

## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Desain ventilasi pada ruang sangat berpengaruh pada kenyamanan termal di dalam bangunan sekolah Al Irsyad Satya Bandung Barat, terutama pada pembentukan sirkulasi udara dalam ruang. Karena pergerakan udara di ruang eksisting masih cenderung statis, kemudian dilakukan upaya untuk meningkatkan kenyamanan termal melalui beberapa alternatif modifikasi ventilasi sebagai berikut:

Tabel 6.1: Upaya peningkatan kenyamanan termal melalui modifikasi ventilasi.

Alternatif		Pertimbangan	Hasil Simulasi Sederhana
No.	Kriteria		
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jendela ayun keluar</li> <li>- Kemiringan jalusi 30°</li> <li>- Lubang roster sama besar</li> </ul>	Mengacu pada teori jenis bukaan jendela (sub bab 2.4.3), jendela tilt-turn merupakan salah satu model yang paling fleksibel. Roster dan jalusi dipilih agar ruang dapat mendapat udara lebih tanpa terlalu banyak bising atau visual yang bocor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- terdapat titik-titik dengan kecepatan lebih dari 0 yang tidak tersebar secara merata.</li> <li>- area dengan kecepatan yang tinggi berada di pinggir jendela luar, bagian depan, dan bagian belakang kelas. sementara bagian tengah kecepatan angin 0 m/detik.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jendela ayun keluar</li> <li>- <b>Kemiringan jalusi 20°</b></li> <li>- Lubang roster sama besar</li> </ul>	Mengacu pada strategi optimalisasi pergerakan udara (sub-bab 2.4.4), perbedaan 10° dapat mempengaruhi keseluruhan pergerakan udara.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- area dengan kecepatan lebih dari 0 menyebar ke seluruh kelas.</li> <li>- pola udara di dalam kelas membentuk pola <i>eddy</i> di bagian atas dan bawah, dan <i>laminar</i> di bagian tengah.</li> <li>- kecepatan terlihat 0 m/detik di potongan, tapi masih ada pergerakan udara di dalam ruang.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jendela ayun keluar</li> <li>- Kemiringan jalusi 30°</li> <li>- <b>Lubang roster lebih besar di bagian luar</b></li> </ul>	Mengacu pada strategi optimalisasi pergerakan udara (sub-bab 2.4.4) tentang teori Bernoulli, bukaan (inlet) yang dibuat lebih kecil dapat meningkatkan kecepatan angin di bagian dalam ruangan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- terdapat satu titik dekat jendela luar dengan kecepatan cukup tinggi yaitu sampai 2,73 m/detik, cukup ekstrem di luar rentang nyaman di dalam ruang.</li> <li>- Di gambar potongan, kecepatan di dalam kelas 0 m/detik dan tidak ada pergerakan udara sama sekali di dalam ruangan.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Jendela ayun ke dalam</b></li> <li>- Kemiringan jalusi 30°</li> <li>- Lubang roster sama besar</li> </ul>	Mengacu pada simulasi awal bangunan eksisting (sub-bab 4.3, tabel 10), pola angin di bagian koridor berbentuk <i>eddy</i> dengan angin di depan jendela atas bergerak ke bawah yang mungkin cocok jika bukaan daun jendela dibalik.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- terdapat area dengan kecepatan lebih dari 0 yang tidak tersebar secara merata.</li> <li>- Di gambar potongan terlihat area dengan kecepatan lebih tinggi tersebut berada di sebelah kiri dan cukup tinggi, kemudian terdapat juga titik dengan kecepatan lebih tinggi tepat di bawah jendela ayun. Pergerakan udara di alternatif keempat juga tidak begitu teratur, sehingga terlihat perbedaan letak inlet dan outlet antara denah dan potongan.</li> </ul>

Setelah dilakukan perbandingan, dipilih alternatif kedua karena kecepatan yang lebih tinggi terlihat lebih merata ke seluruh ruangan dan pola pergerakan udara cukup teratur. Kemudian dilakukan simulasi skala bangunan dan dibandingkan dengan simulasi terhadap bangunan eksisting, muncul kesimpulan sebagai berikut; (1) jumlah simulasi yang menunjukkan kecepatan angin di dalam kelas lebih dari 0 m/detik naik dari 9% ke 17% dari total 54 simulasi, (2) kecepatan di dalam ruang lebih banyak yang masuk kategori ekstrem dibanding masuk ke rentang nyaman, dan (3) penggunaan jendela bagian dalam sebagai lubang inlet berkurang dari 69% menjadi 63% dari keseluruhan simulasi, hal ini dapat menjadi sebab lebih banyak angka kecepatan angin ekstrem yang masuk ke dalam kelas.

Desain ventilasi yang sudah dimodifikasi terbukti memenuhi standar luas bukaan untuk ruang kelas dan dapat meningkatkan kecepatan udara di dalam ruang kelas. Tapi untuk mencapai kenyamanan termal yang optimal masih dibutuhkan pengkondisian kecepatan angin atau penelitian lebih lanjut.

## **6.2 Saran**

Saran yang dapat dikeluarkan dari hasil penelitian terbagi menjadi dua, yaitu saran praktis untuk pihak sekolah Al-Irsyad Satya dan saran teoritis untuk penelitian lain di bidang arsitektur di masa depan.

### **6.2.1 Saran untuk Pihak Sekolah Al-Irsyad Satya**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan melalui observasi dan simulasi menggunakan perangkat Autodesk Flow Design, penambahan lubang ventilasi dapat dilakukan untuk memenuhi standar luas minimal bukaan ventilasi ruang kelas dan mempermudah angin masuk ke dalam kelas. Penambahan tersebut berupa lubang-lubang dari roster di bagian bawah dinding sisi *inner court*, jalusi di bagian bawah pintu, penggantian model bukaan jendela dari bukaan geser atau *sliding* ke bukaan *tilt-turn*.

Selain itu karena penggunaan simulasi cukup terbatas hanya untuk faktor pergerakan udara saja, strategi lain dapat dilakukan untuk mengoptimalkan bukaan bagian *inner court* sebagai inlet agar kecepatan angin yang masuk tidak jadi ekstrem. Salah satu strategi yang dapat dilaksanakan adalah mengadakan *green wall* dengan sistem penyiraman otomatis di sepanjang railing lantai 1 dan lantai dasar, atau dengan menambahkan vegetasi di bagian *inner court* berupa pohon-pohon yang rindang untuk menurunkan temperatur. Jika tercipta selisih suhu yang cukup signifikan antara *inner court* pada ruang kelas atau area luar

bangunan, maka udara dapat bergerak dari *inner court* yang dingin ke tempat-tempat yang lebih panas melalui ruang-ruang kelas.

### **6.2.2 Saran untuk Peneliti Lain**

Penyusun berharap dengan adanya penelitian ini maka dapat membuka kemungkinan untuk penelitian lebih lanjut terkait kenyamanan termal di bangunan sekolah Al-Irsyad Satya menggunakan metode dan perangkat yang lebih baik lagi. Karena penelitian ini hanya menggunakan faktor pergerakan atau kecepatan angin saja, penelitian lain ke depannya dapat dilakukan lebih rinci lagi dengan memasukkan faktor-faktor kenyamanan termal lain seperti temperatur dan kelembaban, agar dapat optimal mencari solusi untuk meningkatkan keberlanjutan bangunan sekolah Al-Irsyad Satya.

## DAFTAR PUSTAKA

### Buku

- Bliss, S. (2005). *Best Practices Guide to Residential Constructions: Materials, Finishes, and Details*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Brophy, V., & Lewis, J. O. (2011). *A Green Vitruvius: Principles and Practice of Sustainable Architectural Design*. London: Earthscan.
- Kothari, C. (1990). *Research Methodology: Methods and Techniques (Second Revised Edition)*. Jaipur: New Age International Limited.
- Lechner, N. (2015). *Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Mangunwijaya, Y. (1988). *Pasal-Pasal Pengantar Fisika Bangunan*. Jakarta: PT Gramedia.
- Snyder, J. C., Catanese, A. J., & McGinty, T. (1979). *Introduction to Architecture*. New York: McGraw-Hill.
- Sudiarta, I. I. (2016). *Penghawaan Alami*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Fiona. (2019). *Skripsi: Peran desain ventilasi alami dalam sistem pertukaran udara pada Rumah Tinggal Splow House Jakarta*. Bandung: Universitas Katolik Parahyangan.
- Sustainable Buildings Industry Council. (2000). *Green Building Guidelines: Meeting the Demand for Low-Energy, Resource-Efficient Homes*. Washington DC.: Sustainable Buildings Industry Council: Beyond Green™.
- The Centre for Sustainable Buildings and Construction. (2010). *Building Planning and Massing*. Singapore: Building and Construction Authority.
- Akbariyah, Muhammad Elfan (2019) *Skripsi: PERANCANGAN BIO-TEL CITY HOTEL DI BANDUNG DENGAN PENDEKATAN ARSITEKTUR BIOKLIMATIK*. Bandung, Institut Teknologi Nasional.

### Jurnal

- Atkinson, J., Chartier, Y., Pessoa-Silva, C., & al., e. (2009). "Natural Ventilation for Infection Control in Health-Care Settings" dalam *WHO Publication / Guideline*.
- Baker, C. (2016, May 10). "Here comes the sun: A primer on sustainable building orientation." dalam *The Weekly: Building Design + Construction*.
- Alex. (2017). "The Benefits of using CFD as a Tool for Innovation". dalam *PDD Innovation*.
- Hendrawati, D. (2016). "Air Sebagai Alat Pengendali Iklim Mikro dalam Bangunan. Studi Kasus: Taman Sari Royal Heritage Spa, Hotel Sheraton Mustika Yogyakarta." dalam *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan, No. 2 Volume 18, 97-106*.
- Sofyan. (2010) "Pengaruh Kecepatan Angin di Sekitar Bangunan Tinggi Terhadap Kecepatan Angin dan Kenyamanan Termal di Dalam Ruang" dalam *Raut vol. 2, 80-90*.
- Straube, J. (2007, October 15). "BSD-014: Air Flow Control in Buildings." dalam *Building Science Digests*.
- Walker, A. (2016, Februari 8). "Natural Ventilation." dalam *Whole Building Design Guide*: <https://www.wbdg.org/resources/natural-ventilation>

### Laman Web

- NN. "Get Started with Autodesk Flow Design.": Autodesk: <https://knowledge.autodesk.com/search-result/caas/CloudHelp/cloudhelp/ENU/>

- FlowDesign/files/GUID-71F807F0-F3E7-4DFA-99B7-356DD8708AC8-htm.html, diakses 28 Juni 2021
- Barber, D. (2019, November 22). “*The Four Forces That Influence Wind Speed & Wind Direction.*”, Sciencing: <https://sciencing.com/list-7651707-four-wind-speed-wind-direction>. Html, diakses 21 Maret 2021
- NN. “*Greenship Rating Tools.*” Green Building Council Indonesia: <https://www.gbciindonesia.org/greens/existing> diakses 25 Maret 2021
- NN. “*Thermal Comfort: Six Basic Factors.*” UK Health & Safety Executive: <https://www.hse.gov.uk/temperature/thermal/factors.htm#airtemp>, diakses 21 Maret 2021
- Mihai, P. (2014, Februari 4). “*A Wind Tunnel for Revit - Project Falcon is now Autodesk Flow Design.*” Building Performance Analysis: <https://autodesk.typepad.com/bpa/2014/02/cfd-for-revit-flow-design-project-falcon-building-performance-analysis.html>. Diakses 28 Juni 2021
- NN. “*Building Science Introduction - Air Flow.*” Building America Solution Center: <https://basc.pnnl.gov/information/building-science-introduction-air-flow>, diakses 21 Maret 2021
- NN. “*Jenis-jenis Jendela berdasarkan Bukaannya.*” Arsitur Studio: <https://www.arsitur.com/2017/07/jenis-jenis-jendela-berdasarkan.html>, diakses 22 April 2021
- Venture Well. “*Massing & Orientation for Heating.*” Venture Well Sustainability Workshop: <https://sustainabilityworkshop.venturewell.org/buildings/massing-orientation-heating.html>, diakses 25 Maret 2021
- NN. “*Natural Ventilation Strategies.*” Window Master: <https://www.windowmaster.com/expertise/natural-ventilation-and-mixed-mode-ventilation/natural-ventilation-strategies/>, diakses 25 Maret 2021
- NN. “*About Green Building*” World Green Building Council: <https://www.worldgbc.org/what-green-building>, diakses 21 Maret 2021.