

PASSIVE LIGHTING DISTRIBUTION SYSTEM IN EDUCATIONAL BUILDINGS CASE STUDY OF PPIG BUILDING, PALANGKARAYA UNIVERSITY

SISTEM DISTRIBUSI PENCAHAYAAN PASIF PADA BANGUNAN PENDIDIKAN STUDI KASUS BANGUNAN PPIG UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

Onie D. Sanitha¹, Theo Fransisco², Novera Kristianti³, Yunida Iashania⁴, Taufiqurahman⁵, Audy Mirelia W.S⁶,
Yusuf Aditya Sihombing⁷

¹⁾²⁾⁵⁾⁶⁾ Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya, Palangka Raya

³⁾ Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya, Palangka Raya

⁴⁾ Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya, Palangka Raya
Jl. H. Timang Tunjung Nyaho Palangkaraya Kode Pos 73112

Email: onie.sanitha@eng.upr.ac.id

ABSTRACT

This study explores the passive lighting distribution system in educational buildings at PPIG Palangka Raya University. The main focus of the study is how the distribution of natural lighting decreases significantly in spaces that are far from the lighting source, especially in buildings that have light sources on the side that is difficult to reach the entire space. Using an analysis test with the Andrewmarsh application, the distribution of lighting in the Daylight Factor was found with an average of 43.48%. The results of the study show that the placement of space towards the position of windows or openings that are less strategic causes a gap in light distribution, thus affecting visual comfort in the room. This study is expected to be a reference in designing educational buildings that are more energy efficient and comfortable for their users.

Keywords: *Daylight Factor, Lighting Distribution, Passive Lighting, PPIG, Andrewmarsh*

ABSTRAK

Penelitian ini mengeksplorasi sistem distribusi pencahayaan pasif pada bangunan pendidikan di PPIG Universitas Palangka Raya. Fokus utama penelitian adalah bagaimana distribusi pencahayaan alami menurun secara signifikan pada ruang-ruang yang berada jauh dari sumber pencahayaan, terutama pada bangunan yang memiliki sumber cahaya di sisi yang sulit menjangkau seluruh ruang. Menggunakan uji analisis dengan aplikasi Andrewmarsh ditemukan persebaran pencahayaan dalam Daylight Factor dengan rata-rata 43.48%. Hasil studi menunjukkan bahwa penempatan ruang terhadap posisi jendela atau bukaan yang kurang strategis menyebabkan kesenjangan distribusi cahaya, sehingga memengaruhi kenyamanan visual di dalam ruangan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam merancang bangunan pendidikan yang lebih efisien secara energi dan nyaman bagi penggunaannya.

Kata Kunci: *Daylight Factor, Distribusi Pencahayaan, Pencahayaan Pasif, PPIG, Andrewmarsh*

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu sektor yang membutuhkan perhatian khusus dalam pengelolaan energi, terutama di daerah tropis yang memiliki kondisi iklim yang unik. Bangunan pendidikan, seperti sekolah dan universitas, sering kali menggunakan jumlah energi yang signifikan untuk memenuhi kebutuhan operasional sehari-hari, termasuk pencahayaan, pendinginan, dan peralatan elektronik (Mahendra et al., 2024). Penggunaan energi yang tidak efisien tidak hanya meningkatkan biaya operasional, tetapi juga berdampak negatif terhadap lingkungan. Di daerah tropis, suhu udara yang tinggi dan kelembapan yang signifikan memerlukan strategi khusus untuk menjaga kenyamanan termal dalam bangunan (Sanitha et al., 2023). Pendekatan konvensional yang bergantung pada sistem pendingin udara sering kali mengakibatkan konsumsi energi listrik yang tinggi (Rasta

et al., 2021). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan alternatif yang lebih berkelanjutan untuk mengelola konsumsi energi listrik di bangunan pendidikan.

Pendekatan *Passive Design* menawarkan solusi potensial untuk mengurangi ketergantungan pada sistem pendingin mekanis dengan memanfaatkan desain arsitektur yang adaptif terhadap iklim (Hariri, 2023). Prinsip-prinsip *Passive Design* meliputi orientasi bangunan yang tepat, penggunaan material bangunan yang memiliki insulasi termal tinggi, ventilasi alami, dan pengendalian pencahayaan alami (Nugroho, 2019). Dengan mengintegrasikan prinsip-prinsip ini, bangunan dapat meminimalkan kebutuhan akan sistem-sistem aktif. Penelitian yang dilakukan adalah terbatas pada kajian pelingkup bangunan PPIG melalui pengamatan visual yang merupakan salah satu aspek pertimbangan desain pasif pada bangunan. Implementasi desain pasif dalam

pencahayaan juga dapat membantu dalam mencapai efisiensi energi yang lebih baik. Pemanfaatan pencahayaan alami dapat mengurangi ketergantungan pada sistem pencahayaan buatan, yang sering kali menjadi penyebab tingginya konsumsi energi dalam bangunan pendidikan. Dalam rangka mencapai tujuan tersebut, penting untuk melakukan analisis dan simulasi pencahayaan sebelum pembangunan (Purwanto et al., 2021).

Simulasi dapat membantu dalam merancang ruang yang memenuhi standar pencahayaan yang ditetapkan, sehingga dapat memastikan kenyamanan visual bagi pengguna. Dengan demikian, studi pencahayaan pada bangunan PPIG dalam konteks desain pasif pada bangunan pendidikan tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga pada dampak psikologis dan sosial dari pencahayaan yang baik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus yang berfokus pada fenomena kontemporer kondisi pencahayaan ruang PPIG yang dipengaruhi oleh pelingkup bangunan yang diambil melalui pengamatan Visual. Kajian dilakukan melalui perolehan data yang dianalisis menggunakan bantuan aplikasi *Andrewmarsh* untuk melihat persebaran pencahayaannya. Data diambil secara langsung melalui pengamatan visual dan observasi lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumsi energi di gedung PPIG UPR merupakan aspek penting yang perlu dipertimbangkan, karena tidak hanya berdampak pada jejak lingkungan institusi tetapi juga berkontribusi pada keseluruhan biaya operasional. Sektor komersial, termasuk lembaga pendidikan, merupakan konsumen listrik yang signifikan, dan ada fokus yang semakin besar pada pengembangan strategi yang efektif untuk mengelola penggunaan energi dalam pengaturan ini. (Arfiansyah & Arifin, 2021). Salah satu pendorong utama konsumsi energi di gedung-gedung tinggi, seperti gedung PPIG UPR, adalah penggunaan sistem Pemanas, Ventilasi, dan Pendingin Udara yang ekstensif, serta sistem pencahayaan dan elektronik (Arfiansyah & Arifin, 2021). Dalam kasus gedung PPIG UPR, pola konsumsi energi kemungkinan besar dipengaruhi oleh perilaku dan aktivitas penghuninya, yang dapat sangat bervariasi tergantung pada faktor-faktor keseluruhan terhadap praktik penghematan energi.

Sistem Pencahayaan dan Penghawaan Alami

Sistem pencahayaan dan penghawaan aktif di PPIG adalah pada saat berlangsungnya perkuliahan, seminar, dan maupun kegiatan lainnya. Jenis penghawaan aktif yang digunakan pada PPIG ini merupakan AC jenis AC *Cassette*.



Gambar 1 Kondisi Koridor lantai PPIG UPR
Sumber : Penulis, 2024

Sistem Ventilasi – Jendela (Sistem Pasif)

Tipe jendela yang digunakan yaitu jendela mati dan ukuran jendela kurang lebih 3.85 m x 1.5 m.



Gambar 2 Sistem Ventilasi Alami (sistem pasif) PPIG UPR
Sumber : Penulis, 2024



Gambar 3 Sistem Ventilasi Alami (sistem pasif) PPIG UPR
Sumber : Penulis, 2024

Secara keseluruhan ventilasi yang tampak di sekeliling bangunan PPIG didesain untuk memasukkan pencahayaan tanpa memasukan sirkulasi udara (gambar

3), sementara sirkulasi udara dapat diperoleh pada bagian samping bangunan yang balkon selasar (gambar 6).



Gambar 4 Sistem Ventilasi Pasif dari Dalam Ruang, PPIG UPR
Sumber : Penulis, 2024

Shading Device

Pada bagian jendela masing – masing ruangan terdapat *shading devices* dengan menggunakan tirai jenis

vertical blind (Gambar 2) dan pada bagian selasar luar depan bangunan terdapat kanopi yang menggunakan kaca sebagai materialnya (Gambar 5).



Gambar 5 Shading Device - Kanopi Kaca
Sumber : Penulis, 2024

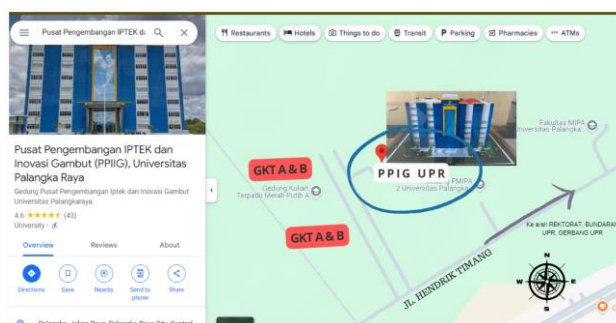
Pada bagian samping kiri dan kanan terdapat balkon yang juga bisa berfungsi sebagai shading devices (Gambar 6)



Gambar 6 Shading Device - Balkon Selasar
Sumber : Penulis, 2024

Orientasi Bangunan

Arah orientasi bangunan pada google maps mengarah ke barat daya.



Gambar 7 Orientasi Bangunan PPIG UPR
Sumber: Penulis, 2024

Pencahayaan alami pada ruang - ruang PPIG ini berasal dari jendela dan penghawaan didapatkan dari sistem penghawaan aktif. Ukuran jendela kurang lebih

3.85 m x 1.5 m. Pada bangunan PPIG ini juga memiliki void dari lantai 1- lantai 3 sehingga ruangan mendapatkan pencahayaan alami dari jendela pada bagian depan PPIG.

Tabel 1 Inventaris Data Sistem Pencahayaan pada Gedung PPIG UPR

Material Dinding	Batako dilapisi dengan bahan HPL.
Material Atap	Dak beton dan sebagian atap metal.
Ventilasi	jendela mati uk. 3.85 m x 1.5 m.
Shading Device	vertical blind, kanopi kaca & balkon
Orientasi Bangunan	barat daya.
Pencahayaan Alami	Void lt.1 – 3 & Jendela 3.85 m x 1.5 m.
Penggunaan Insulasi	HPL bagian terluar

Sumber: Penulis, 2024

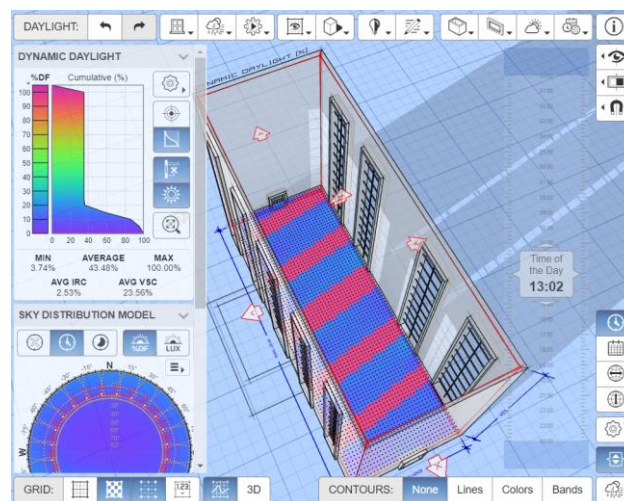
Insulasi Selimut Bangunan

Dari hasil pengamatan visual, Insulasi pada dinding PPIG visual menggunakan HPL untuk kulit bangunan selebihnya adalah material utama beton pada bangunan. Studi pencahayaan pada bangunan PPIG dalam konteks desain pasif diharapkan menciptakan lingkungan yang nyaman dan efisien. Pencahayaan alami tidak hanya berkontribusi pada estetika ruang tetapi juga berpengaruh pada kesehatan dan produktivitas pengguna, terutama di lingkungan pendidikan. Penelitian menunjukkan bahwa desain bukaan yang tepat dapat meningkatkan pencahayaan alami, yang pada gilirannya dapat mengurangi kebutuhan akan pencahayaan buatan dan konsumsi energi (Safirannur et al., 2021).

Desain pasif berfokus pada pemanfaatan sumber daya alam, seperti cahaya matahari, untuk mengoptimalkan pencahayaan dalam bangunan. Dalam konteks koridor lobby, penerapan strategi desain pasif seperti penggunaan *skylight*, jendela besar, dan *sun shading* dapat meningkatkan eksitasi rata-rata permukaan dalam ruang (Winandari, 2023). Pada kasus PPIG UPR, sistem pasif terlihat pada pelingkup bangunan berupa jendela untuk fungsi pencahayaan. Dikarenakan sistem penghawaan menggunakan penghawaan buatan

sehingga jendela *disetting* tertutup untuk udara namun “terbuka” untuk pencahayaan.

Penelitian oleh Mangkuto et al. menunjukkan bahwa optimisasi penempatan dan penjadwalan sistem pencahayaan dapat meningkatkan kualitas pencahayaan alami dan mengurangi konsumsi energi (Mangkuto et al., 2019). Lebih lanjut, pencahayaan alami juga berperan dalam menciptakan suasana yang mendukung proses belajar mengajar. Penelitian oleh Astuti et al. menunjukkan bahwa kualitas desain pencahayaan di area lobby dapat mempengaruhi perilaku pengguna, yang dalam hal ini adalah pelajar (Astuti et al., 2016). Kualitas pencahayaan yang baik dapat meningkatkan kenyamanan visual dan mempengaruhi suasana hati, yang sangat penting dalam konteks pendidikan. Selain itu, penelitian oleh Wulandari dan Isfiaty menekankan bahwa pencahayaan yang baik dapat mendukung visualisasi dan pengayaan ruang, yang juga berkontribusi pada pengalaman pengguna (Wulandari & Isfiaty, 2021). Namun pada PPIG pencahayaan alami digunakan secukupnya karena sebagian besar menggunakan pencahayaan buatan. Hal ini menjadi relevan untuk bangunan pendidikan yang memiliki arus pengguna yang tinggi untuk sistem aktif pada pencahayaan dan penghawaan.



Gambar 8 Simulasi Daylight pk. 13.02 WIB

Sumber: Penulis, 2024

Distribusi Daylight (%DF - Daylight Factor)

Grafik di sisi kiri (Gambar 8) menunjukkan persentase Daylight Factor (DF) di area ruangan. **MIN DF** (*Minimal Daylight Factor*) terlihat 3.74%, sementara **MAX DF** mencapai 100%. Nilai **Rata-rata (AVERAGE)** DF adalah 43.48%. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar area ruangan memiliki akses pencahayaan alami yang baik, dengan distribusi area pencahayaan yang tidak merata persebarannya.

Peta Distribusi Cahaya:

Pada bagian lantai, terlihat adanya **pola warna** yang menunjukkan distribusi intensitas cahaya di ruangan. **Area**

merah mewakili area dengan tingkat cahaya yang tinggi (mendekati 100%), sementara **area biru** menunjukkan daerah dengan pencahayaan yang lebih rendah. Pola ini mengindikasikan bahwa cahaya alami terutama terkonsentrasi di dekat jendela, sementara bagian yang lebih jauh dari jendela mengalami penurunan intensitas cahaya.

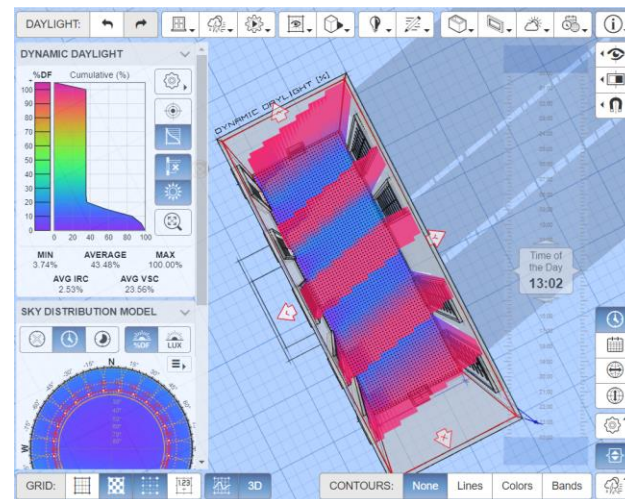
Model Geometris Bangunan

Gambar menunjukkan model 3D dari ruangan dengan jendela besar yang memanjang di sepanjang satu sisi dinding. Hal ini menunjukkan sumber utama cahaya

alami berasal dari jendela tersebut. Dengan jendela besar seperti ini, pencahayaan alami masuk cukup efektif di sisi ruangan yang dekat dengan jendela, namun berkurang ke bagian tengah hingga belakang ruangan. Pilihan **Contours** pada bagian bawah simulasi diatur ke "None", artinya tidak ada garis-garis kontur yang menandakan perubahan intensitas cahaya. Jika opsi ini diaktifkan, kita dapat

melihat lebih jelas batas-batas area dengan intensitas cahaya yang berbeda.

Rata-rata **Visible Sky Component (VSC)** di ruangan adalah 23.56%, dan rata-rata **Illuminance Ratio Coefficient (IRC)** hanya 2.53%. Angka ini menunjukkan bahwa meskipun ada distribusi cahaya yang baik di ruangan, beberapa area mungkin memiliki keterbatasan dalam mendapatkan pencahayaan langsung dari langit.



Gambar 9 Simulasi - Distribusi Pencahayaan dalam Grid 3D
Sumber: Penulis, 2024

Simulasi ini menunjukkan distribusi pencahayaan alami yang baik di dekat jendela, namun menurun di area yang lebih jauh dari jendela. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti posisi jendela, jam simulasi, dan model distribusi langit, dapat disimpulkan bahwa ruangan ini mendapatkan pencahayaan alami yang optimal pada siang hari, terutama di area yang dekat dengan jendela sehingga menjadi wajar untuk ruang-ruang yang terbagi untuk ruang kelas menjadi menurun intensitas pencahayaannya yang berdampak pada penggunaan sistem pencahayaan aktif (lampu).

KESIMPULAN

Penempatan jendela yang kurang optimal dan orientasi bangunan yang tidak memanfaatkan cahaya matahari secara maksimal menjadi catatan penyebab distribusi pencahayaan, karena orientasi bangunan mengarah ke Barat Daya. Karena bangunan menghadap ke barat daya, sisi bangunan yang menghadap arah ini akan mendapatkan paparan sinar matahari yang kuat di sore hari, terutama pada musim panas. Matahari sore cenderung lebih rendah di langit, menghasilkan bayangan yang panjang dan sinar matahari langsung yang panas sementara kegiatan belajar mengajar di sore hari sudah berakhir. Aktivitas di bangunan sepanjang pagi hingga sore hari adalah aktivitas yang akan menerima distribusi cahaya alami kurang maksimal karena sisi bangunan yang memanjang ke arah tenggara akan menerima sinar matahari langsung di pagi hari namun, distribusi cahaya alami di bagian dalam ruangan dapat menjadi kurang

optimal karena matahari berada pada posisi yang rendah di timur. Sinar matahari langsung dari barat daya pada sore hari sering kali menyebabkan masalah glare atau silau, terutama jika tidak ada penghalang atau shading yang memadai sehingga memasang kaca anti-silau atau tirai yang dapat diatur untuk mengurangi glare saat matahari berada pada posisi rendah di sore hari dan pada Gedung PPIG penggunaan tirai sudah dilakukan.

Pada akhirnya, penggunaan sistem bukaan cahaya pada PPIG telah dilakukan secara maksimal, namun distribusi pencahayaan tidak merata (Gambar 9) dan menjadi kurang dimaskimalkan, hal ini menyebabkan penggunaan sistem pasif menjadi lebih maksimal khususnya saat kegiatan dilaksanakan di setiap ruang. Orientasi bangunan ke barat daya dan timur laut akan menyebabkan variasi distribusi pencahayaan sepanjang hari. Sisi barat daya akan menerima sinar matahari yang lebih intens pada sore hari, menyebabkan kelebihan pencahayaan dan panas, sementara sisi timur laut akan mendapat sinar pagi yang lembut namun stabil. Untuk mengatasi distribusi pencahayaan yang tidak merata, diperlukan strategi desain seperti penggunaan shading devices, material reflektif, dan sistem pencahayaan hybrid agar ruangan tetap nyaman sepanjang hari tanpa ketergantungan penuh pada pencahayaan buatan.

Penelitian lebih lanjut diperlukan guna memperoleh penilaian lebih mendetail terkait konsumsi energi gedung yang berhubungan dengan orientasi bangunan eksisting untuk menemukan solusi lebih lanjut terkait kondisi bangunan yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfiansyah, T., & Arifin, A. S. (2021). Feasibility Study on the implementation of room control automation to realize smart green buildings. *Journal of Physics: Conference Series*, 1844(1), 12011.
- Astuti, S. B., Anggraita, A. W., Haq, S. A., Sitompul, S. E., & Saputra, R. D. N. G. (2016). Studi Layout Furnitur Dan Desain Pencahayaan Di Lobby Apartemen Studi Kasus : Apartemen Di Daerah Surabaya Timur. *Jurnal Desain Interior*, 1(1), 15. <https://doi.org/10.12962/j12345678.v1i1.1471>
- Hariri, I. (2023). *Perancangan Agribisnis Eduwisata Rancamaya Bogor dengan pendekatan Arsitektur Bioklimatik*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Mahendra, G. S., Judijanto, L., Tahir, U., Nugraha, R., Dwipayana, A. D., Nuryanneti, I., Heri, D., Meilin, A., Saktisyahputra, S., & Rakhmadani, D. P. (2024). *Green Technology: Panduan Teknologi Ramah Lingkungan*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Mangkuto, R. A., Wiratama, A. W., Fadla, K., & Soelami, F. X. N. (2019). Optimisasi Perletakan Dan Penjadwalan Sistem Pencahayaan Untuk Meningkatkan Eksitansi Rata-Rata Permukaan Dalam Ruang. *Jurnal Permukiman*, 14(1), 45. <https://doi.org/10.31815/jp.2019.14.45-54>
- Nugroho, A. M. (2019). *Rekayasa Ventilasi Alami untuk Penyejukan Bangunan*. Universitas Brawijaya Press.
- Purwanto, L. M. F., Hermawan, H., Indrawan, S. E., Mufidah, M., ARINTA, R. T. R. I., Sanitha, O. D., Andadari, T. S., Amin, C., Widriyakara, Y. A., & Bere, A. F. (2021). *Teknologi dalam Arsitektur Digital*. Unika Soegijapranata.
- Rasta, I. M., Winarta, A., Sunu, P. W., Subagia, I. W. A., & Puja, I. G. K. (2021). Teknologi refrigerasi ramah lingkungan menggunakan energi matahari menuju green campus Politeknik Negeri Bali. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology*, 2(2), 78–84.
- Safirannur, S., Yahya, A. S., & Novianti, Y. (2021). Pengaruh Desain Bukaian Terhadap Pencahayaan Alami Studi Kasus Sma Negeri 1 Dolok Batu Nanggar. *Arsitekno*, 8(2), 79. <https://doi.org/10.29103/arj.v8i2.5105>
- Sanitha, O. D., Fransisco, T., Iashania, Y., & Kristianti, N. (2023). Alternatif Solusi Mengontrol Cahaya Alami pada Desain Bangunan Komersial: Studi Kasus: Toko Busana di Bukit Keminting Palangka Raya. *ATRIUM: Jurnal Arsitektur*, 9(2), 115–123.
- Winandari, M. I. R. (2023). Penerapan Strategi Desain Pasif Di Bangunan Pusat Kreatif. *Pawon Jurnal Arsitektur*, 7(2), 173–188. <https://doi.org/10.36040/pawon.v7i2.5329>
- Wulandari, R., & Isfiaty, T. (2021). Peran Pencahayaan Terhadap Suasana Ruang Interior Beehive Boutique Hotel Bandung. *Divagatra - Jurnal Penelitian Mahasiswa Desain*, 1(2), 179–191. <https://doi.org/10.34010/divagatra.v1i2.5706>