

## PENILAIAN SILAU DI DALAM RUANGAN DENGAN MENGGUNAKAN FOTOGRAFI HIGH DYNAMIC RANGE

### ASSESSMENT OF GLARE IN INDOOR SPACE BY USING THE HIGH DYNAMIC RANGE PHOTOGRAPHY

M. Octa Nasrullah<sup>1</sup>, Ery Djunaedy<sup>2</sup>, Suprayogi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>.Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>m.octanasrullah@gmail.com, <sup>2</sup>erydjunaedy@gmail.com, <sup>3</sup>suprayogi@telkomuniversity.ac.id

#### Abstrak

Indeks silau dalam SNI 03-2396-2001 yang ada di Indonesia mengacu pada CIBSE Publication TM 10 . Standar ini dipakai sejak tahun 2001 dan saat ini belum ada penelitian lebih lanjut. Sementara penelitian tentang indeks silau di luar Indonesia sudah berkembang. Metode sederhana yang dapat digunakan sebagai alat ukur silau dan indeks yaitu fotografi High Dynamic Range (HDR). Oleh karena itu diperlukan penelitian untuk membangun cara mengukur silau di Indonesia agar standar yang ada dapat dikembangkan. Untuk membangun cara mengukur silau tersebut dilakukan dengan membuat gambar HDR, dan evaluasi silau yang menghasilkan nilai Daylight Glare Probability (DGP). Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapat hasil bahwa teknik fotografi High Dynamic Range (HDR) dapat digunakan sebagai metode cara untuk mengukur silau siang hari. Nilai DGP dipengaruhi oleh iluminansi vertikal dengan konsi sudut pengambilan gambar yang sama. Sedangkan untuk kondisi sudut pengambilan gambar yang berbeda-beda nilai DGP tidak hanya dipengaruhi oleh nilai iluminansi vertikal, tetapi ada faktor-faktor lain yang mempengaruhi.

**Kata kunci :** silau, high dynamic range, daylight glare probabilitas

#### Abstract

Glare index in SNI 03-2396-2001 in Indonesia refers to CIBSE Publication TM 10 . This standard has been used since 2001 and there is currently no further research. While research on glare index outside Indonesia has been developed. A simple method that can be used as a glare and index tool is High Dynamic Range (HDR) photography. Therefore research is needed to build a way of measuring glare in Indonesia so that existing standards can be developed. To build a way of measuring the glare is done by creating an HDR image, and a glare evaluation that results in Daylight Glare Probability (DGP) values. Based on the research, it was found that High Dynamic Range (HDR) photography technique can be used as a method of measuring daylight glare. DGP values are affected by vertical illuminance with the same angle of shooting angle. As for the different angle picture angling conditions DGP values are not only influenced by the value of vertical illuminance, but there are other factors that affect.

**Keywords:** glare, high dynamic range, daylight glare probability

#### 1. Pendahuluan

Salah satu jenis kenyamanan yang dirasakan manusia adalah kenyamanan visual. Kenyamanan visual berhubungan dengan cahaya alami yang membantu manusia dalam mengakses informasi visual tanpa mengganggu indera visual.[1] Lingkungan yang gelap atau kurangnya cahaya akan menciptakan ketidaknyamanan bagi indera visual. Kondisi lingkungan yang terang juga menyebabkan ketidaknyamanan bagi indera visual [2]. Dalam pencahayaan siang hari tidak terlepas dari kondisi pencahayaan yang terlalu terang. Hal ini disebabkan karena tingginya tingkat iluminansi cahaya alami yang mengakibatkan terjadinya silau.

Silau (glare) terjadi diakibatkan oleh masuknya cahaya matahari langsung atau adanya pantulan dari benda-benda reflektif. Silau dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, luminansi sumber cahaya, posisi sumber cahaya, dan kontras pada permukaan benda[4] . Pada umumnya ada dua macam silau, yaitu disability glare dan discomfort glare. Disability glare artinya dapat mengurangi kemampuan melihat, sedangkan discomfort glare artinya dapat menyebabkan ketidaknyamanan penglihatan. Kedua macam ini dapat terjadi secara bersamaan ataupun sendiri-sendiri [5]. Penghuni akan selalu merasa tidak nyaman ketika mengalami pengurangan kemampuan melihat (disability glare) dalam suatu ruangan [6]. Oleh sebab itu, upaya mencegah terhadap silau dapat mengurangi kemungkinan pengurangan kemampuan melihat (disability glare).

Baru-baru ini, peneliti telah mengembangkan High Dynamic Range (HDR) fotografi sebagai metode alat ukur silau. Sebuah gambar HDR dibuat dengan menangkap adegan silau siang hari menggunakan tiga atau lebih eksposur dan kemudian gambar dijadikan ke dalam satu gambar HDR menggunakan software HDR [8].

Kenyaman visual di Indonesia dalam SNI 03-2396-2001 mengenai indeks kesilauan atau yang disebut dengan Daylight Glare Index (DGI) masih mengacu pada CIBSE Publication TM 10 [4]. Dalam SNI 03-2396-2001 ini tidak menggunakan metode fotografi HDR sebagai alat ukur silau dan indeks yang digunakan adalah DGI. DGI memiliki korelasi yang lemah terhadap subjek melaporkan ketidaknyamanan silau. Ada indikator lain yang lebih baik mengguli DGI yaitu DGP. DGP memiliki korelasi yang lebih baik terhadap subjek [9]. Oleh karena itu, Tugas Akhir ini dilakukan untuk membangun cara mengukur silau menggunakan fotografi High Dynamic Range (HDR) dengan indikator yang dilihat adalah DGP.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 High Dinamic Range (HDR)

Sebuah kamera pada dasarnya adalah sebuah perangkat yang tidak sempurna untuk mengukur distribusi pancaran suatu adegan, dalam hal ini tidak dapat menangkap level intensitas cahaya tampak [10]. Umumnya kamera film ataupun digital memiliki rentang dinamis yang kecil dibandingkan mata manusia (105:1) [8]. Rentang dinamis adalah perbedaan besar antara titik tergelap dengan titik paling terang di dalam sebuah adegan foto. Umumnya rentang dinamis ini juga biasa disebut dengan rasio.

High-dynamic-range (HDR) adalah teknik yang digunakan dalam pencitraan dan fotografi untuk mereproduksi sebuah rentang dinamis yang tinggi agar mendapatkan detail objek yang lebih jelas dibanding menggunakan penggunaan kamera secara langsung tanpa fitur HDR. Gambar HDR bisa menunjukkan secara lebih akurat jangkauan level intensitas yang tampak pada pemandangan yang sebenarnya, dari cahaya matahari langsung sampai cahaya bintang yang lemah, dan diambil dari banyak gambar dari obyek yang sama dengan pengambilan berbeda [10].

Dalam fotografi, jangkauan dinamis diukur dalam selisih Exposure Value (EV) disebut stop antara bagian gambar paling terang dan paling gelap yang memperlihatkan detail [8]. Kenaikan satu EV atau satu stop berarti penggandaan jumlah cahaya. Foto-foto HDR diperoleh dengan menangkap banyak foto menggunakan exposure bracketing kemudian digabungkan (merge) menjadi gambar HDR. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.1 contoh pengambilan gambar dengan nilai ekspousre berebeda-beda dan Gambar 2.2 gambar setelah menjadi gambar HDR.. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Kompensasi Expousure Bracketing Pada Kamera



Gambar 2. 2 Hasil Marger Expousure Bracketing Menjadi HDR

### 2.2 Indeks Silau

Indeks silau digunakan untuk mengevaluasi kenyamanan visual di lingkungan memiliki sumber cahaya [12]. Indeks silau terdiri dari lima jenis yaitu yaitu Daylight Glare Index (DGI), Daylight Glare Probability (DGP), Unified Glare Rating (UGR), Visual Comfort Probability (VCP), dan CIE Glare Index (CGI) [6]. Dari kelima indeks tersebut, DGP menunjukkan korelasi yang lebih kuat dengan tanggapan subjek mengenai persepsi silau dibandingkan dengan indeks lainnya. DGP menunjukkan hasil paling kuat untuk sebagian besar situasi siang hari. VCP tidak dapat digunakan dengan benar untuk masalah silau siang hari dan CGI cenderung menunjukkan tingkat silau lebih tinggi daripada indeks lainnya. DGI dan UGR dapat digunakan untuk evaluasi silau siang hari dengan kondisi dimana sinar matahari langsung tidak masuk [14].

### 2.3 Daylight Glare Probability (DGP)

Daylight glare probability (DGP) dikembangkan oleh Wienold dan Christoffersen, didasarkan pada iluminansi mata vertikal serta pada sumber cahaya silau, sudut ruang dan indeks posisi. Dibandingkan dengan model silau yang ada, DGP menunjukkan korelasi yang sangat kuat dengan tanggapan pengguna mengenai

persepsi silau[14]. Daylight Glare Probabilitas (DGP) merupakan indeks silau diterapkan untuk mengukur silau dari penerangan alami. Dalam DGP, sumber silau ditentukan dengan membandingkan bidang pencahayaan terang terhadap total illuminansi vertikal. DGP dapat ditulis dalam Persamaan 2.6 [6].

$$DGP = 5.87 \times 10^{-5} E_v + 9.18 \times 10^{-5} \log_{10} 2 \left( 1 + \sum_{i=1}^n \frac{L_{s,i}^2 \omega_{s,i}}{E_v^{1.87} P_i^2} \right)$$

Keterangan:

- Ls luminansi dari sumber silau (cd/m<sup>2</sup>)  
 $\omega_s$  Sudut ruang dari sumber silau (sr)  
 Ev total Illuminansi vertikal (lux)  
 P indeks posisi, faktor berat berdasarkan posisi di sebuah melihat belahan bumi

Persamaan ini berlaku dalam rentang DGP antara 0,2 dan 0,8, dan untuk iluminansi mata vertikal (Ev) di atas 380 lux[14]. Berikut ini adalah tabel peringkat silau DGP[6].

Tabel 2. 1 Peringkat Silau DGP

Peringkat Silau	DGP
tak terlihat	<0,35
jelas	0,35-0,4
Mengganggu	0,4-0,45
Tak tertahankan	> 0,45

Distribusi pencahayaan dalam bidang pandang dicatat menggunakan teknologi pemetaan pencahayaan berbasis kamera CCD. Untuk evaluasi silau otomatis dari gambar luminansi, perangkat lunak berbasis komputer yaitu Evalglare telah dikembangkan[9].

## 2.4 Evalglare

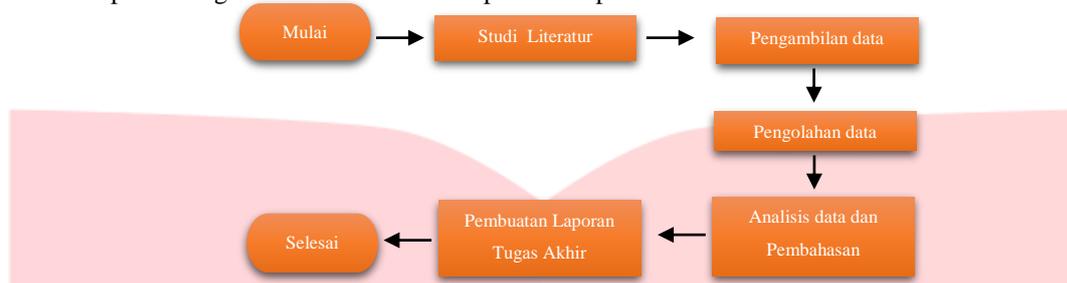
Evalglare adalah aplikasi untuk melakukan analisis silau dari sebuah adegan HDR berbasis-Radiance. Evalglare memiliki fungsi mendeteksi sumber silau dalam gambar HDR, menghitung Sudut ruang dari sumber silau, menghitung iluminasi vertikal dari gambar, menghitung berbagai metrik silau (DGP, UGR, VCP, DGI, CGI), dan dapat memotong bidang pandang[15]. Untuk menentukan sumber silau evalglare memiliki tiga metode yaitu.

1. Menghitung luminansi rata-rata dari keseluruhan jumlah gambar setiap bagian sebagai sumber silau yang x-kali lebih tinggi daripada luminansi rata-rata.
2. Ambil nilai tetap dan hitung setiap bagian sebagai sumber silau yang lebih tinggi dari nilai tetap
3. Hitung luminansi rata-rata dari zona tertentu (tugas dan hitung setiap bagian sebagai sumber silau yang x-kali lebih tinggi daripada luminansi rata-rata zona ini

Pada metode pertama sumber silau ditentukan berdasarkan besarnya iluminansi rata-rata keseluruhan gambar setelah dikalikan dengan threshold factor. Misalnya threshold factor yang digunakan adalah 5 dan luminansi rata-rata keseluruhan gambar sebesar 800 cd/m<sup>2</sup>, maka bagian gambar yang dijadikan sumber silau adalah yang memiliki luminansi lebih besar dari 5 x 800 cd/m<sup>2</sup>. Metode ini dapat diandalkan untuk menentukan sumber silau. Metode kedua, menerapkan nilai luminansi tetap sebagai ambang batas (misalnya 5000 cd/m<sup>2</sup>) tidak memperhitungkan adaptasi mata. Oleh karena itu metode ini tidak dianggap sebagai metode yang dapat diandalkan. Metode ketiga hampir sama dengan metode pertama. Perbedaannya terletak pada luminansi rata-rata yang dikalikan dengan threshold factor. Metode pertama sumber silau ditentukan berdasarkan besarnya luminansi rata-rata keseluruhan gambar, sedangkan metode ketiga sumber silau ditentukan oleh besarnya luminansi rata-rata zona tugas yang telah ditentukan. Metode ketiga ini tidak dapat diandalkan untuk menentukan sumber silau[9].

### 3 Metode Penelitian

Berikut ini merupakan diagram alir untuk metode penelitian pada Gambar 3.1.



**Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian**

Tahapan penelitian yang dilakukan dapat di jelaskan sebagai berikut :

a. **Studi literatur**

Studi Literatur dilakukan dengan cara mencari, mengumpulkan dan mempelajari referensi teori terkait yang berasal dari sumber seperti buku, jurnal, thesis dan sumber lain .

b. **Pengambilan data**

Pengambilan data dilakukan menggunakan kamera DSRL EOS 550D lensa kit 18mm-55mm dengan menggunakan teknik fotografi *High Dinamic Range* dengan pengaturan exposure yang berbeda mulai dari shutter speed 1/4000-2” menggunakan otomatis remote perangkat lunak *gphoto2*.

c. **Pengolahan data**

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan HDRgen sebagai perangkat lunak yang mengkombinasi gambar *Standar Dynamic Range (SDR) JPG* menjadi HDR.

d. **Analisis data dan Pembahasan**

Analisis data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *evalglare* dan selanjutnya dilakukan pembahasan terkait data yang telah diambil.

e. **Pembuatan laporan tugas akhir**

Pembuatan laporan tugas akhir dilakukan sebagai syarat penyelesaian tugas akhir dalam bentuk laporan tertulis

### 4. Hasil dan Analisis

Penelitian dilakukan dalam tiga tahap yaitu pengambilan gambar, konversi gambar HDR, dan Analisis data. Hasil konversi gambar HDR diolah dengan menggunakan perangkat lunak *evalglare*. Pada perangkat lunak ini input data berupa gambar HDR file dan nilai *iluminasi pada bidang vertikal*. Gambar HDR file dimensi maksimal yaitu 1000 pixel. Untuk menentukan sumber silau dalam program *evalglare* menggunakan metode pertama. Dimana sumber silau ditentukan dengan menghitung luminansi rata-rata dari pixel keseluruhan jumlah gambar. Adapun keluaran program yang dihasilkan yaitu melihat nilai *Daylight Glare Probabilitas (DGP)*. DGP mendefinisikan kemungkinan bahwa seseorang terganggu bukannya besarnya silau. Dalam DGP, sumber silau ditentukan dengan membandingkan bidang pencahayaan terang terhadap total illuminansi vertikal. DGP memiliki rentang nilai tertentu sesuai pada Tabel 2.2. Berikut ini keluaran DGP yang dihasilkan dari sudut pengambilan gambar dengan variasi kondisi pencahayaan berbeda pada waktu tertentu dan lokasi pengambilan data.

## 1. Bandung Techno Park

### a. sudut Pengambilan Gambar 1



Input:  
Image = 170827\_061737\_800  
Iluminasi = 3020

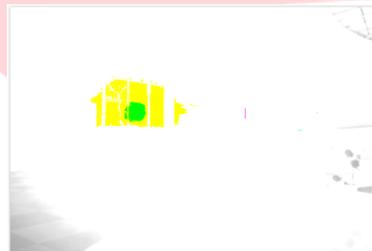


Output :  
DGP = 0.418259 (mengganggu)

Gambar 4. 11 Hasil konversi gambar HDR dan keluaran nilai DGP dengan Sudut pengambilan gambar 1 ketika kondisi pencahayaan pada waktu 06.17 WIB



Input:  
Image = 170827\_061930\_800  
Iluminasi = 2600 lux



Output :  
DGP = 0.40849 (mengganggu)

Gambar 4. 2 Hasil konversi gambar HDR dan keluaran nilai DGP dengan Sudut pengambilan gambar 2 ketika kondisi pencahayaan pada waktu 06.17 WIB

### b. Sudut Pengambilan Gambar 2



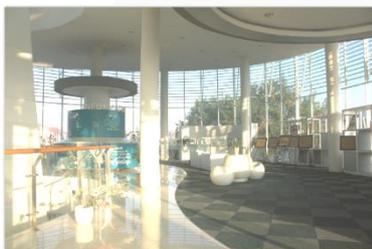
Input:  
Image = 170827\_062232\_800  
Iluminasi = 4040 lux



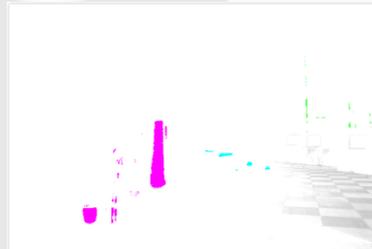
Output :  
DGP = 0.481439 (tak tertahankan)

Gambar 4. 33 Hasil konversi gambar HDR dan keluaran nilai DGP dengan Sudut pengambilan gambar 2 ketika kondisi pencahayaan pada waktu 06.22 WIB

### c. Sudut Pengambilan Gambar 3



Input:  
Image = 170827\_064551\_800  
Iluminasi = 2170 lux



Output :  
DGP = 0.294199 (tak terlihat)

Gambar 4. 44 Hasil konversi gambar HDR dan keluaran nilai DGP dengan Sudut pengambilan gambar 3 ketika kondisi pencahayaan pada waktu 06.45 WIB

## 2. PT Infomedia Nusantara

## a. Sudut Pengambilan Gambar 1



Input:  
Image = 171005\_062252\_800  
Iluminasi = 3710 lux



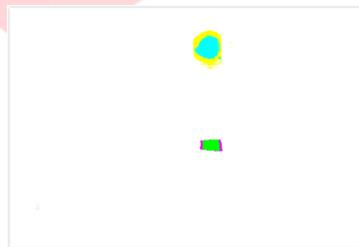
Output :  
DGP = 0.431909 (mengganggu)

Gambar 4. 55 Hasil konversi gambar HDR dan keluaran nilai DGP dengan sudut pengambilan gambar 1 ketika kondisi pencahayaan pada waktu 06.22 WIB

## b. Sudut Pengambilan Gambar 2



Input:  
Image = 171005\_062810\_800  
Iluminasi = 6000 lux



Output :  
DGP = 0.561517 (tak tertahankan)

Gambar 4. 66 Hasil konversi gambar HDR dan keluaran nilai DGP dengan sudut pengambilan gambar 2 ketika kondisi pencahayaan pada waktu 06.28 WIB

## c. Sudut Pengambilan Gambar 3



Input:  
Image = 171005\_063738\_800  
Iluminasi = 730 lux



Output :  
DGP = 0.216552 (tak terlihat)

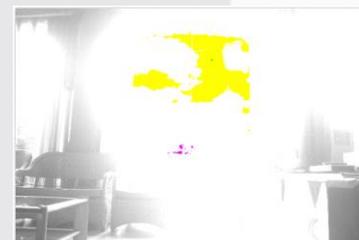
Gambar 4. 77 Hasil konversi gambar HDR dan keluaran nilai DGP dengan sudut pengambilan gambar 3 ketika kondisi pencahayaan pada waktu 06.37 WIB

## 3. Villa Istana Bunga (Garbera)

## a. Sudut Pengambilan Gambar 1



Input:  
Image = 180212\_072706\_800  
Iluminasi = 1160 lux



Output :  
DGP = 0.318552 (tak terlihat)

Gambar 4. 8 Hasil konversi gambar HDR dan keluaran nilai DGP dengan sudut pengambilan gambar 1 ketika kondisi pencahayaan pada waktu 07.27 WIB

## b. Sudut Pengambilan Gambar 2



Input:  
Image = 180212\_073054\_800  
Iluminasi = 663 lux

Gambar 4. 98 Hasil konversi gambar HDR dan keluaran nilai DGP dengan sudut pengambilan gambar 2 ketika kondisi pencahayaan pada waktu 07.30 WIB



Output :  
DGP = 0.327826 (tak terlihat)



Input:  
Image = 180212\_073256\_800  
Iluminasi = 671 lux

Gambar 4. 109 Hasil konversi gambar HDR dan keluaran nilai DGP dengan Sudut pengambilan gambar 2 ketika kondisi pencahayaan pada waktu 07.32 WIB



Output :  
DGP = 0.313367 (tak terlihat)

## c. Sudut Pengambilan Gambar 3



Input:  
Image = 180212\_144332\_800  
Iluminasi = 880 lux

Gambar 4. 1110 Hasil konversi gambar HDR dan keluaran nilai DGP dengan sudut pengambilan gambar 3 ketika kondisi pencahayaan pada waktu 07.37 WIB



Output :  
DGP = 0.215226 (tak terlihat)

Berdasarkan keluaran nilai DPG untuk kondisi sudut pengambilan gambar yang sama dapat dilihat hasil menunjukkan semakin besar nilai iluminasi vertikal, maka semakin besar nilai DGP yang dihasilkan atau sebaliknya. Artinya nilai iluminasi vertikal total mempengaruhi besarnya nilai DGP. Sementara untuk sudut pengambilan gambar yang berbeda-beda nilai DGP tidak hanya dilihat berdasarkan besarnya nilai iluminasi vertikal. Tetapi ada faktor-faktor dalam Persamaan 2.1 yang harus di perhatikan yaitu luminansi dari sumber silau ( $\text{cd/m}^2$ ) dan indeks posisi.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian membangun cara mengukur silau dengan menggunakan fotografi High Dynamic Range (HDR) disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Teknik fotografi High Dynamic Range (HDR) dapat digunakan sebagai metode cara untuk mengukur silau siang hari.
2. Untuk kondisi sudut pengambilan gambar yang sama, semakin besar nilai iluminasi vertikal maka semakin besar nilai Daylight Glare Probabilitas (DGP) yang dihasilkan dan sebaliknya. Semakin kecil nilai iluminasi vertikal total maka semakin kecil nilai DGP yang dihasilkan.
3. Untuk kondisi sudut pengambilan gambar yang berbeda-beda nilai DGP tidak hanya dilihat berdasarkan besar kecilnya nilai iluminasi vertikal Total. Tetapi ada faktor-faktor dalam Persamaan 2.2 yang harus di perhatikan yaitu luminansi dari sumber silau ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ) dan indeks posisi.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] W. M. C. Lam, *Perception and Lighting As Formgivers for Architecture*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1977.
- [2] P. Manurung, *Pencahayaan Alami dalam Arsitektur*, 1 ed. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta, 2012.
- [3] N. L. Latifa, *Fisika Bangunan 1*, 1 ed. Jakarta Timur: Gria Kreasi (Penebar Swadaya Grup), 2015.
- [4] SNI 03-2396-2001, "Tata cara perancangan sistem pencahayaan alami pada bangunan gedung," *Tata cara Peranc. Sist. Vent. dan pengkondisian Udar. pada bangunan gedung*, hal. 1–55, 2001.
- [5] SNI 03-6575-2001, "Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung .," *Tata cara Peranc. Sist. pencahayaan buatan pada bangunan gedung .*, hal. 1–32, 2001.
- [6] J. A. Jakubiec dan C. F. Reinhart, "The 'adaptive zone' -A concept for assessing discomfort glare throughout daylit spaces," *Light. Res. Technol.*, vol. 44, no. 2, hal. 149–170, 2012.
- [7] P. Au dan M. Donn, "HDR luminance measurement: comparing real and simulated data," *46th Annu. Conf. Archit. Sci. Assoc.*, no. March, hal. 1–8, 2010.
- [8] A. Jacobs, "High dynamic range imaging and its application in building research," *Adv. Build. Energy Res.*, vol. 1, no. 1, hal. 177–202, 2007.
- [9] J. Wienold dan J. Christoffersen, "Evaluation methods and development of a new glare prediction model for daylight environments with the use of CCD cameras," *Energy Build.*, vol. 38, no. 7, hal. 743–757, 2006.
- [10] E. Reinhard, G. Ward, S. Pattanaik, dan P. Debevec, *High Dynamic Range Imaging: Acquisition, Display and Image-Based Lighting*, 2nd ed. Burlington, MA: Morgan Kaufmann/Elsevier, 2010.
- [11] "Auto Exposure Bracketing Settings by Camera Modelo Title," 2017. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.hdrsoft.com/resources/aeb.html>.
- [12] K. Van Den Wymelenberg dan M. Inanici, "A critical investigation of common lighting design metrics for predicting human visual comfort in offices with daylight," *LEUKOS - J. Illum. Eng. Soc. North Am.*, vol. 10, no. 3, hal. 145–164, 2014.
- [13] D. V. Discomfort, G. Probabilities, A. Jakubiec, dan C. Reinhart, "The Use of Glare Metrics in the Design of Daylit Spaces : Recommendations for Practice Glare is a measure of the physical discomfort of an occupant caused by excessive light or contrast in a specific field of view .," 2010.
- [14] S. Antonio dan S. California, "Lighting Research and," no. April 2015, 2012.