

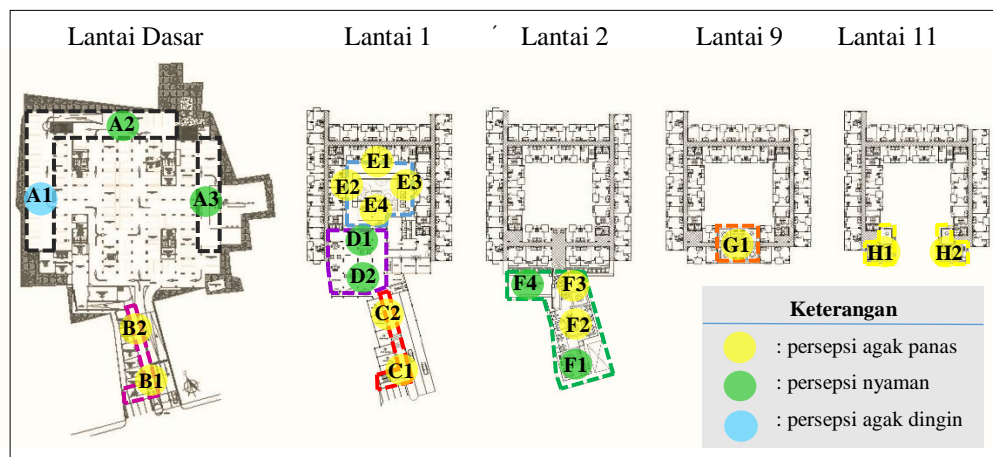
BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis kajian kenyamanan termal pada ruang luar Apartemen Sudirman Suites Bandung ditinjau dari pengaruh bentuk bangunan dengan *inner court* dan variasi ketinggian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Ditinjau dari aspek persepsi kenyamanan termal, persepsi rata-rata hasil pengukuran pagi, siang, dan sore hari menunjukkan 13 titik dari 20 titik yaitu pada area teras dan lorong lantai dasar dan lantai 1, sebagian area *roof garden* lantai 2, *sky garden* lantai 9 dan 11, serta area *inner court* menunjukkan persepsi agak panas. Kemudian 6 titik lainnya yaitu pada area *lounge* lantai 1, sebagian area parkir lantai dasar dan *roof garden* lantai 2 menunjukkan persepsi nyaman, dan 1 titik pada area parkir lantai dasar menunjukkan persepsi agak dingin.

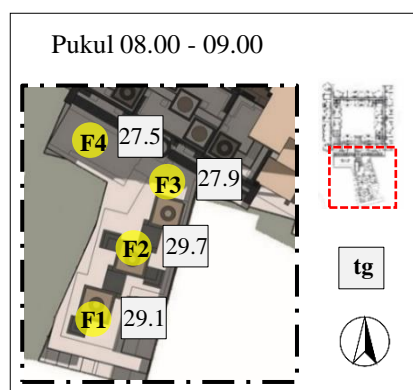


Gambar 5.1. Kenyamanan Termal Ruang Luar pada Apartemen Sudirman Suites

- b. Dari hasil penelitian, berikut ini fenomena yang ditemukan terkait pengaruh bentuk terhadap kenyamanan termal ruang luar Apartemen Sudirman Suites Bandung:
 - Perbandingan antara ketinggian - H *tower* penghalang (8 lantai) yang lebih rendah (berselisih 15 lantai) dengan jarak antar massa *tower* - W (lebar *inner court*) yang hampir sebanding sehingga nilai H/W sekitar 1. Nilai H/W yang hampir sebanding menimbulkan efek *downwash* yaitu pola aliran udara turbulen ke bawah menuju area *inner court* yang terjadi berupa *skimming flow* dengan kecepatan

0.1-0.7m/s. Kecepatan angin tersebut tidak begitu efektif dalam mendinginkan suhu yang tinggi akibat radiasi matahari serta panas yang terperangkap dan saling terpantul antar 4 massa *tower* yang melingkupi area *inner court*, sehingga kenyamanan termal pun terganggu.

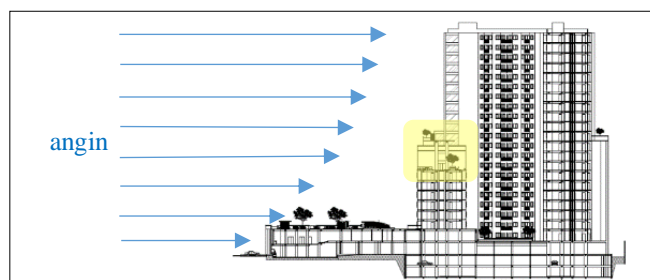
- Bentuk apartemen dengan *inner court* memungkinkan aliran udara melewati ruang-ruang di sekitar *inner court*, seperti pada area *lounge* di lantai 1 yang persepsi kenyamanan termalnya nyaman akibat selain terbayangi sepanjang hari, juga menerima pergerakan udara dari *inner court* dan koridor.
- Arah angin dominan dari barat daya akan berhadapan dengan massa utama apartemen, yang mengakibatkan angin menabrak massa penghalang setinggi 8 lantai. Hal tersebut mengakibatkan turbulensi pada sisi *leeward* massa penghalang/ sisi *windward tower* berbentuk U setinggi 23 lantai. Akibatnya arah dan kecepatan angin pada area *sky garden* berubah-ubah yakni tidak hanya berasal dari arah angin dominan tetapi dari arah lainnya seperti barat, timur laut, dan timur. Hal ini berpotensi baik dalam menunjang kenyamanan termal akibat kecepatan angin area *sky garden* yang terjadi berkisar 0.5-2.1m/s, berdasarkan skala Beaufort pada manusia dirasakan *cooling effect* (0.6-1.5 m/s) dan udara dingin terasa di wajah (1.6-3.3 m/s).
- Bentuk massa utama apartemen setinggi 23 lantai selain memberikan pembayangan pada *tower* itu sendiri, juga mampu memberikan pembayangan pada beberapa ruang luar di sekitar *tower* seperti area *inner court* di tengahnya, sebagian area *roof garden* dan *sky garden*, dan area parkir lantai dasar di luar bangunan. Pembayangan tersebut mereduksi radiasi sehingga menunjang kenyamanan termal ruang luar, salah satu contohnya yaitu:



Gambar 5.2. Suhu Radiasi dan Pembayangan pada Area F di Pagi Hari

Pada pagi hari di area *roof garden* lantai 2, titik F4 yang menerima pembayangan oleh massa utama memiliki suhu radiasi sebesar 27.5 °C lebih rendah dibandingkan titik F3 yang terbayangi sebagian dengan suhu radiasi sebesar 27.9 °C ataupun titik F1 dan F2 yang tidak terbayangi sebesar 29.1 °C dan 29.7 °C.

- Lantai dasar pilotis pada Apartemen Sudirman Suite mengakibatkan angin dapat bergerak pada ruang bawah bangunan yang diangkat, sehingga kecepatan angin pada area parkir lantai dasar di luar bangunan juga meningkat menjadi sekitar 3-5 m/s. Berdasarkan skala Beaufort kecepatan angin tersebut pada manusia dirasakan rambut terganggu, baju ringan berkibar, ketidaknyamanan mulai terasa. Kecepatan angin berpotensi untuk memberikan *cooling effect* pada area parkir apabila kecepatan angin dapat direduksi. Pagar dan tanaman yang tidak berdaun lebat dan rendah (1.5-2m) pada Apartemen Sudirman Suites tidak efektif dalam mereduksi dan mengarahkan angin.
 - Area *rooftop* menerima radiasi matahari secara langsung sehingga suhu udara, terutama pada siang hari tinggi sebesar 31-33 °C dengan kecepatan angin yang sekitar 1-3.4 m/s, mengakibatkan penghuni tidak nyaman untuk beraktivitas pada area tersebut.
 - Bentuk lorong pada adisi massa penunjang mengarahkan angin dan mengakibatkan efek venturi terjadi. Akan tetapi, efek venturi yang terjadi tereduksi akibat lorong bersifat semi terbuka dengan celah pada bagian atap dan dinding pembatas apartemen dengan bangunan gereja di sebelahnya. Sebagian angin keluar dari celah tersebut sehingga kecepatan angin menurun dan terasa nyaman dengan kecepatan 0.2-1.3 m/s yang berdasarkan skala Beaufort pada manusia dirasakan *cooling effect* (0.6-1.5 m/s).
- c. Selain temuan mengenai pengaruh bentuk yang sebelumnya telah dipaparkan, berikut ini fenomena yang ditemukan terkait pengaruh variasi ketinggian terhadap kenyamanan termal ruang luar Apartemen Sudirman Suites Bandung:
- Pada area *sky garden* lantai 9 dan 11 kecepatan angin cenderung serupa yaitu berkisar 1.6-2.1 m/s akibat pada ketinggian tersebut (30-35m), tidak ada bangunan sekitar yang menghalangi pergerakan angin. Selain itu, selisih 2 lantai pada ketinggian ini tidak memberikan perbedaan kecepatan angin yang signifikan.



Gambar 5.3. Ilustrasi Gerakan Angin pada Area *Sky Garden* Lantai 9 dan 11

- Variasi ketinggian cukup menguntungkan yaitu mampu memberikan pembayangan pada area di bawahnya. Hal ini terjadi pada Area *sky garden* lantai 9 yang terbayangi oleh *sky garden* lantai 11, sehingga terjadi reduksi radiasi matahari yang mengenai area tersebut akibat bentuk massa yang memiliki variasi ketinggian

Dengan demikian, bentuk bangunan dengan *inner court* dan variasi ketinggian pada Apartemen Sudirman Suites mempengaruhi kenyamanan termal ruang luar yaitu memaksimalkan pergerakan aliran udara dan memberikan efek pembayangan yang mampu mereduksi radiasi matahari, seperti pada area *inner court – lounge* lantai 1, lorong pada lantai dasar dan 1, area *sky garden*, dan area parkir lantai dasar. Pada tiap daerah tersebut mendapatkan pengaruh yang tidak sama, sebab setiap ruang luar memiliki perilaku gerakan angin dan pembayangan yang berbeda-beda.

5.2. Saran

Dari hasil penelitian terdapat beberapa hal yang dapat ditambahkan agar kenyamanan termal ruang luar apartemen dapat lebih optimal, yaitu:

- Bentuk apartemen dengan *inner court* sebaiknya memperhatikan perbandingan parameter H - tinggi bangunan (ketinggian massa penghalang) dan W - jarak antar bangunan (lebar *inner court*) yang disesuaikan dengan kondisi kecepatan gerakan udara setempat, sehingga pergerakan udara pada area *inner court* tidak terlalu rendah ataupun terlalu tinggi. Selain itu, dengan adanya *inner court* sebaiknya ruang-ruang di sekitarnya lebih terbuka, sehingga memaksimalkan pergerakan aliran udara untuk melewati ruang-ruang tersebut.
- Bentuk apartemen dengan variasi ketinggian sebaiknya memperhatikan arah dan kecepatan gerakan udara pada tiap-tiap ketinggian, sehingga dapat diketahui batas ketinggian sebuah ruang luar dengan kecepatan angin yang nyaman. Selain itu perlu diperhatikan rancangan variasi ketinggian baik dari segi posisi dan tinggi yang efektif dalam memberikan pembayangan sebagai upaya mereduksi radiasi matahari ataupun mempengaruhi pergerakan udara di sekitarnya.
- Bentuk apartemen dengan politis, sebaiknya memperhatikan arah dan kecepatan gerakan udara setempat, sehingga dapat diketahui dampak positif atau negatif yang terjadi akibat bentuk politis tersebut. Selain itu pengolahan elemen ruang luar pada tapak, seperti mengoptimalkan jajaran pepohonan, perdu, dan semak dengan tujuan untuk mengarahkan ataupun mereduksi aliran gerakan udara berlebih, terutama pada area datangnya angin sehingga tidak mengganggu aktivitas penghuni pada lantai dasar.

- Pada *rooftop* apartemen yang menerima radiasi matahari secara langsung, sebaiknya diberikan pembayangan khususnya pada area dengan aktivitas yaitu dengan kanopi atau pergola dengan tanaman rambat, sehingga penghuni nyaman beraktivitas. Pergola eksisting pada area *sky garden* dapat ditambahkan tanaman rambat seperti suruhan, sirih, atau tanaman rambat yang disertai bunga seperti air mata pengantin, alamanda, nona makan sirih, ataupun tanaman rambat lainnya.



Gambar 5.4. Pergola Eksisting dan Tanaman Rambat
(Sumber: <http://bibitbunga.com/blog/>, diakses 3 Mei 2018)

- Memperhatikan penataan perkerasan berdasarkan albedo yang dimiliki oleh tiap jenis material pelingkupnya, seperti pada area *rooftop* sebagian material *hardscape* yang terbayangi dapat diganti dengan material *softscape* seperti rumput gajah atau rumput kawat yang umumnya digunakan sebagai tanaman *ground cover* area *rooftop*. Selain itu pada area *inner court*, penggunaan material dengan warna gelap yang akan menyerap panas (albedo rendah) pada area yang tidak terbayangi, sebaiknya dihindari sebab dapat menghambat pelepasan panas pada area *inner court*.

DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE. (1989). "Handbook of Fundamental Chapter 8" *Physiological Principles, Comfort, and Health*. USA: ASHRAE.
- Booth, Norman K. (1983). *Basic Elements Of Landscape Architectural Design*. Illinois: Waveland Press.
- Boutet, Terry S. (1987). *Controlling Air Movement*. New York: R. R. Doneley & Sons Company.
- Brown, G. Z. & Mark Dekay (2001). *Sun, Wind, and Light: Architectural Design Strategies 2nd Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Byun K. et al. (2008). A Study on the Planning and Use of Common Space in Private Rental Apartments in Okinawa, Japan. *JAABE*. vol.7 no.1, 47-52.
- De Chiara, Joseph & John Callender. (1987). *Time Saver Standards For Building Types: 2nd edition*. Singapura: McGraw-Hill Book.
- Latifah, Nur Laela. (2012). *Fisika Bangunan 1*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Lechner, Norbert. (1991). *Heating, Cooling, Lighting, Design Methods for Architects*. New York: John Wiley & Sons.
- Lin, P. et al. (2017). The Impact of Urban Design Descriptors on Outdoor Thermal Environment: A Literature Review. *Energies*. 2017,10 , 4-7.
- Lippsmeier, Georg. (1980). *Bangunan Tropis*. Jakarta: Erlangga.
- Mangunwijaya, Y.B. (1988). *Pengantar Fisika Bangunan*, Jakarta: Djambatan.
- Mittal, A.K. et al. (2013). Wind Flow Simulation in the Vicinity of Tall Buildings Through CFD. *The Eighth Asia-Pacific Conference on Wind Engineering*. APCWE-VIII, 682-684.
- Oke, T.R.. (1978). *Boundary Layer Climates*. New York: John Wiley and Sons.
- Olgay, V. (1992). *Design With Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Petersen, R.L. et al. (2002). Specifying exhaust and intake systems. *ASHRAE J.* 44. VIII, 30-35.
- Prabawasari, V. W. & Suparman, A. (1999). *Tata Ruang Luar 01*. Jakarta: Penerbit Gunadarma.
- Republik Indonesia. (2008). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum
- Sangkertadi. (2013). *Kenyamanan Termis di Ruang Luar Beriklim Tropis Lembab*. Bandung: Alfabeta.

- Sapian, Abdul R. et al. (2012). Natural Ventilation Around Open Ground Floors with Pilotis in High-Rise Residential Buildings in Tropical Areas: Harmonization of Modern and Traditional Housing in Tropical Areas. *Archi-Cultural Translations through the Silk Road 2nd International Conference*. July 14-16, 2012, 221-223.
- Satwiko, Prasasto. (2004). *Fisika Bangunan Edisi 1*. Yogyakarta: ANDI.
- Auckland Design Manual (n.d.). *Apartment building types: Basic forms*. Diakses tanggal 5 Februari 2018, dari <http://content.aucklanddesignmanual.co.nz/>
- Autodesk Sustainability Workshop (n.d.). *Building Massing Orientation*. Diakses tanggal 5 Februari 2018, dari <https://sustainabilityworkshop.autodesk.com>
- Data Online – Pusat Database – BMKG. *Data Iklim Kota Bandung*. Diakses tanggal 7 Maret 2018, dari <http://dataonline.bmkg.go.id/>
- Sudirman Suites Apartment (n.d.). *Gallery Floor Plan*. Diakses tanggal 3 dan 26 Februari 2018, dari <http://www.sudirmansuitesbandung.com/>