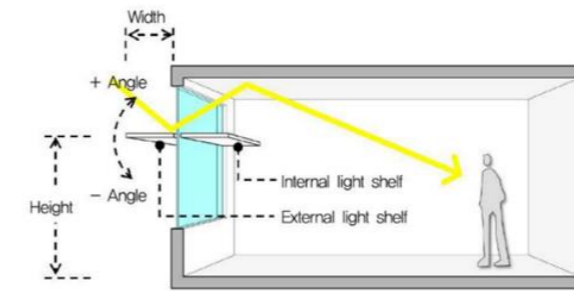
Penelitian ini dilakukan oleh Ashikur Rahman Joarder, Zebun Nasreen Ahmed, Andrew Price, dan Monjur Mourshed pada tahun 2009. Mereka melakukan penelitian terhadap ketinggian light shelf pada jendela dari lantai. Pengukuran dilakukan pada ketinggian 75 cm di atas lantai, sedangkan eksperimen ketinggian light shelf berada diantara 1,5 sampai 3 meter di atas lantai.



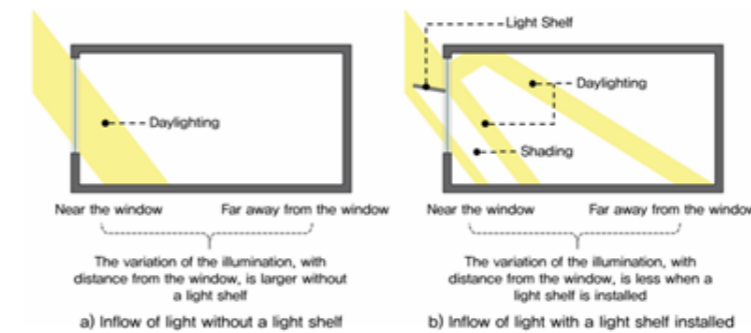
Gambar 2.5 Metode pengukuran ketinggian  
Sumber : Joarder, Ahmed, Price, dan Mourshed, 2009

## 2.7. Konsep Light Shelf dan Kajian

Rak lampu adalah sistem pencahayaan alami khas yang dipasang pada jendela yang mengurangi energi pencahayaan dengan memasukan cahaya alami eksternal jauh kedalam ruangan melalui penggunaan reflektor dan permukaan langit-langit rak lampu dapat meningkatkan keseragaman dengan mengalangi cahaya alami eksternal memmasuki ruangan secara langsung melalui jendela variabel yang menentukan kinerja pencahayaan alami pada rak lampu meliputi ketinggian sudut dan reflektansi. Sudut rak lampu merupakan faktor penting dalam kinerja nya. Banyak penelitian telah lakukan mengoptimalkan sudut light shelf untuk merespons lingkungan eksternal namun menyesuaikan sudut light shelf memerlukan energi tambahan untuk mengoperasinya. Rak lampu diklarifikasikan menjadi eksternal atau internal tergantung pada posisi rak lampu.



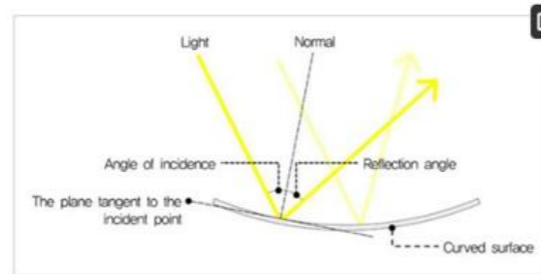
Gambar 2.6 Konsep dan variabel yang terkait dengan rak lampu.  
Sumber : Architectural Engineering, Kwangwoon University, Seoul 01886, Korea



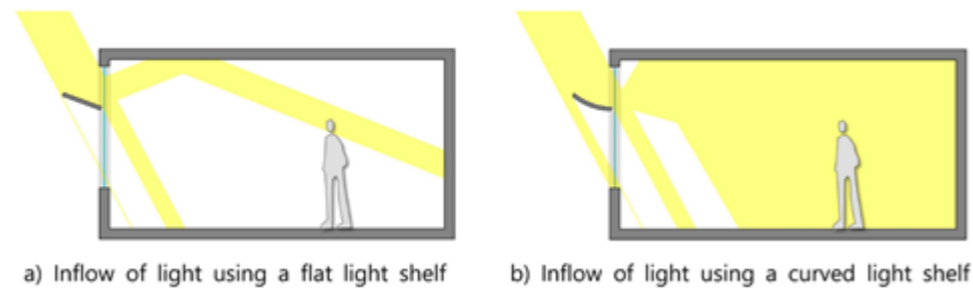
Gambar 2.7 Masuknya cahaya dan tanpa rak lampu  
Sumber : Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University, Seoul 01886, Korea

## 2.8. Pemantulan Cahaya light shelf pada Permukaan Melengkung

Permukaan melengkung dapat memantulkan cahaya ke berbagai arah tergantung titik datangnya cahaya matahari, dengan demikian rak lampu melengkung dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami dengan menyebarkan cahaya oleh permukaan melengkung memasukan cahaya alami eksternal kedalam ruangan terlepas dari faktor lingkungan eksternal. Pemantulan cahaya pada permukaan melengkung dapat diperoleh dengan cara berikut. Cahaya dapat pada permukaan lengkung mengasumsikan suatu bidang bersinggungan dengan titik datang dan memperoleh garis tegak lurus normal terhadap permukaan tersebut. Sudut yang dibentuk oleh garis normal ini dan lintasan cahaya datang menjadi sudut datang, dan berdasarkan garis normal tersebut kita dapat memperoleh cahaya pantulan yang simetris dengan cahaya datang. Pada penelitian ini cahaya alami yang masuk kedalam ruangan melalui light shelf berbentuk lengkung dimodelkan menggunakan metode ini. Kami menggunakan AutoCAD untuk memvisualisasikan masuknya cahaya.



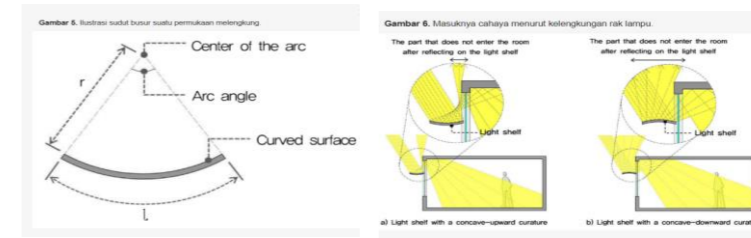
Gambar 2.8 Pemantulan cahaya pada permukaan melengkung.  
 Sumber : Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University, Seoul 01886, Korea



Gambar 2.9 rak lampu datar dan melengkung  
 Sumber: Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University, Seoul 01886, Korea

### 2.9. Kinerja Light Shelf Melengkung

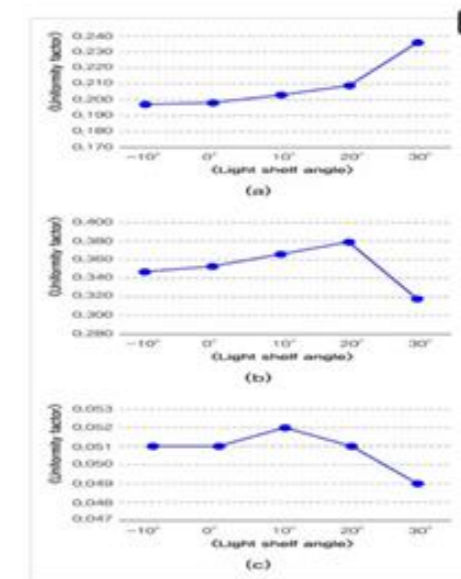
Pengaruh kelengkungan reflector terhadap kinerja rak lampu nilai kelengkungan reflector merupakan nilai index penting. Kami memperkenalkan konsep sudut busur untuk mengukur derajat kelengkungan reflector. Sudut busur dapat di peroleh berdsarkan titik pusat lingkaran ketika membuat busur lingkaran dengan panjang pada keliling berjari-jari dalam penelitian ini, suudt busur ditentukan sebagai fungsi dari kelengkungan rak lampu menggunakan AutoCAD . variabel untuk mnegevaluasi kinerja rak lampu melengkung di rangkum dalam sudut busur dari  $0^{\circ}$ – $100^{\circ}$ , dengan kelipatan  $20^{\circ}$ , dipertimbangkan. Namun hanya kinerja rak lampu yang cekung keatas karena rak lampu yang cekung ke bawah mungking tidak cocok untuk memasukan cahaya kedalam ruangan. Ilustrasi sudut busur suatu permukaan melengkun dan Masuknya cahaya menurut kelengkungan rak lampu



Gambar 2.10 Masuknya cahaya sesuai dengan kelengkungan rak lampu.  
 Sumber : Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University, Seoul 01886, Korea

### 2.10. Analisis kinerja pada reflector light shlef

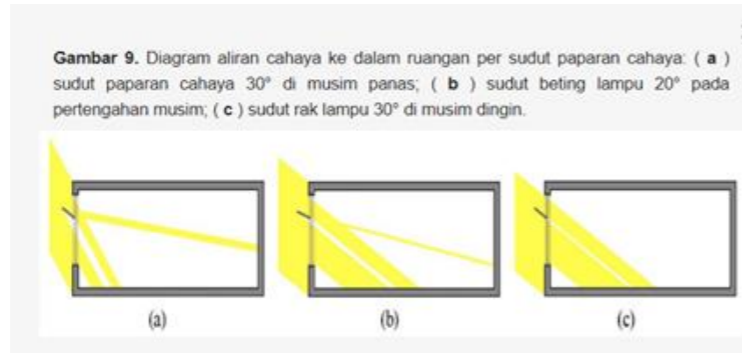
Analisi keseragaman tergantung pada sudut light shelf dan rincian nya. Di musim panas, meningkatkan sudut rak cahaya akan meningkatkan jumlah cahaya alami yang masuk kedalam ruangan melalui pantulan rak cahaya, sehingga keseragaman dalam ruangan ruangan akan meningkat. Bahkan di pertengahan musim, serupa dengan musim panas, keseragam juga meningkat seiring dengan meningkat sudut paparan cahaya. Namun ketika sudut rak lampu adalah  $30^{\circ}$ , cahaya alami yang mengalir melalui pantulan rak lampu mengalir langsung ke permukaan kerja tanpa pantulan sekunder dari langit-langit, sehingga terjadi ketidakseimbangan pencahayaan, dan keseragaman menurun karena alasan yang sama seperti pada pertengahan musim dengan sudut paparan cahaya  $30^{\circ}$ . Sudut  $30^{\circ}$  tidak cocok untuk meningkatkan keseragaman karena cahaya alami eksternal masuk ke bagian bawah reflektor.



Gambar 2.11 Analisis kontras pencahayaan per sudut paparan cahaya  
 Sumber : College of Design, Sangmyung University, Cheonan-si 0301

Analisis keseragaman per sudut paparan cahaya:

1. keseragaman per sudut paparan cahaya di musim panas;
2. keseragaman per sudut paparan cahaya pada pertengahan musim;
3. keseragaman per sudut paparan cahaya di musim dingin.



Gambar 2.12 Diagram aliran cahaya ke dalam ruangan per sudut rak lampu  
Sumber: College of Design, Sangmyung

### 2.11. Parameter kinerja light shelf

Parameter Yang Diidentifikasi Dalam Tinjauan Ini, Yang Memengaruhi Kinerja Rak Ringan Adalah Sebagai Berikut:

- Geometris (Lebar, Panjang, Tinggi Pemasangan, Sudut Kemiringan Dan Bentuk).
- Tipe Reflektansi (Spekular Atau Difus).
- Jenis Bahan (Logam Berlubang Atau Tidak, Transparan).
- Penyesuaian Posisi (Rotasi, Pengoperasian).
- Data Bangunan (Dimensi Ruang Termasuk Bentuk Plafon).
- Kondisi Iklim

Saat ini sebagian besar standar bangunan berorientasi pada pendekatan berbasis kinerja. Menetapkan target spesifik untuk keseluruhan bangunan. Hal ini pada gilirannya mengurangi kegunaan rak lampu metrik membuat perbandingan pada tahap desain awal menjadi rumit. Metrik rak ringan bisa menjadi estimasi fungsi distribusi transmisi dua arah yang merepresentasikan variasi sifat optik dengan sudut datang. Di semua makalah yang di periksa, kinerjanya ringan dievaluasi berdasarkan tingkat pencahayaan pada permukaan kerja suatu ruangan atau pencahayaan distribusi pada permukaannya.

### 2.12. Kriteria light shelf

Kriteria yang digunakan untuk evaluasi kinerja rak ringan bersifat umum di antara sistem pencahayaan alami, adalah sebagai berikut :

1. peningkatan iluminan terutama di area yang tidak mendapat penerangan siang hari.

2. peningkatan keseragaman
3. peningkatan kenyamanan penglihatan
4. pemberian naungan yang cukup

### 2.13. Kategori light shelf

Rak ringan dapat dikategorikan menurut bentuk geometrisnya. Oleh karena itu, di masa sekarang makalah disajikan hasil penelitian tentang light shelf

1. Light shelf horizontal
2. Light shelf datar miring
3. Light shelf lengkung
4. Light shelf aktif rak ringan

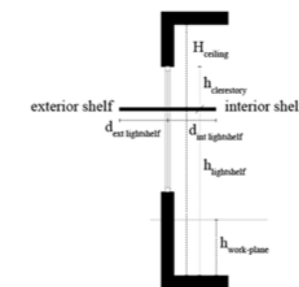
### 2.14. Bentuk-Bentuk Light Shelf

1. Analisis kinerja light shelf horizontal statis
2. Analisis kinerja light shelf miring datar
3. Analisis kinerja light shelf melengkung
4. Analisis kinerja light shelves

### 2.15. Analisis Kinerja light shelf Horizontal Statis

Rak lampu efektif untuk meningkatkan tingkat cahaya di bagian belakang ruangan di bandingkan dengan jendela kaca bening standar dan menyimpulkan bahwa secara umum, desain rak ringan sederhana memberikan perbaikan dalam penetrasi cahaya matahari. Mereka menyarankan agar rak lampu eksterior maksimal kedalam harus kurang 1,5 kali tinggi jendela.

clerestory di atasnya. menurut Place dkk. kedalaman rak lampu horizontal eksterior harus 1,25–1,5 kali ketinggian jendela clerestory untuk fasad berorientasi Selatan dan 1,5–2 kali tinggi clerestory untuk sudut azimuth fasad lebih besar dari 20° dan lebih rendah dari 160° mengenai light shelf yang optimal ukuran kedalaman bagian dalam harus sama dengan tinggi jendela clerestory di atasnya sedangkan kedalaman eksternal harus lebih kecil dari selisihnya jarak tinggi rak lampu dari lantai dan bidang kerja. Reflektansi rak lampu atas harus setinggi mungkin sementara kinerjanya meningkat digunakan di ruang langit – langit, seperti yang diilustrasikan pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 rak lampu yang diperpanjang (internal dan eksternal) dan parameter dimensi utama  
 Sumber : National Technical University of Athens, Heroon Politechniou, 9, 15780 Athens, Greece

Model skala mewakili ruang kantor atau ruang kelas terbuka berorientasi selatan dengan dimensi 9 x 9 m dan tinggi 3.5m dengan rasio jendela dinding 100 %. Kedalam paparan cahaya yang berbedah evaluasi dan di bandingkan overhang dengan ukuran bervariasi sesuai dengan panjang 1,2 m, 2,5 m dan 3,65 m. Di antara kasus – kasus tersebut diperiksa, rak lampu exterior dengan kedalaman dua hingga hingga tiga kali tinggi jendela siang hari dengan cara terbaik. Namun seperti yang penulis nayakan, hasil nya sesuai dengan data yang di kumpulkan untuk sudut ketinggian matahari rendah dan ini menjelaskan ukuran rak yang besar.

**2.16. Analisis Kinerja Light Shelves Miring Datar**

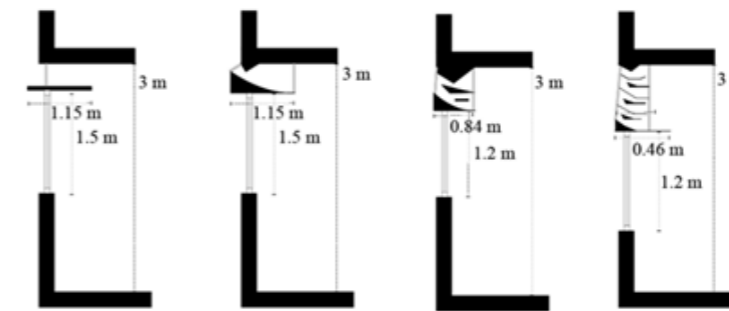
Analisis kinerja ligh shelf miring datar hasil penelitian menunjukkan bahwa auntuk orientasi selatan, peningkatan dimensi rak lampu mengakibatkan peningkatan luas bidang kerja dengan tingkat pencahayaan alami yang sesuai. Sementara silau berkurang bila di bandingkan dengan ruang tanpa rak lampu terpasang. Kelihatan nya bahwa rak lampu ekxternal horizontal lebih sefisien di bandingkan yang memiliki sudut kemrangan 30° untuk orinetasi utara kuran nya penetrasi sinar matahari langsung mengakibatkan kinerja siang hari menjadi lebih buruk saat rak lampu di pasang. Ketika kedalam internal dan external rak lampu meningkat, pencahayaan siang hari berkurang sementara sudut kemiringan nya tidak berdampak singnifikan. Dalam penelitian ini beberapa sudut kemiringan rak lampu yang di pasang di facade utara di periksa bersama denagn desainvng lain nya parameter, seperti ketinggian rak lampu dan kemiringan langit-langit. Hasil nya menunjukkan itu 5° langit -langit miring bersama dengan sudut kemiringan untuk rak lampu sama dengan 60°, membantu mengurangi perbedaan pencahayaan antara langit-langit dan dinding belakang .

**2.17. Analisis Kinerja light shelf Melengkung**

Analisa kinerja ligh shelf melengkung rak lampu dua tingkat memiliki area bukaan lebih dari dua kali lipat dari rak lampu tunggal tingkat dan mencapai tingkat pencahayaan yang lebih tinggi dari pada casing dasar kami menganggap sebagai rak lampu canggih semua rak yang di memandu sinar matahari langsung ke bagian dalam suatu ruang atau berkonsentrasi dan mendistribusikan kembali sinar matahari yang menyebar. Di hampir semua kasus, permukaan sangat reflektif bila di digunakan dengan rak statis memiliki bentuk geometris yang lebih rumit, sedangkan kasus rak dinmis memrlukan strategis pengendalian untuk menyesuaikan posisinya sehubungan dengan jendela clerestory. Mengusulkan rak cahaya melengkung yang sangat reflektif

dengan saluran masuk kecil bukaan yang mampu mengkrakan sinar matahari kedalaman 9 mdari dinding jendela.

Hasil model skali membuktikan bahwa keseragaman pencahayaan meningkat lebih dari skylight belahan bumi yang menyebar. Desaing rak ringan yang di uji di sajikan pada gambar 2: 12 ruangan yang di gunakan untuk belajar mempunyai jendela clerestory setinggi 0,5 m sedangkann ruangan itu sendiri setinggi 3 m. Rak lampu dua tingkat memiliki area bukaan lebih dari dua kali lipat dari tinggi tunggal dan mencapai tingkat pencahayaan yang lebih tinggi daripada casing dasar. Secara keseluruhan desaing rak ringan bisa meningkat siang hari ineterior dalam zona antara 4,6 dan 9,1 m. Dari dinding jendela dalam kondisi cerah langit dengan area aperture yang agak kecil.



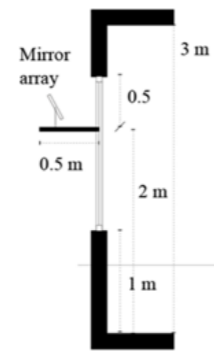
Gambar 2.14 Representasi skematis dari kasus-kasus yang diperiksa  
 Sumber : National Technical University of Athens, Heroon Politechniou, 9, 15780 Athens, Greece

Ketiga di pasang di gedung – gedung bertingkat . tesbed skala aktual di gunakan untuk mengevaluasi kinerja dalam hal pengematan energi pencahayaan. Rak lampu berlubang di porduksi oleh melubangi. Berbagai bentuk ke permukaan reflector. Parameter yang di periksa adalah ventilasi rasio yang di definisikan sebagai perbandingan luas lubang terhadap seluruh luas rak dan dan sudut kemiringan dari rak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meningkatkan rasio ventilasi dari 29,5% menjadi 35,3% terjadi peningkatan konsumsi energi penerangan masing-masing dari 20,6% menjadi 48,3%, di bandingkan dengan hasil nya dari kotak dengan rak lampu tidak berlubang. Alasan nya adalah berkuran nya jumlah bahan alami cahaya yang di bawah ke ruang dalam ruangan melalui pantulan akibat berlubang nya rak lampu. Namum komsumsi energi pencahayaan berkurang bila hasil yang disebutkan sebelum nya kasus dui bandingkan dengan kasus tanpa rak .( Scartezzini dan Gourret.).

**2.18. Analisis Kinerja Light Shelves Aktif**

Analisi knerja ligh shelft aktif, yang aktif secara spesifik makalah juga membahas perolehan panas, fakta yang agak langka dalam bibliografi. Skala berioorientasi utara model yang

digunakan memiliki dimensi 0,6 m dengan tinggi plafon 0,6 m dan jendela-ke-dinding Rasio 100%. Ada dua sel diuji di gunakan secara paralel dengan salah satu nya memiliki rak lampu statis dan yang lain nya menggunakan rak lampu dinamis aluminium yang di poles di permukaan atas. Sebalik nya yang dinamis harus di atur pada kemiringan optimal sesuai dengan matahari posisi. Kontadakis dan Tsangrassoulis menilai kinerja siang hari dari ruang kantor yang dalam beserta energi nya keseimbangan ketika sistem pengalihan sinar matahari aktif di gunakan yang di pasang di rak lampu. Hasil penilaian sistem menunjukkan kemungkinan peningkatan yang signifikan siang hari di area yang tidak diterangi cahaya siang hari berkisar antara 30% hingga 50%, tergantung pada area cermin dan pada peningkatan keseragaman.



Gambar 2.15 Representasi skema sistem pengalihan sinar matahari diperiksa pada [68,69].  
Sumber : sumber : National Technical University of Athens, Heroon Politechniou, 9, 15780 Athens, Greece

### 2.19. Tingkat pencahayaan alami dalam ruang

Menurut SNI No 03-2396-2001 Tentang tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami, Tingkat pencahayaan alami di dalam ruangan ditentukan oleh tingkat pencahayaan langit pada bidang datar di lapangan terbuka pada waktu yang sama.

Standar Pencahayaan Alami untuk bangunan skantor khususnya ruang kelas dan laboratorium adalah

Tabel 2.2 standar pencahayaan bangunan

No.	Fungsi Ruang	Tingkat Pencahayaan (Lux)	Kelompok Rendahnya Warna	Keterangan
1.	Ruang Kelas	250	1 atau 2	
2.	Perpustakaan	300	1 atau 2	
3.	Laboratorium	500	1	
4.	Ruang Gambar	750	1	Gunakan pencahayaan yang setempat pada meja belajar
5.	Kantin	200	1	

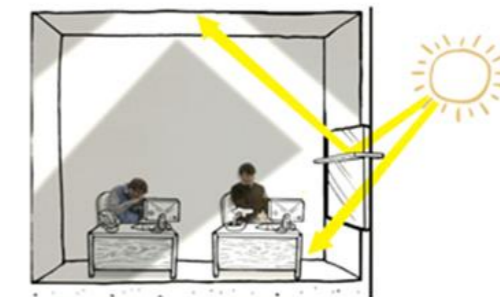
Sumber : SNI no 03-2396-2001

Perbandingan tingkat pencahayaan alami di dalam ruangan dan pencahayaan alami pada bidang datar di lapangan terbuka ditentukan oleh :

1. Terang Langit Menurut SNI No 03-2396-2001 Tentang tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami, sumber cahaya yang dipakai sebagai dasar untuk penentuan syarat-syarat penerangan alami (dalam hal ini yaitu terangnya langit).
2. Langit Perancangan Menurut SNI No 03-2396-2001 Tentang tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami, langit dalam keadaan yang ditetapkan dan dijadikan dasar untuk perhitungan. Untuk itu ditetapkan langit biru jernih tanpa awan, atau - langit seluruhnya tertutup awan abu- abu atau putih (besarnya ditentukan 10.000 lux).
3. Standar Pencahayaan Ruang Menurut Permenkes Nomor 48 Tahun 2016

### 2.20. Jenis Rak ringan

Untuk mendistribusikan cahaya secara merata, sering kali di inginkan untuk memantulkan sinar matahari ke permukaan. Sinar matahari langsung pada permukaan kerja sering kali menyebabkan silau. Rak lampu adalah perangkat yang mengauni jendela tampilan dari silau dan memantulkan cahaya keatas untuk meningkatkan penetrasi dan distribusi cahaya. Rak lampu umum nya merupakan elemen horizontal yang di posisikan diatas ketinggian mata yang membagijendela menjadi area pandang di bagian bawah dan area pencahayaan alami di bagian atas, ini bisa bersifat external, internal atau gabungan yang dan dapat menjadi bagian integral dari bangunan, atau di pasang diatas bangunan.



Gambar 2.16 Rak ringan menghindari silau dan menarik cahaya matahari lebih dalam ke dalam ruangan

Sumber : <https://culdesachdmks.wordpress.com/2013/11/21/pencahayaan-alami-daylight/>

Rak ringan efektif yang di gunakan pada dinding yang mengadap jalur matahari; pada dinding yang mangadap tiang, mereka hanya bertindak berbagai penebus, rak lampu dengan orientasi timur dan barat mungking tidak memantulkan cahaya terlalu jauh kedalam ruangan, namun merupakan cara yang efektif untuk mengurasi perolehan panas langsung dan silau.

Rak lampu exterior mengurangi cahaya matahari di dekat jendela namun meningkatkan keseragaman cahaya kedalam rak lampu eksternal yang di rekomendasikan kira-kira sama dengan tinggi nya diatas bidang kerja.

Untuk mengurangi beban pendinginan dan perolehan sinar matahari, rak lampu eksterior merupakan kompromi terbaik antara persyaratan peneduh dan distribusi cahaya matahari. Karena hanya berupa peneduh, maka tidak mengubah rasio cahaya yang masuk terhadap panas, namun distribusi cahaya yang lebih baik dapat mengurangi jumlah yang dibutuhkan dalam suatu ruangan, sehingga membantu pendinginan .

Rak lampu dapat di buat dari berbagai bahan, seperti kayu,panel,logam,kaca,plastik,kain, atau bahan langi-langit akustik. Pertimbangan yang yang mempengaruhi pemilihan material anatar akian kekuatan struktural, kemudahan perawatan, biaya dan estetika. Rak ringan dan sirip vertikal tidak harus buram; bila transparan namun menyevlar dapat dapat membantu mendistribusikan cahaya secara merata tanpa mengurangi jumlah total cahaya secara signifikan.

### 2.21. Faktor siang hari

Faktor siang hari ( DF) adalah metrik kesediaan siang hari yang di nyatakan sebagai presentase jumlah siang hari yang tersedia didalam ruangan ( dipesawat kerja) di bandingkan dengan jumlah jumlah siang hari tanpa halangan yang tersedia diluar dalam kondisi langit mendung ( mendung (Hopkins, 1963). Sifat-sifat bangunan utama yang menentukan besaran dan distribusi faktor siang hari dalam suatu ruang adalah (Mardaljevic, J. (2012)):

1. Ukuran distribusi lokasih, dan sifat transmisi facade dan jendela atap
2. Ukuran dan konfigurasi ruang
3. Sifat reflektif permukaan internal dan external
4. Sejauh mana struktur eksternal mengaburkan pandangan ke langit

Semakin tinggi (DF) semakin banyak cahaya matahari yang tersedia didalam ruangan. Ruangan dengan DF rata-rata 2% atau lebih dapat di anggap sebagai cahaya siang hari, namun penerangan listrik mungkin masih di perlukan tugas visual. Sebuah ruangan akan tampak terang benderang ketika rata-rata DF adalah 5% atau lebih dalam hal ini penerangan listrik kemungkinan besar tidak akan digunakan siang hari (CIBSE, 2002).

## 2.22. Studi Preseden 1

### 2.22.1. Pusat Perpustakaan Bronx



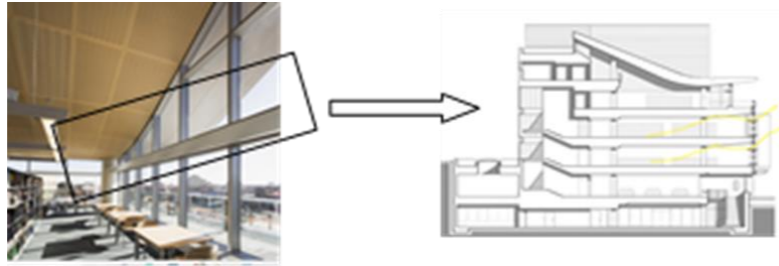
Gambar 2.17 Reflector light shelf pada ruang perpustakaan  
Sumber : <https://www.dattner.com/projects/view/bronx-library-center/>

Desainnya Menampilkan Fasad Yang Transparan Dan Diartikulasikan. Setiap Lantai Dirancang Sebagai Ruang Publik Berbentuk Persegi Panjang Yang Dikelilingi Oleh Light Shelf Yang Memantulkan Cahaya Dari Light Shelf Ke Flafon Hingga Dalam Ruang Interior Dan Setiap Ruangan Mendapatkan Cahaya Secara Masif, Sebab Penempatan Light Shelf Secara Horizontal Itu Menjadi Pilihan Yang Tepat Karena Melihat Dengan Bentuk Banguna Yang Persegi.

Setiap Ruangan Interior Perpustakaan Juga Merupakan Ruang Public Yang Membutuhkan Cahaya Yang Masuk Dengan Maksimal Sesuai Dengan Kebutuhan Parah Pengguna Terutama Petugas Dan Orang Yang Datang Kunjungi Di Gedung Perpustakaan Ini. Dari Sisi Kenyaman Yang Merasakan Ketika Sedang Berada Di Dalam Ruangan Terlihat Nyaman Karena Light Shelf Berkerja Dengan Maksimal Dan Di Pasang Pereitungkan Dengan Orintasi Matahari Dan Oerientasi Bangunan.

### 2.22.2. Sirkulasi Cahaya pada bangunan

1. Sirkulasi Cahaya yang di pantulkan melalui light shelf sangat di optimalkan dengan baik karena melihat sisi bangunan yang berorientasi langsung dengan arah timur dan barat karena matahari bersinar lebih condon ke arah sisi timur dan barat.
2. Dari potongan sangat jelas untuk membelokan Cahaya dari reflector light shelf, dalam ruangan inerior. Dan bangunan ini memikirkan tentang sustenable dari penggunaan material dan bentuk bangunan yang memfokuskan efisiensi energi .



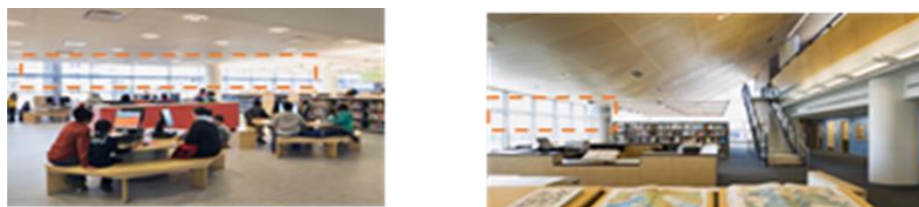
Gambar 2.18 Reflector light shelf

Sumber : <https://www.dattner.com/projects/view/bronx-library-center/>

Cahaya di distribusikan melalui light shelf dengan baik karena konsep di terapkan bangunan perpustakaan ini di sesuaikan dengan iklim dan orientasi matahari pada lingkungan site bangunan yang ada.

### 2.22.3. Kenyamanan dan Desain

1. desain berkelanjutan mencakup dinding tirai berkinerja tinggi, pencahayaan alami yang luas, sistem dan kontrol mekanis dan pencahayaan yang hemat energi, serta material ramah lingkungan dengan kandungan daur ulang yang tinggi. Ini juga merupakan salah satu proyek desain aktif pertama di kota ini.
2. kehadiran program melonjak sejak perpustakaan di buka. Berbagai sumber daya komunitas di konsolidasikan dari berbagai lokasi yang tersebar untuk memberikan layanan pelatihan karier dan pendidikan, program literasi orang dewasa dan ESL. Serta pelatihan komputer. Auditorium berkapasitas 150 kursi menawarkan bertujan cara, pemutaran film dan forum komunitas.
3. banyak sinar matahari di siang hari dan pemandangan jernih abadi berkat kaca anti glare di tambah lagi dengan light shelf memberikan suasana menjadi terang tanpa ada pencahayaan buatan kenyamanan extra, jika di perlukan dengan dudukan dinding facade insulasi suara yang dioptimalkan dan meminimalkan kebisingan hujan karena kaca khusus perlindungan matahari didalam dan luar tampilan dalam nya berwarna putih



Gambar 2.19 Reflector light shelf

Sumber : <https://www.dattner.com/projects/view/bronx-library-center/>

Pencahayaan alami dalam ruangan ini di distribusikan melalui reflector light shelf didalam ruangan interior ini menunjukkan bahwa salah satu inovasi terbaru yang mereka buktikan dalam karya arsitektur terhadap bangunan berkelanjutan untuk menghemat energi listrik, pada suatu bangunan. Light shelf yang dipasang dalam menyalurkan pencahayaan alami dalam ruang menciptakan suasana menjadi terang walaupun tanpa lampu yang di pasang dalam ruangan tersebut.

### 2.23. Studi Preseden ke 2

Mengapa begitu relas membiarkan abadi blok sebagai bagian dari upaya untuk mencegah panas matahari, kebanyakan sistem peneduh konvensional memaksa untuk memilih antara tempat teduh dan siang hari. Sistem peneduh daylitter memecahkan konflik tersebut antara bayangan dan siang hari padahal sebenarnya memperluas siang hari di dalam interior. Penggunaan inovatif rak lampu kain yang dapat di putar mendorong masuk nya sinar matahari bebas silau. Itu rak lampu dapat dipasang pada berbagai sudut untuk memungkinkan manajemen siang hari penuh setiap hari dan berdasarkan musim. Semua orang setuju; sinar matahari alami itu sederhana baik baik untuk tubuh dan jiwa! saat dipanen benar siang hari mempunyai dampak positif pada hasil pasien, pembelajaran intelektual pengembangan dan produktifitas. Fakta bahwa itu juga mengurangi konsumsi energi adalah hal yang berbeda.



Gambar 2.20 Reflector light shelf

Sumber : <https://www.dattner.com/projects/view/bronx-library-center/>

#### 2.23.1. Siang hari memperlihatkan warna; cahaya buatan mengurasnya

Untuk memanfaatkan cahaya sepenuhnya fakta ini, sistem peneduh interior harus dapat di konfigurasi tanpa batas dan selaras dengan pencahayaan alami. Tujuan gunakan light shelf atau beberapa untuk membuat tumpukan yang dorong oleh ketinggian segmen clerestory jendela atau tujuan estetika bangunan. Gunakan role shade tunggal atau shade ganda pilihan tenaga surya dan pemadaman tergantung pada kebutuhan pengguna atau type kamar. Semua di pasang light shelf seri S, L dan D adalah dirancang dirancang untuk menutupi kegelapan ruangan sebagai di perlukan opsi pengoperasian memberikan kemampuan untuk memarkir rak lampu pada posisi tangan untuk manajemen siang hari penuh dalam ruangan interior.



Gambar 2.21 Reflector light shelf  
 Sumber : <https://www.dattner.com/projects/view/bronx-library-center/>

Setiap light shelf yang di pasang dengan tujuan membelokan Cahaya matahari yang masuk secara tranparan sehinga mengurangi radiasi matahari yang langsung masuk dalam rauagan Setaiap light shelf yang di pasang dengan tujuan membelokan Cahaya matahari yang masuk secara tranparan sehinga mengurangi radiasi matahari yang langsung masuk dalam rauagan

#### 2.24. Parameter desaing

Parameter yang dipakai dari data teori dan persyaratan pecahayaannya dari reflector light shelf statis diatas untuk batas penelitian antara lain. Hubungan Kenyamanan pencahayaan alami pada ruang kelas . Maka muncul Faktor-faktor yang mempengaruhi kenyamanan Kualitas pencahayaan Dalam Ruangan kelas . Adapun variabel yang mempengaruhi kualitas Pencahayaan dalam ruang

Variabel tetap:

1. orientasi matahari
2. orientasi bangunan
3. posisi ligh shelf
4. dimensi light shelf
5. material ligh shelf
6. jumlah light shelf
7. material bukaan

Variabel bebas :

1. bentuk light shelf bebas
2. kemiringan light shelf statis
3. sudut light shelf

#### 2.25. Parameter Yang Akan Dipakai Untuk Penelitian

Tahap Mengukur nilai-nilai pada reflector light shelf Statis

1. Prinsip kerja

2. Pengukuran sumber cahaya menggunakan lus meter
3. Pengukuran dan Perhitungan Berkas Cahaya serta Jenis -jenis nya.
4. Pengukuran Dan Perhitungan Nilai -Nilai Pencahayaan

#### 2.26. Variabel Dan Parameter Penelitiian

Pada variabel dan parameter ini juga menggunakan beberapa strategi desain yang akan dilakukan dalam simulasi yakni

##### 1. Variabel independent

Mengoptimalkan konfigurasi bentuk light shelf

##### 2. Variabel dependen

Tingkagt pencahayaan ruang studio (nilai lux)

##### 3. Parameter

Mengoptimalkan pencahayaan alami yang masuk dalam ruang

- a. **Variabel independen** merupakan variabel yang mempengaruhi variabel dependen atau variabel terikat. Menurut Sugiyono (2019:61) variabel independen adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan nya atau timbul nya variabel dependen ( terikat)
- b. **Variabel dependen** merupakan Menurut Sugiyono (2019:39) variabel depnden sering disebut sebagai variabel ouput,kriteria dan konsukuen. Fungsi dari adanya variabel dependen ini adalah agar dapat mengetahui pengaruh variabel independendari sebuah pengamatan dan pengukuran.
- c. **Indicator** : dapat menerima pencahayaan alami yang baik untuk ruang kelas atau kantor berdasarkan SNI 03-6197-200 ialah sebesar 250 lux. Berdsarkan SNIA03-6197-2000 untuk pencahayaan alami yang baik untuk ruang kantor atau ruang kelas adalah sebesar 250 lux, dengan memasukan pencahayaan yang di pantulkan dari light shelf , menuju ke plafon dan di pantulkan ke bidang ruang dengan membawa masuk radiasi Cahaya yang tidak langsung terdifusi