

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil simulasi dan analisis yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya, didapatkan kesimpulan bahwa:

- a. Performa pencahayaan alami dalam segi penetrasi dan distribusi pencahayaan alami dengan perubahan tipe *monitor* (*skylight* menjadi *monitor*)

Berdasarkan hasil simulasi yang sudah dipaparkan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa terlihat karakteristik cahaya *direct light* yang masuk dari tipe *rooflight* (*skylight*) pada bangunan objek studi Awani Studento cenderung terkonsentrasi pada area yang terpapar langsung (area void atrium) dan tidak dapat mendistribusikan cahaya secara merata dengan perbandingan cahaya yang cukup kontras dan terlihat pula penetrasi yang belum terjadi pada ruang sekitar atrium (dalam kamar di lantai dasar). Fakta ini sesuai dengan teori tentang karakteristik cahaya langsung berupa sinar lurus yang dipaparkan oleh Nottingham (2011) dan Moore (1991). (Nottingham & user, 2011 and Moore, 1991)

Oleh sebab itu, dilakukannya perubahan pengubahan tipe *rooflight* menjadi *monitor rooflight* menjadi salah satu solusi untuk menjawab permasalahan dalam hal penetrasi pencahayaan ke dalam ruang kamar sebagai area fungsional. Berdasarkan hasil simulasi dengan mengubah tipe *rooflight* menjadi *monitor rooflight*, terjadi penurunan rata-rata nilai faktor pencahayaan alami (ADF) di kedua lantai. Hal ini disebabkan karakteristik cahaya yang masuk melalui tipe *rooflight* ini bersifat sinar pantulan dari pencahayaan tidak langsung yang memiliki karakteristik intensitas cahaya yang lebih kecil (Nottingham & user, 2011; Moore, 1991).

Namun dalam hal penetrasi dan pendistribusian pencahayaan alami, karakteristik sinar pantulan yang dihasilkan dengan tipe *rooflight monitor* berpengaruh terhadap peningkatan penetrasi dan distribusi cahaya alami hingga dalam kamar di lantai dasar, namun masih belum terlihat signifikan dan mencukupi standar pencahayaan untuk mendukung aktivitas di dalamnya, sehingga perlu didukung dengan variasi variabel bebas.

- b. Modifikasi desain *monitor rooflight* (ketinggian dan kemiringan bukaan *monitor rooflight*) untuk mengoptimalkan performa pencahayaan alami dalam segi penetrasi dan distribusi pencahayaan alami

Berdasarkan hasil simulasi terhadap variasi ketinggian dan kemiringan bukaan *monitor rooflight* didapatkan tren sebagai berikut:

- 1) Peningkatan kedalaman jarak penetrasi dan nilai ADF(%) berbanding lurus dengan peningkatan bukaan *monitor rooflight*. Hal ini sinergis dengan kaitan teori yang telah dipaparkan mengenai pencahayaan tidak langsung dengan tipe *rooflight monitor* oleh Nottingham and User (2011) dan Moore (1991) di mana luas area bukaan *monitor rooflight* (yang divariasikan pada variabel ketinggian bukaan (Gambar 4.8) dipengaruhi oleh sudut pantulan yang dibentuk dari pencahayaan tidak langsung sinar sudut rendah yang semakin banyak dapat mengijinkan pendistribusian yang lebih tersebar dan secara tidak langsung terjadi peningkatan performa pencahayaan alami dalam bangunan.

Namun peningkatan penetrasi yang terjadi masih belum signifikan dengan tren kenaikan yang rendah yaitu $\pm 6\%$ setiap kenaikan 0.10 meter. Hal ini dapat disimpulkan bahwa dibutuhkan ketinggian yang cukup signifikan untuk terjadinya peningkatan penetrasi dalam kamar. Begitu pula dengan peningkatan nilai ADF % yang masih rendah sebesar 0.253% (nilai ADF % di posisi awal 0.250%). Berdasarkan hasil simulasi terhadap variasi ketinggian bukaan *monitor rooflight* terlihat bahwa modifikasi perlu didukung oleh faktor lain dalam hal ini ditinjau dalam variasi sudut kemiringan bukaan *monitor rooflight* (Baker N., Fanchiotti A., Steemers K., 1993).

- 2) Bila ditinjau dari variasi kemiringan sudut bukaan *monitor rooflight*, pola yang terlihat adalah peningkatan kedalaman jarak penetrasi dan nilai ADF(%) dalam kamar di lantai dasar berbanding lurus terhadap posisi kemiringan sudut yang semakin kecil terhadap bidang horizontal. Hal ini sesuai dengan kajian teori yang telah dilakukan mengenai pencahayaan alami langsung dan tidak langsung. Peningkatan kuantitas diasosiasikan dengan peranan cahaya langsung ke dalam bangunan. Keuntungan dalam penggunaan pencahayaan langsung dapat menghasilkan tingkat pencahayaan yang tinggi (Nottingham and User, 2011; Ding, 2017). Terlihat dari peningkatan nilai ADF(%) dan dipresentasikan warna merah dalam hasil simulasi yang ditunjukkan dalam Gambar 4.12. Dalam hal nilai ADF %

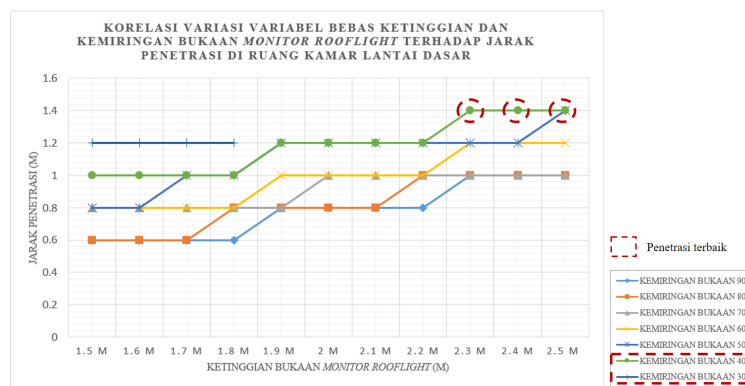
yang dihasilkan dalam variasi ini, mengalami peningkatan nilai yang lebih baik bila dibandingkan dengan variasi ketinggian bukaan dengan nilai ADF tertinggi yang dapat dicapai yaitu 0.260% walaupun tingkat pencahayaan masih berada di bawah standar kenyamanan visual BREEAM.

Sedangkan peningkatan penetrasi cahaya alami diasosiasikan dengan peranan cahaya tidak langsung ke dalam bangunan. Bilamana keuntungan dalam penggunaan pencahayaan tidak langsung dapat menghasilkan pendistribusian yang lebih tersebar secara merata dan tidak terpusat. Terlihat dari peningkatan kedalaman penetrasi dalam ruang kamar(direpresentasikan dengan poin(a) pada Gambar 4.12) (Nottingham and User, 2011; Moore, 1991). Berdasarkan paparan pada bab sebelumnya, ditemukan variasi penurunan sudut kemiringan setiap 10° bukaan *monitor rooflight*, didapatkan tren kenaikan $\pm 10\%$ terhadap penambahan kedalaman penetrasi.

Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa modifikasi desain terhadap kemiringan bukaan (ketinggian bukaan eksisting) lebih efisien dibandingkan dengan perubahan ketinggian bukaan yang dibutuhkan peningkatan yang cukup signifikan.

- c. Korelasi terhadap dua variasi ketinggian dan kemiringan bukaan *monitor rooflight* terhadap performa pencahayaan alami dalam segi penetrasi dan distribusi pencahayaan alami

Bila ditinjau dari korelasinya antara variasi variabel bebas (kemiringan dan ketinggian bukaan *monitor rooflight*) didapatkan hasil sebuah grafik yang menggambarkan secara definitif (Gambar 5.1)



Gambar 5.1 Grafik Korelasi Variasi Variabel Ketinggian Bukaan dan Kemiringan Bukaan Terhadap Penetrasi Pencahayaan Alami dalam Kamar

- 1) Kedalaman jarak penetrasi terbaik yang dapat dihasilkan dari korelasi variasi ketinggian bukaan dan kemiringan bukaan *monitor rooflight* yaitu sebesar $\pm 47\%$ dari panjang kamar/ sejauh 1.4 meter dari bukaan jendela dalam kamar
- 2) Jarak penetrasi terbaik yang dihasilkan dari masing-masing variasi ketinggian bukaan *monitor rooflight* berada pada sudut terendah dari masing-masing ketinggian
- 3) Variasi ketinggian dan kemiringan bukaan yang memperoleh performa penetrasi terbaik berada pada variasi kemiringan bukaan 50° dengan ketinggian bukaan 2.5 meter dan/atau kemiringan bukaan 40° dengan range ketinggian bukaan 2.3 meter-2.5 meter

Modifikasi desain *monitor rooflight* terhadap korelasi kedua variasi variabel bebas ditemukan tren bahwa pencapaian nilai penetrasi yang baik, dapat dilakukan dengan 2 cara (Tabel 5.1) :

- 1) Semakin tinggi bukaan *monitor rooflight* yang dibentuk, maka dibutuhkan kemiringan sudut yang semakin lurus (90°) begitu sebaliknya.
- 2) Semakin rendah ketinggian bukaan *monitor rooflight* yang dibentuk maka diperlukan kemiringan sudut yang semakin kecil/ miring terhadap bidang horizontal begitu sebaliknya.

Tabel 5.1 Tabel Korelasi Variasi Ketinggian dan Kemiringan Bukaan *Monitor Rooflight* Terhadap Performa Penetrasi Pencahayaan Alami pada Kamar di Lantai Dasar

Tabel korelasi variasi ketinggian dan kemiringan bukaan *monitor rooflight* terhadap jarak penetrasi dalam kamar di lantai dasar

KEMIRINGAN BUKAAN	KETINGGIAN BUKAAN										
	1.5 m	1.6 m	1.7 m	1.8 m	1.9 m	2 m	2.1 m	2.2 m	2.3 m	2.4 m	2.5 m
90°	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	1	1	1
80°	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
70°	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
60°	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2
50°	0.8	0.8	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4
40°	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4	1.4	1.4
30°	1.2	1.2	1.2	1.2							

Penetrasi terbaik

Dalam korelasinya pun terlihat bahwa modifikasi desain terhadap kemiringan bukaan (ketinggian bukaan eksisting) lebih efisien dibandingkan dengan perubahan ketinggian bukaan yang dibutuhkan peningkatan ketinggian yang cukup signifikan. Oleh karena itu, dipilih variasi ketinggian 2.3 meter dengan kemiringan bukaan 40° . Kombinasi ini menghasilkan jarak penetrasi terjauh yaitu 1.4 meter dalam kamar di lantai dasar/ sebesar $\pm 47\%$ dari panjang kamar.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah dibutuhkan penelitian lebih lanjut dengan pembahasan terhadap elemen arsitektural lain yang berpengaruh terhadap

performa pencahayaan alami dalam bangunan beratrium untuk meningkatkan performa tipe *monitor rooflight* dalam hal penetrasi dan pendistribusiannya (Baker N., Fanchiotti A., Steemers K. 1993) (Nottingham and User, 2011), seperti :

1. Studi lebih lanjut mengenai modifikasi elemen desain *monitor rooflight* lainnya dalam hal ini elemen *shading/control* dan perubahan material kaca.
2. Penelitian mengenai variasi bentuk geometri atrium sebagai elemen yang mendistribusikan cahaya yang masuk dari *rooflight* hingga ke lantai dasar
3. Penelitian mengenai variasi rasio dan proporsi bukaan jendela (WWR) sebagai elemen *outlet* yang memasukan cahaya hingga ke area kamar sebagai ruang fungsional
4. Pembelajaran terdahulu dalam hal penguasaan perangkat lunak untuk melakukan simulasi dan analisis statistik, untuk mempersingkat waktu efektif dalam pengerjaan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker N., Fanchiotti A., Steemers K (1993). *Daylighting in Architecture : A European Reference Book*. United Kingdom : Taylor & Francis.
- Baker and Steemers (2002). *Daylight Design Of Buildings: A Handbook For Architects And Engineers*. United Kingdom : Routledge.
- Wiley and Sons (2011). *Green Building: Project Planning and Cost Estimating*. North America: RSMears.
- Givoni (1998). *Climate Considerations in Building and Urban Design*. United Kingdom: Wiley.
- BREEAM (2016, 8 23), *BREEAM UK New Construction non-domestic buildings technical manual 2014 : bHea 01 Visual Comfort*.
- Al-obaidi, K. M. *et al.* (2014). A study of the impact of environmental loads that penetrate a passive skylight roofing system in Malaysian buildings. *Frontiers of Architectural Research*. Elsevier, 03(02), pp. 1–14. doi: 10.1016/j.foar.2014.03.004.
- CISBE (1999). *Daylighting and Windows Design*. Great Britain: The Friary Press.
- Dewey and Littlefair (1998). 'Rooflight spacing and uniformity. *Lighting Research and Technology*, 30(3), pp. 119–125.
- Ghasemi, M. *et al.* (2015). The influence of well geometry on the daylight performance of atrium adjoining spaces: a parametric study. *Journal of Building Engineering*, 3, pp. 39–47. doi: 10.1016/j.job.2015.06.002.
- Ghasemi, M., Kandar, M. Z. and Noroozi, M. (2016). Investigating the effect of well geometry on the daylight performance in the adjoining spaces of vertical top-lit atrium buildings. *Indoor and Built Environment*, 25(6), pp. 934–948. doi: 10.1177/1420326X15589121.
- Gozen Guner Aktas (2012). Sustainable design proposals in shopping center public interiors', *International Journal of Energy and Environment*, 6(1), pp. 109–116.
- Hartawewongsa, S., Beltrán, L. O. and Ph, D. (2006). Daylighting performance of toplighting systems in the hot and humid climate of thailand climate, in *ASES*

National Solar Conference, pp. 613–618.

Ho, D. (1996). Climatic responsive atrium design in Europe. *Architectural Research Quarterly*, 1(3), pp. 64–75. doi: 10.1017/S135913550000292X.

Hung, W. Y. and Chow, W. K. (2001). A review on architectural aspects of atrium buildings. *Architectural Science Review*, 44(3), pp. 285–295. doi: 10.1080/00038628.2001.9697484.

Husin, S. N. F. S. and Harith, Z. Y. H. (2012). The performance of daylight through various type of fenestration in residential building. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Elsevier B.V., 36(06), pp. 196–203. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.03.022.

Nottingham, T. and User, N. E. (2011). *A Parametric Investigation of the Influence of Atrium Facades on The Daylight Performance of Atrium Buildings*. University of Nottingham. Available at: <http://eprints.nottingham.ac.uk/id/eprint/12303>.

Ogheneyoma, P and Heritage, P. (2007). *Daylight Penetration in Buildings: Issues in Tropical Climate*. Covenant University.

Sayigh, A. & Mueller HFO (2013). Sustainability, energy and architecture, in *Sustainability, Energy and Architecture : Case Studies in Realizing Green Buildings*. 1st edition. London: Academic Press, pp. 227–255. doi: 10.1016/b978-0-12-397269-9.01001-x.

Sharples, S. and Lash, D. (2007). Daylight in atrium buildings: A critical review. *Architectural Science Review*, 50(4), pp. 301–312. doi: 10.3763/asre.2007.5037.

Sher, F. *et al.* (2019). Sustainable energy saving alternatives in small buildings. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. Elsevier, 32(February 2018), pp. 92–99. doi: 10.1016/j.seta.2019.02.003.