

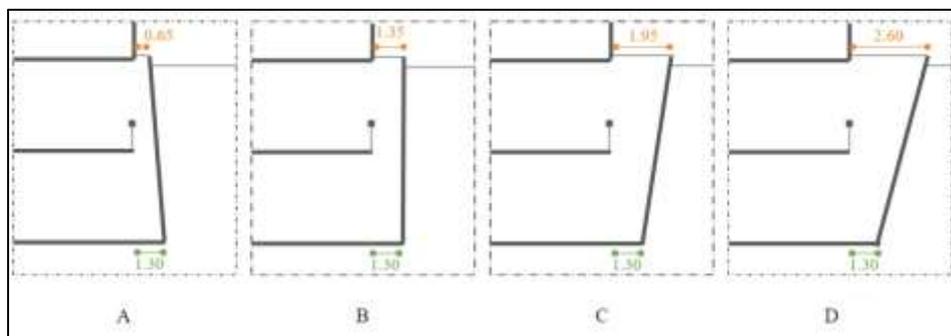
BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Rubnah memiliki banyak kekurangan akibat terletak di bawah tanah, seperti tidak adanya kurangnya pencahayaan alami dan visibilitas terhadap ruang luar karena tidak ada bukaan sehingga beban pencahayaan buatan semakin besar, sirkulasi udara yang buruk, serta membuat orientasi pengguna akan waktu dan tempat berkurang sehingga kerap kali terasa gelap, lembab, dan tidak bebas (Goel, et al., 2012). Hal ini mengacu pada 1 sumber masalah yaitu tidak adanya bukaan untuk pencahayaan alami. Salah satu strategi untuk memasukkan pencahayaan alami adalah dengan *light shaft*.

Untuk memaksimalkan pencahayaan alami yang masuk perlu menelaah kembali sistem kolektor cahaya. Dalam sistem kolektor cahaya terdapat 5 hal yang menjadi parameter yaitu orientasi, ketinggian lantai, lebar dasar *shaft*, reflektansi bidang pantul, dan lebar bukaan *shaft*. (Gugliermetti & Grignaffini, 2001) dari kelima elemen tersebut, lebar bukaan *shaft* dikatakan sangat berpengaruh terhadap pencahayaan alami. Maka dilakukan pengujian dimensi W sebagai lebar bukaan atas *light shaft* terhadap performa pencahayaan alami pada rubanah. Objek studi yang digunakan dalam penelitian ini adalah RUBANAH Underground Hub yang memiliki 2 lantai rubanah dengan fungsi ruang pameran dan ruang serbaguna.



Gambar 5.1 Potongan Variasi Dimensi W

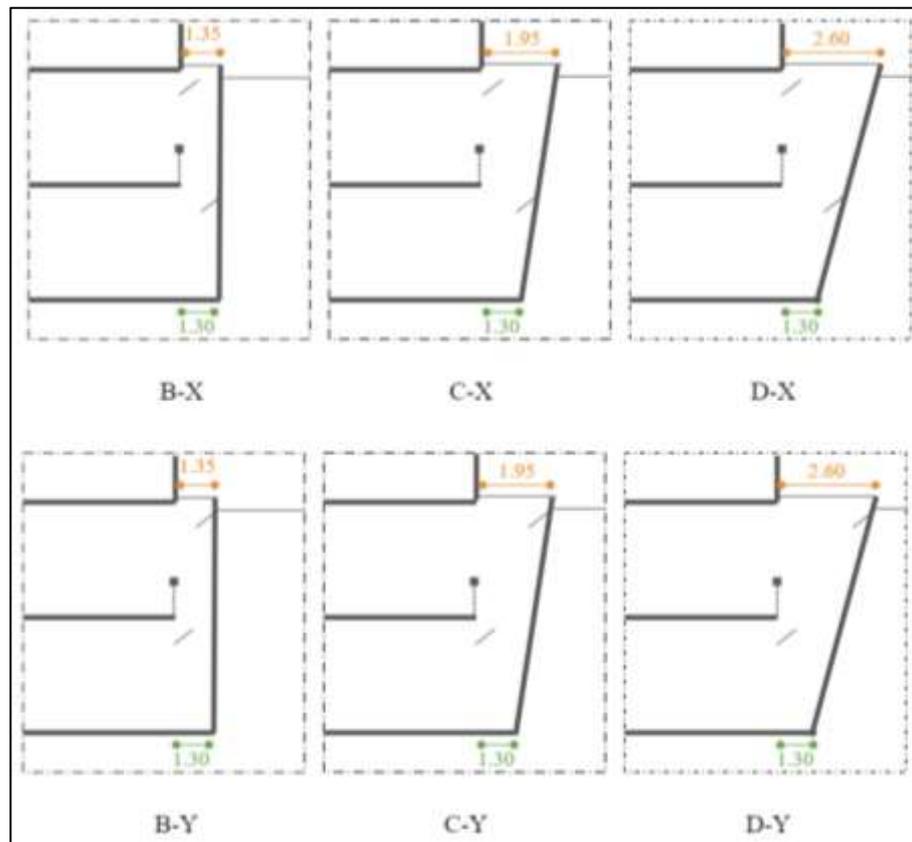
Hasil simulasi variasi dimensi W direkapitulasi dalam tabel 5.1, dan dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Semakin besar dimensi W, maka semakin besar juga ADF tiap lantai. Perbesaran dimensi W berbanding lurus dengan ADF. Peningkatan ADF berkisar antara 0,7-2,1% pada lantai B1 dan 1,4-1,7% pada lantai B2. Selain variasi A, semua variasi (B-D) mampu memenuhi standar ADF 2%.
- 2) Semakin besar dimensi W, maka semakin besar juga persentase luas area ADF $\geq 2\%$ tiap lantai. Perbesaran dimensi W berbanding lurus dengan persentase luas area ADF $\geq 2\%$. Peningkatan persentasi berkisar antara 6,99-22,04% pada lantai B1 dan 9,09-11,45% pada lantai B2. Namun semua variasi yang diuji (A-D) belum bisa mencapai standar 80% pada kedua lantainya.
- 3) Semakin besar dimensi W, maka semakin kecil nilai ΔADF sehingga ADF pada lantai B2 mampu mengimbangi ADF pada lantai B1. Hal ini mengindikasikan perbesaran dimensi W berbanding terbalik dengan ΔADF . Kisaran perubahan ΔADF antara 0,1-1,4
- 4) Untuk penetrasi cahaya alami, semakin besar dimensi W tidak menjamin semakin optimal pencahayaan alami yang masuk. Dapat dikatakan bahwa semakin besar dimensi W, semakin dalam cahaya yang masuk bahkan mencapai kedalaman 8 m. Namun semakin besar dimensi W, pada jarak 0-2 m dari *light shaft* akan memiliki nilai DF melebihi standar yang berpotensi menyebabkan ketidaknyamanan visual. Pada lantai B1 terdapat penambahan jarak 4 m dan pengurangan 1-2 m, sementara pada lantai B2 terdapat penambahan jarak berkisar 1-4 m dan pengurangan 1 m.
- 5) Untuk pemerataan pencahayaan alami, semakin besar dimensi W semakin besar nilai kemerataannya. Kemerataan pada semua variasi belum standar, yaitu 0,3, baik pada lantai B1 dan B2. Hal ini menandakan cahaya tidak terdistribusi dengan baik pada tiap lantai per variasi. Peningkatan pemerataan pada lantai B1 berkisar antara 0,02-0,05, sementara pada B2 berkisar antara 0,01-0,14.

Tabel 5.1 Hasil Rekapitulasi Data Simulasi dan Analisis Variasi Dimensi W

Variasi	A AR = 0,5	B AR = 1	C AR = 1,5	D AR = 2
Lantai B1				
ADF (%)	1,4	3,5	4,6	5,3
Area DF \geq 2% (%)	20,75	42,79	53,82	60,81
Kedalaman Optimal (M)	0-2	2-7	3-8	3-8
Kemerataan	0,15	0,20	0,26	0,28
Lantai B2				
ADF (%)	0,5	2,1	3,8	5,2
Area DF \geq 2% (%)	10,57	20,75	32,20	41,29
Kedalaman Optimal (M)	0	0-2	1-5	2-8
Kemerataan	0	0,14	0,15	0,15
Δ ADF antar lantai	0,9	1,4	0,8	0,1

Guna menambah kemerataan dan meningkatkan performa pencahayaan alami dengan *light shaft*, strategi selanjutnya adalah dengan menggunakan bidang pantul. Bidang pantul mampu menambah jangkauan pencahayaan alami hingga ke bagian terdalam ruangan. (Widder, 1985)



Gambar 5.2 Potongan Variasi Bidang Pantul

Hasil simulasi variasi bidang pantul direkapitulasi dalam tabel 5.2, dan dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Terjadi penurunan ADF pada lantai B1 berkisar antara 0,1-0,5% dengan nilai ADF terendah pada variasi X, sementara lantai B2 mengalami penurunan sekitar 0,4-1,1% dengan nilai ADF terendah pada variasi Y. Hal ini mengindikasikan bidang pantul yang terletak dekat outlet masing-masing lantai justru mengurangi nilai ADF dibandingkan dengan bidang pantul yang terletak menempel dengan dinding *shaft*. Keberadaan bidang pantul menurunkan nilai ADF akibat bidang pantul itu sendiri yang mempersempit lubang bukaan untuk cahaya alami masuk serta cahaya yang sampai adalah cahaya terdifusi.
- 2) Keberadaan bidang pantul meningkatkan juga menurunkan persentase luas area ADF $\geq 2\%$ tiap lantai. Penurunan hanya terjadi pada lantai B2 kelompok B dengan kisaran 0,08-6,77%. Peningkatan yang terjadi berkisar antara 19,91-34,02% pada lantai B1, peningkatan ini mencapai hampir 2 kalinya jika dibandingkan dengan variasi asalnya, sedangkan untuk lantai B2 berkisar antara 5,11-11,37%.
- 3) Variasi asal, variasi X, dan variasi Y secara berturut-turut mengalami peningkatan ΔADF . Kisaran perubahan ΔADF dari variasi asalnya antara 0,1-1.
- 4) Untuk penetrasi cahaya alami, terjadi peningkatan dan pengurangan penetrasi dengan ditambahkan bidang pantul. Terjadi peningkatan penetrasi hingga 1 m pada lantai B1, dan 1-3 m pada lantai B2. Dengan adanya bidang pantul, DF bisa menurun terlebih pada area yang dekat dengan bukaan sehingga mampu mengurangi ketidaknyamanan visual pada area dekat *light shaft*. Pengurangan yang hanya pada kelompok B sebesar 1 m dari variasi asalnya.
- 5) Kemerataan pada semua variasi meningkat dari variasi asalnya sehingga mampu mencapai standar kemerataan 0,3 dengan $D_{fmin} \geq 0,6\%$ pada lantai B1, sedangkan pada lantai B2 yang mencapai standar kemerataan hanya variasi C-Y dan D-Y. Peningkatan kemerataan pada lantai B1 berkisar antara 0,07-0,17, sementara pada B2 berkisar antara 0,08-0,19 dari variasi asalnya.

Tabel 5.2 Hasil rekapitulasi Data Simulasi dan Analisis Variasi Bidang Pantul

Variasi	B	B-X	B-Y	C	C-X	C-Y	D	D-X	D-Y
AR	1			1,5			2		
Lantai B1									
ADF (%)	3,5	3,1	3,4	4,6	4,1	4,5	5,3	5,0	5,2
Area DF \geq 2% (%)	42,79	62,70	66,04	53,82	83,59	86,31	60,81	92,51	94,83
Kedalaman Optimal (M)	2-7	2-8	2-8	3-8	2-8	2-8	3-8	2-8	4-8
Kemerataan	0,20	0,37	0,32	0,26	0,36	0,33	0,28	0,44	0,38
Lantai B2									
ADF (%)	2,1	1,3	1	3,8	3,2	2,7	5,2	4,7	4,3
Area DF \geq 2% (%)	20,75	20,67	13,98	32,20	39,51	37,31	41,29	52,66	50,59
Kedalaman Optimal (M)	0-2	0-3	0-2	1-5	1-8	1-8	2-8	2-8	2-8
Kemerataan	0,14	0,22	0,3	0,15	0,27	0,3	0,15	0,25	0,34
Δ ADF antar lantai	1,4	1,8	2,4	0,8	0,9	1,8	0,1	0,3	0,9

Light shaft terbukti dapat menjadi perangkat yang efisien untuk memasukkan cahaya alami ke dalam bangunan. *Light shaft* mampu menggantikan pencahayaan buatan dengan pengolahan yang baik. Manfaat dari penggunaan *light shaft* selain penghematan energi, menyangkut peningkatan kenyamanan visual baik secara kesehatan maupun secara psikologis dari sudut pandang manusia sebagai penggunanya.

5.2. Saran

Penelitian mengenai “Efektivitas *Light Shaft* Untuk Memasukkan Pencahayaan Alami Pada Ruang Bawah Tanah Bangunan” masih jauh dari sempurna yang diakibatkan berbagai kendala selama proses penelitian serta jangka waktu yang singkat. Berikut merupakan beberapa hal yang dapat menjadi masukan untuk kepentingan penelitian selanjutnya dengan topik yang sama:

1. Variasi pengujian terhadap bidang pantul dengan jenis berbeda (*light pipe*, *anidolic*, dan lain-lain) sehingga dapat menemukan suatu temuan baru untuk memasukkan pencahayaan alami ke dalam ruangan dengan lebih efektif.
2. Pengembangan metode simulasi parametrik menggunakan perangkat lunak yang memadai menggunakan metrik climate-based sehingga dapat mempersingkat waktu pengerjaan dan mendapatkan hasil simulasi yang mendekati kondisi aslinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bouchet, B. & Fontoynt, M. (1996). *Day-lighting of Underground Spaces: Design Rules. Energy and Buildings.*
- BSN (2001). *SNI 03-2396-2001 tentang Tata cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami.* Jakarta: BSN.
- Carmody, J. & Sterling, R. (1993). *Underground Space Design: A Guide to Subsurface Utilization and Design for People in Underground Spaces.* New York: Van Nostrand Reinhold.
- Ching, F. D. K. (1979). *Architecture Form Space and Order.* New York: Van Nostrand Reinhold.
- CIBSE (1999). *Daylighting and Windows Design.* Great Britain: The Friary Press.
- De Chiara, J. & Callender, J. H., (1980). *Time-saver Standards for Building Types..* New York: McGraw-Hill.
- Fraenkel, J. R. & Wallen, N. E., (2009). *How to Design and Evaluate. Research in Education.* New York: McGraw-Hill.
- Freewan, A. A., Shao, L. & Riffat, S. (2009). Interactions Between Louvers and Ceiling Geometry for Maximum Daylighting Performance. *Renewable Energy.*
- Goel, R. K., Singh, B. & Zhao, J. (2012). *Underground Space Planning. Underground Infrastructure.* UK: Elviesier.
- Gubernur, P. (2012). *Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta No. 167 Tahun 2012 tentang Ruang Bawah Tanah.* Jakarta: s.n.
- Gugliermetti, F. & Grignaffini, S. (2001). Shafts for Daylighting Underground Spaces: Sizing Guidelines. p. 33.
- Gugliermetti, F., Grignaffini, S. & Dell'Omo (1999). *Shafts for Natural Light and Ventilation in Underground Automobile Parking Areas.* Rome: WIT Press.
- Hornby, A. (1987). *Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English.* Oxford: Oxford University Press.
- Iversen, A. (2013). Detailed Simulations of Lighting Conditions in Office Rooms lit by Daylight and Artificial Light. Issue Technical University of Denmark.
- Kaufman, J. E. & Christensen, J. F. (1984). *IES Lighting Handbook.* New York: Illuminating Engineering Society of North America.
- Kaymaz, E. (2015). Daylight in Underground Architecture.
- Kwok, A. G. & Grondzik, W. T. (2007). *The Green Studio Handbook: Environmental Strategies for Schematic Design.* Oxford: Architectural Press.
- Lechner, N. (2015). *Heating, Cooling, Lighting. Sustainable Methods for Architects.* 4th ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc..

- Mardalis (1999). *Metode Penelitian Suatu Pendekatan Proposal*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Mardaljevic, J. & Nabil, A. (2005). *Useful Daylight Illuminance: A New Paradigm for Assessing Daylight in Buildings*.
- Moore, F. (1991). *Concepts and Practice of Architectural Daylighting*. United States: John Wiley & Sons Inc..
- Nessim, A. A. I. (2000). *Daylighting in Underground Buildings*.
- Nottingham, T. & User, N. E. (2001). *A Parametric Investigation of the Influence of Atrium facades on The Daylight Performance of Atrium Buildings*. England: University of Nottingham.
- Pangestu, M. D. (2019). *Pencahayaan Alami Dalam Bangunan*. Bandung: UNPAR Press.
- Reinhart, C. (2014). *Daylight Handbook*.
- Sayigh, A. & Mueller, H. F. O. (2013). *Sustainability, Energy, and Architecture: Case Studies in Realizing Green Buildings*. 1st ed. London: Academic Press.
- Steffy, G. (2002). *Architectural Lighting Design*. United States: John Wiley & Sons Inc.
- Sugiyono (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tiono, E. P. & Indrani, H. C. (2015). Pengaruh Eksperimen Light Shelf terhadap Pencahayaan Alami pada Ruang Kerja. *JURNAL INTRA*.
- Widder, J. (1985). *Walking on Daylight: The Application of Translucent Floor Systems as A Means of Achieveing Daylighting in Mid and Low Rise Architecture*. Minnesota: Massachusetts Institute of Technology.