



THE IMPACT OF LONG CANYON DESIGN AND WATERFRONT BARRIER BUILDINGS ON WIND VELOCITY IN A COASTAL AREA OF SELATPANJANG CITY

PENGARUH PANJANG DESAIN CANYON DAN BANGUNAN PENGHALANG TEPI AIR TERHADAP PERUBAHAN KECEPATAN ANGIN DI DAERAH PESISIR KOTA SELATPANJANG

Boby Rahman¹, Ima Defiana², Asri Dinapradipta³

Departemen Arsitektur, FADP, Institut Teknologi Sepuluh Nopember¹
bobrdarchitect@gmail.com

Departemen Arsitektur, FADP, Institut Teknologi Sepuluh Nopember²
Departemen Arsitektur, FADP, Institut Teknologi Sepuluh Nopember³

Abstract:

The increase of waterfront buildings' height has an effect on wind distribution in the urban canyon. On the other hand, the distribution of wind is needed in providing thermal balance in urban environments, especially in urban waterfront coastal areas. This study aimed at observing and analyzing the effect of building height (H) on waterfront buildings and aspects of the length to width (L/W) ratio related to the length of the canyon design. The observation was focused on the wind speed distribution. The research was an experimental research using ENVI-met V3.1 software for simulation. The results indicated that short canyon (low L/W value) results in lower wind speed changes compared to that of long one (higher L/W value) at all altitude levels. The short canyons provided more stability in wind speed reduction. The 15 meters wide of canyon design contributed to the highest average wind speed. Overall, the existence of a barrier building would result in a negative area of air flow and create a calm area within the distance of ± 50 meters.

Keyword: L/W ratio, waterfront barrier buildings, wind velocity, urban canyon

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya fungsi kawasan pada Kota Selatpanjang menyebabkan munculnya bangunan-bangunan dengan ketinggian yang berbeda. Kondisi tersebut menyebabkan terhalangnya distribusi angin pada lingkungan *canyon* perkotaan. Sementara itu, kebutuhan akan pendinginan melalui aliran udara sangat dibutuhkan seiring perubahan fisik kota terutama pada perubahan penggunaan lahan yang dapat mengarah terjadinya fenomena *urban heat island (UHI)* (Cha dkk, 2007). Dari penjelasan tersebut diatas, penelitian ini menganalisa perubahan kecepatan angin yang dipengaruhi oleh geometri tinggi bangunan (H) pada bangunan penghalang tepi air dan

pengaruh rasio L/W terkait panjang desain *canyon* terhadap perubahan kecepatan angin. *Canyon* disini merupakan ruang linier diantara bangunan yang berperan sebagai ventilasi perkotaan (Erell dkk, 2011). Ruang linier yang dimaksud merupakan panjang dari desain *canyon*. Pemaknaan panjang desain *canyon* menurut Ahmad, dkk (2005) yaitu panjang desain *canyon* dimulai dari persimpangan dan berakhir pada persimpangan berikutnya dengan terputusnya bangunan dikedua sisi jalan.

Aliran angin didalam desain *canyon* dibagi menjadi 2, yaitu: 1) *Urban canopy layer*; 2) *Urban boundary layer*. *Urban canopy layer* berada pada ketinggian dekat dari permukaan jalan (pedestrian), sedangkan *urban boundary layer* berada pada ketinggian rata-rata bangunan perkotaan. Pada kondisi *urban canopy layer* kecepatan angin lebih rendah karena adanya tingkat friksi yang tinggi oleh bangunan, pohon, dan aktivitas yang ada didalam desain *canyon* bangunan (Thomas dkk, 2003). Pada penelitian Hang, dkk (2010) menemukan *canyon* yang lebih panjang mengakibatkan kecepatan angin lebih rendah pada level pedestrian. Al sallal, dkk (2012) menemukan desain *canyon* yang sempit (4m dan kurang dari 4m) dapat meningkatkan kecepatan aliran udara sehingga menghasilkan pendinginan pasif yang lebih baik. Hal berbeda disampaikan oleh Chan, dkk (2001) yang mengatakan bahwa perkotaan yang memiliki lebar jalan yang lebih luas (W besar) dapat memberikan distribusi aliran udara yang baik. Terkait bangunan penghalang, Aynsley (1977) menjelaskan bahwa, pergerakan udara di lingkungan luar dipengaruhi oleh keberadaan penghalang seperti bangunan yang terbentuk karena adanya kombinasi bentuk, ketinggian dan jarak pada karakter tapak tertentu. Boutet (1987) mengatakan perbandingan bangunan dengan panjang dan lebar yang sama, namun memiliki ketinggian yang berbeda menghasilkan aliran *Eddy* dan zona tenang yang lebih panjang. Hal tersebut dipengaruhi oleh loncatan aliran angin yang terjadi pada bagian atas bangunan, sehingga aliran angin membutuhkan jarak yang lebih panjang untuk kembali pada aliran normalnya. Pada penelitian Priyadarsini, dkk (2005) menyatakan adanya beberapa bangunan tinggi dari bangunan lainnya dapat meningkatkan kecepatan aliran udara hingga 90% untuk aliran paralel dan dapat meningkat jika aliran tegak lurus.

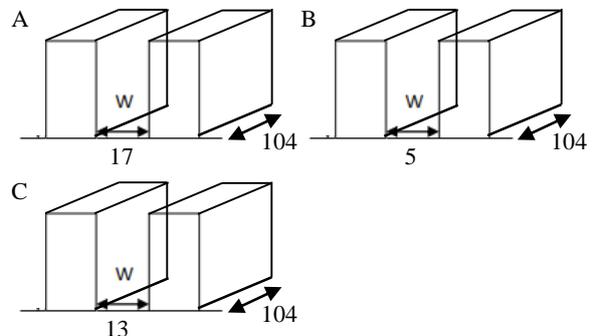
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan simulasi *software ENVI-met V3.1*. Pengaruh geometri bangunan terhadap angin dibagi menjadi 2 pengamatan, yaitu: 1) pengamatan panjang desain *canyon* melalui kajian aspek rasio L/W (Tabel 1); 2) pengamatan bangunan penghalang tepi air

(Tabel 2). Dua pengamatan yang dilakukan tidak saling terkait karena perbedaan fokus pengamatan yang dilakukan. Pada eksperimen kelompok 1 fokus terhadap pengaruh variasi desain lebar jalan (W) pada panjang desain *canyon* 104 meter terhadap perubahan kecepatan angin pada level *urban canopy layer* (pedestrian) dan pada level *urban boundary layer* (Gambar 1). Sedangkan pada model eksperimen kelompok 2 fokus kepada perubahan skematik aliran angin yang dipengaruhi oleh variasi ketinggian bangunan penghalang tepi air yang juga diamati pada level *urban canopy layer* (ketinggian 1.5 m) dan pada level *urban boundary layer* (ketinggian 12.5 m). Sampel penelitian merupakan salah satu jalan utama Kota Selatpanjang bagian barat yaitu jalan Imam Bonjol (Gambar 2).

Tabel 1. Model rancangan eksperimen kelompok 1

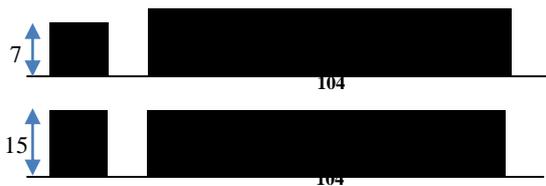
No	Kondisi bangunan	Aspek rasio			Kode model
		L	W	L/W	
1	Ketinggian bangunan 15 meter	104	17	6.11	1A
		104	5	20.8	1B
		104	13	8	1C
2	Ketinggian bangunan 7 meter	104	17	6.11	2A
		104	5	20.8	2B
		104	13	8	2C



Gambar 1. Ilustrasi Model Eksperimen Kelompok 1

Tabel 2. Model Rancangan Eksperimen Kelompok 2

No	Kondisi bangunan penghalang	Kode model
1	Bangunan penghalang tepi air 7 meter	1A
2	Bangunan penghalang tepi air 15 meter (Kondisi terkini)	2A



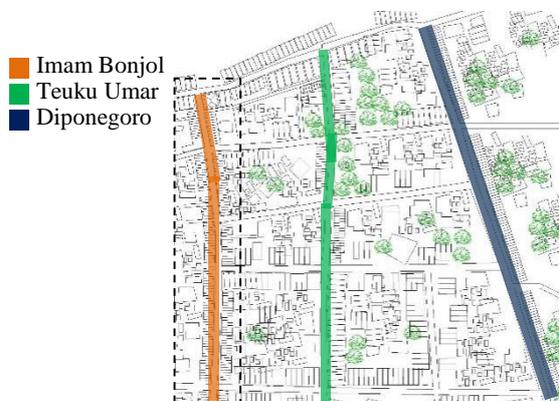
Gambar 2. Ilustrasi Model Eksperimen Kelompok 2

Titik pengamatan pada eksperimen terdapat 5 titik pengamatan yang di beri nama T1, T2, T3, T4, dan T5 (Gambar 3). Jarak masing-masing titik pengamatan didalam panjang desain *canyon* 104 m yaitu 25 meter yang disamakan melalui titik koordinat pada *software ENVI-met v3.1*.

Kota Salatpanjang memiliki 3 jalan utama yang berorientasi utara-selatan. Jalan tersebut memanjang dari tepi pantai menuju ke area daratan (daerah pengembangan) dengan radius 2.5 km (Gambar 4).



Gambar 3. Lima titik pengamatan



Gambar 4. Tiga jalan utama Kota Salatpanjang

Pemilihan jalan Imam bonjol terpilih berdasarkan tingkat kepadatan (pengguna jalan dan bangunan). Jalan Imam bonjol memiliki tingkat kepadatan pengguna jalan yang paling tinggi diantara dua jalan yang lainnya. Hal tersebut dikarenakan jalan Imam bonjol merupakan pusat kegiatan ekonomi yang ada di Kota Salatpanjang (Gambar 5).



Gambar 5. Situasi jalan Imam bonjol

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pengaruh Rasio L/W terhadap Perubahan Kecepatan Angin pada Ketinggian Bangunan 15 meter

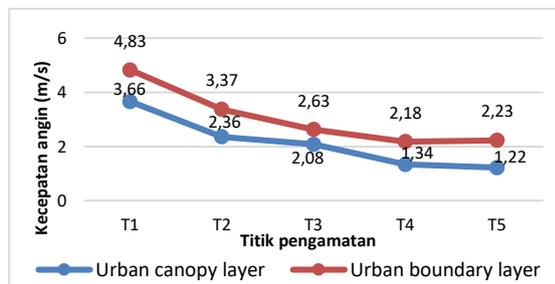
Ketinggian bangunan 4 lantai merupakan peraturan yang ditetapkan oleh pemerintah daerah Kota Salatpanjang no 09 (2015) tentang ketinggian bangunan usaha yang tertata berderet dan berdempet. Dari hasil penelitian, desain *canyon* yang lebih panjang (L/W 20.8) pada model 1B akan mengakibatkan perubahan kecepatan aliran udara lebih tinggi pada level *urban canopy layer* dibandingkan desain *canyon* pendek dengan selisih 0.02 m/s. Hal tersebut berbeda dengan penelitian Hang, dkk (2010) yang mengatakan L/W 333 (desain *canyon* panjang) menghasilkan perubahan kecepatan aliran udara yang lebih rendah pada level *urban canopy layer*. L/W 6.11 dengan desain lebar jalan (W) 17 meter pada model 1A memiliki perubahan kecepatan aliran udara rata-rata pada level *urban boundary layer* sebesar 0.675 m/s dan pada level *urban canopy*

layer sebesar 0.61 m/s. Perubahan terbesar terjadi pada titik pengamatan T1 menuju T2 sebesar 1.46 m/s (*urban boundary layer*) dan 1.3 m/s (*urban canopy layer*). Selanjutnya pada titik pengamatan T2 hingga ke T5 tidak memiliki selisih yang besar. Pada L/W 20.8 dengan desain lebar jalan (W) 5 meter pada model 1B memiliki perubahan kecepatan aliran udara rata-rata pada level *urban boundary layer* sebesar 0.53 m/s dan pada level *urban canopy layer* sebesar 0.63 m/s. Berikutnya pada model 1C dengan L/W 8 (desain lebar jalan (W) 13 meter) memiliki perubahan kecepatan aliran udara rata-rata pada level *urban boundary layer* sebesar 0.83 m/s dan pada level *urban canopy layer* sebesar 0.74 m/s. Sama halnya dengan model 1A, model 1B dan 1C juga memiliki perubahan kecepatan aliran udara tertinggi pada titik pengamatan T1 menuju T2.

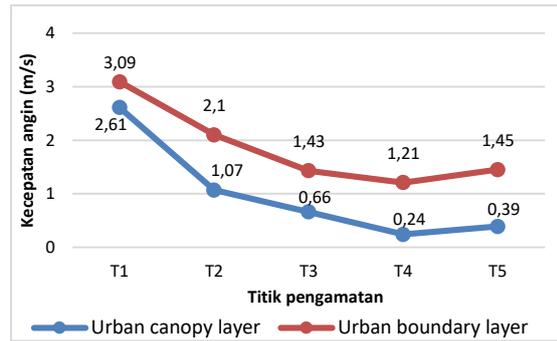
Tabel 3. Perubahan rata-rata kecepatan angin

Level	Rata-rata penurunan kecepatan angin		
	1A	1D	1F
<i>Urban canopy layer</i>	0,61 m/s	0,63 m/s	0,74 m/s
<i>Urban boundary layer</i>	0,67 m/s	0,53 m/s	0,83 m/s

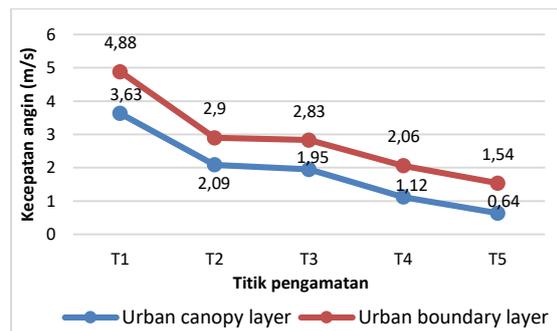
Secara keseluruhan dari hasil penelitian, Desain W yang lebar pada desain *canyon* menghasilkan kecepatan angin yang tinggi yaitu pada model 1A dengan (W) 17 meter dibandingkan model 1B dan 1C yang masing-masing memiliki lebar jalan (W) 5 dan 13 meter (Gambar 6, 7, 8). Hal tersebut berbeda dengan penelitian Al sallal, dkk (2012) yang menemukan desain jalan (W) yang sempit menghasilkan kecepatan angin yang tinggi.



Gambar 6. Perubahan Kecepatan Angin Model 1A



Gambar 7. Perubahan Kecepatan Angin Model 1B



Gambar 8. Perubahan kecepatan angin model 1C

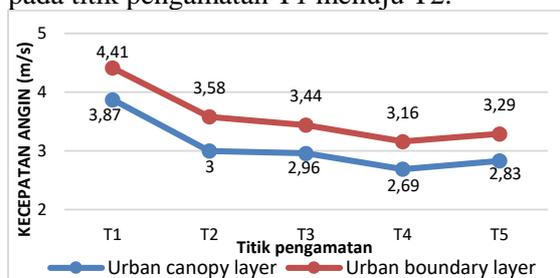
3.2 Pengaruh Rasio L/W terhadap Perubahan Kecepatan Angin pada Ketinggian Bangunan 2 Lantai

Sama halnya dengan kondisi yang terjadi pada model pada ketinggian bangunan 15 meter, model dengan desain W yang besar memiliki kecepatan angin yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan desain *canyon* yang memiliki desain W yang kecil. Hal tersebut dikarenakan pada penelitian ini kecepatan angin dominan berasal dari orientasi utara-selatan sehingga pengaruh rasio L/W memiliki peran yang besar terhadap perubahan kecepatan angin. L/W 6.11 dengan desain lebar jalan (W) 17 meter pada model 2A memiliki perubahan kecepatan angin rata-rata pada level *urban canopy layer* sebesar 0.33 m/s dan pada level *urban boundary layer* sebesar 0.34 m/s (Tabel 4).

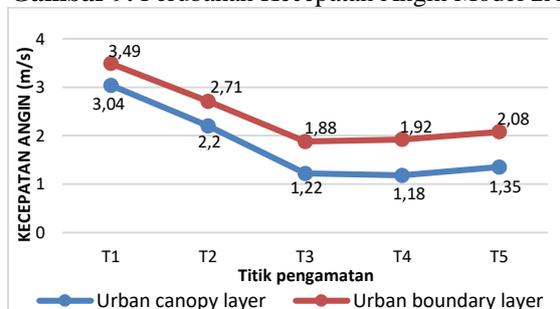
Tabel 4. Perubahan Rata-Rata Kecepatan Angin

Level	Rata-rata penurunan kecepatan angin		
	2A	2B	2C
<i>Urban canopy layer</i>	0,33 m/s	0,5 m/s	0,71 m/s
<i>Urban boundary layer</i>	0,34 m/s	0,45 m/s	0,64 m/s

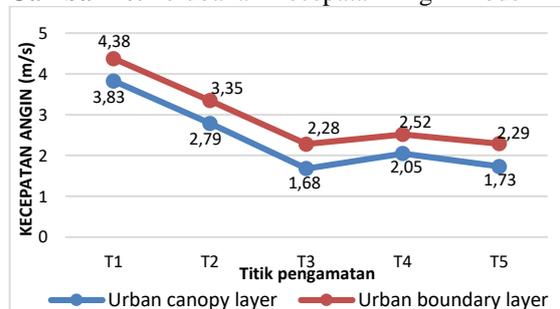
Perubahan terbesar juga terjadi pada titik pengamatan T1 menuju T2 sebesar 0.87 m/s (*urban canopy layer*) dan 0.83 m/s (*urban boundary layer*) (Gambar 9). Selanjutnya pada titik pengamatan T2 hingga ke T5 tidak memiliki selisih yang besar. Pada L/W 20.8 dengan desain lebar jalan (W) 5 meter pada model 2B memiliki perubahan kecepatan angin rata-rata pada level *urban canopy layer* sebesar 0.5 m/s dan pada level *urban boundary layer* sebesar 0.45 m/s (Gambar 10). Berikutnya pada model 2C dengan L/W 8 (desain lebar jalan (W) 13 meter) memiliki perubahan kecepatan angin rata-rata pada level *urban canopy layer* sebesar 0.71 m/s dan level *urban boundary layer* sebesar 0.64 m/s (Gambar 11). Sama halnya dengan model 2A, model 2B dan 2C juga memiliki perubahan kecepatan angin tertinggi pada titik pengamatan T1 menuju T2.



Gambar 9. Perubahan Kecepatan Angin Model 2A



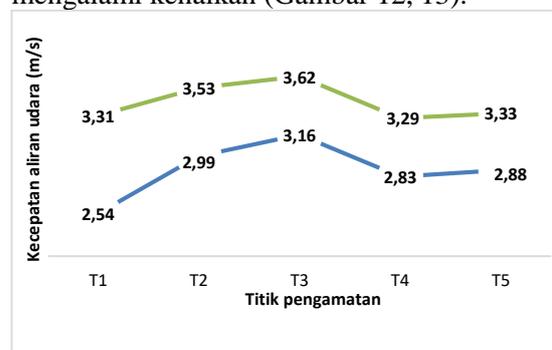
Gambar 10. Perubahan Kecepatan Angin Model 2B



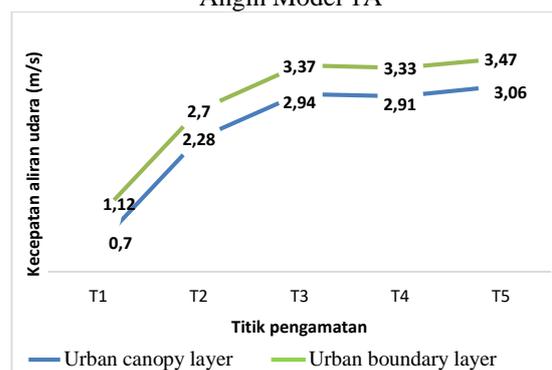
Gambar 11. Perubahan kecepatan angin model 2C

3.3 Pengaruh Bangunan Penghalang terhadap Perubahan Skematik Kecepatan Angin

Perubahan yang diberikan terkait keberadaan bangunan penghalang 7 meter (model 2A, 2B, 2C) dan 15 meter (model 1A, 1B, 1C) memberikan perlakuan yang berbeda pada skematik aliran angin. Aliran angin pada model eksperimen 1 memiliki kecenderungan terus mengalami penurunan dari titik awal hingga ke titik ke 4 dan mulai naik pada titik ke 5. Hal berbeda terjadi pada model eksperimen 2 yang dipengaruhi dua variasi ketinggian bangunan penghalang tepi air yaitu 7 meter dan 15 meter (kondisi terkini), dimana kecepatan angin pada titik awal (T1) memiliki nilai yang paling rendah. Pergerakan kecepatan angin dari T1 menuju T2 dan T3 terus mengalami kenaikan. Puncak kecepatan angin berada pada titik ke tiga (T3) dan kemudian kembali turun pada titik ke 4 (T4) dan pada titik ke 5 (T5) kembali mengalami kenaikan (Gambar 12, 13).



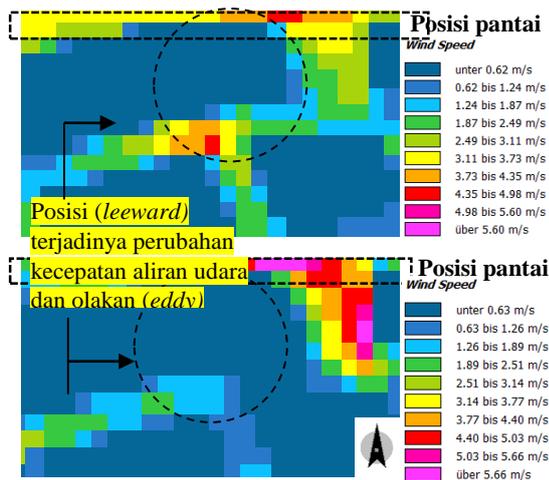
Gambar 12. Skematik Perubahan Kecepatan Angin Model 1A



Gambar 13. Skematik Perubahan Kecepatan Angin Model 2A

Pada kedua grafik terlihat bahwa kecepatan angin pada level *urban boundary layer* lebih tinggi jika dibandingkan level *urban canopy layer*. Hal demikian dikarenakan pada level *urban canopy layer*, adanya tingkat friksi yang tinggi oleh bangunan, pohon, dan aktivitas yang ada didalam desain *canyon* bangunan (Thomas

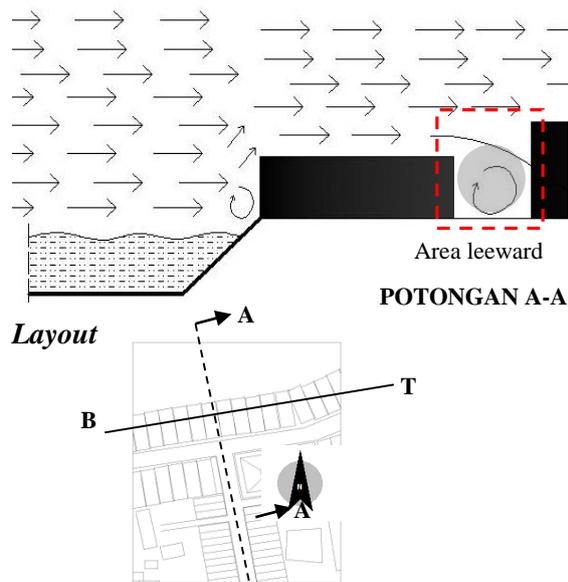
dkk, 2003). Terjadinya perubahan skematik kecepatan angin yang telah dijelaskan diatas merupakan dampak dari perlakuan modifikasi ketinggian yang diberikan pada bangunan penghalang tepi air. Perbedaan skematik tersebut dikarenakan terjadinya perbedaan lompatan aliran angin ketika mengenai bangunan penghalang. Hal tersebut diatas terjadi pada semua level ketinggian. Seperti yang dijelaskan oleh Boutet (1987) dan Aynsley (1977) tentang proporsi bangunan dengan dimensi bayangan angin (*leeward*) dan olakan (*eddy*) yaitu semakin panjang dan semakin tinggi massa bangunan maka semakin besar dimensi bayangan angin dan olakan yang diperoleh (Gambar 14). Hal tersebut dipengaruhi oleh loncatan aliran angin yang terjadi pada bagian atas bangunan, sehingga aliran angin membutuhkan jarak yang lebih panjang untuk kembali pada aliran normalnya.



Gambar 14. Perbandingan Kecepatan Aliran Angin pada Posisi *Leeward* antara Model 1A dan 2A

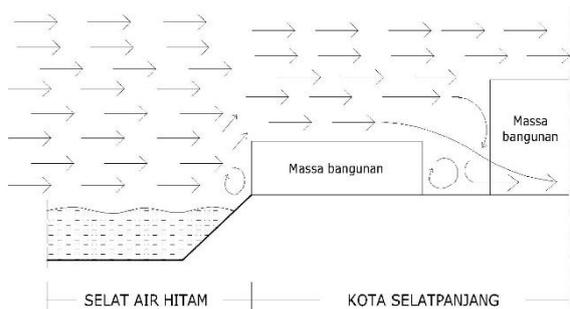
Adanya bangunan penghalang menghasilkan desain *canyon* yang berorientasi barat-timur (Gambar 15). Akibat dari perbedaan ketinggian bangunan penghalang, kecepatan angin pada model 1A (ketinggian bangunan penghalang 7 meter) pada posisi *leeward* lebih tinggi jika dibandingkan dengan model 2A (ketinggian bangunan penghalang 15 meter). Hal tersebut dikarenakan lompatan aliran angin yang mengenai bangunan penghalang dibelokkan kebawah oleh bangunan yang lebih tinggi didepannya. Adanya ketinggian bangunan yang berbeda antara bangunan penghalang tepi air dan bangunan pada desain *canyon* memberi

keuntungan pada desain *canyon* yang berorientasi barat-timur dan menghasilkan kenaikan temperatur udara sebesar 0.9 °C (Gambar 16). Seperti yang dikatakan Priyadarsini, dkk (2005) dan Chan, dkk (2001) bahwa adanya beberapa bangunan tinggi dari bangunan lainnya dapat meningkatkan kecepatan angin hingga 90% untuk aliran paralel dan temperatur udara turun hingga 1 °C. Pada aliran tegak lurus, kecepatan angin lebih meningkat dan temperatur udara turun 1.1 °C.



Gambar 15. Bangunan Penghalang Menciptakan Desain *Canyon* yang Berorientasi Barat-Timur

Lompatan aliran angin karena ketinggian bangunan penghalang mengakibatkan panjangnya area dengan kondisi tenang pada model 2A. Seperti yang dikatakan Boutet (1987) bahwa aliran angin yang mengalami lompatan karena terkena bangunan penghalang membutuhkan waktu untuk kembali pada posisi semula. Pada model 1A hal tersebut tidak terjadi karena kondisi bangunan penghalang yang rendah (JLB 2). Lompatan aliran angin akan cepat kembali pada posisi semula dibandingkan model 2A (ketinggian bangunan penghalang 15 meter).



Gambar 16. Arah Aliran Udara Akibat Perbandingan Ketinggian Bangunan

4. KESIMPULAN

Pada kajian aspek rasio L/W , L/W rendah (*short canyon*) dengan karakteristik (W) yang lebar pada Kota Selatpanjang menghasilkan perubahan kecepatan aliran udara yang lebih rendah pada semua ketinggian bangunan (JLB4 dan JLB2) dan semua level ketinggian (*urban canopy layer* dan *urban boundary layer*) jika dibandingkan dengan *long canyon*. Kondisi tersebut terus mengalami penurunan kecepatan aliran udara seiring berkurang lebar jalan (W). Hal tersebut menunjukkan L/W rendah (*short canyon*) lebih memiliki kestabilan didalam penurunan kecepatan aliran udara dibandingkan L/W tinggi (*long canyon*). Penelitian ini berbeda dengan penelitian Hang, dkk (2010) yang mengatakan *long canyon* memiliki perubahan udara yang lebih rendah dibandingkan *short canyon*. Terjadinya perbedaan hasil tersebut dikarenakan adanya perbedaan aspek fisik (dimensi ketinggian bangunan dan lebar jalan) dan lokasi penelitian (pesisir dan pusat kota) serta perbedaan keterbatasan *software* simulasi yang digunakan. Jika dibandingkan dengan rata-rata kecepatan aliran udara pada JLB2, JLB4 memiliki kecepatan aliran udara lebih rendah disemua level ketinggian (*urban canopy layer* dan *urban boundary layer*). L/W dengan karakteristik (W) yang lebar yaitu 15 meter dan (H) 7 meter pada Kota Selatpanjang merupakan desain *canyon* yang menghasilkan kecepatan aliran udara rata-rata yang paling tinggi sehingga baik diterapkan pada Kota Selatpanjang sebagai salah satu langkah didalam mengimbangi tingginya kondisi termal perkotaan daerah pesisir.

Pada skematik aliran udara terkait dengan perbandingan desain *canyon* didalam kondisi dipengaruhi penghalang dan tidak dipengaruhi

penghalang menghasilkan perbedaan yang signifikan pada skematik perubahan kecepatan aliran udara pada desain *canyon*. Pada desain *canyon* tanpa penghalang memiliki skema penurunan nilai kecepatan aliran udara yang teratur pada semua level ketinggian. Sedangkan pada desain *canyon* didalam kondisi dipengaruhi penghalang, terjadinya lompatan aliran udara karena mengenai bangunan penghalang menghasilkan daerah tenang sepanjang ± 50 meter yaitu pada titik pengamatan T1 dan T2 yang merupakan area *Leeward* yang mengalami olakan (*Eddy*).

REFERENSI

- Ahmad, K., M. Khare, and K. K., (2005), "Chaudhry, *Wind tunnel simulation studies on dispersion at urban street canyons and intersections—a review*," *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, vol. 93, pp. 697–717.
- Al-Sallal, A., Al-Rais, L., (2012), "Outdoor airflow analysis and potential for passive cooling in the modern urban context of Dubai" *Renewable Energy*, vol.38, pp. 40–49.
- Aynsley, R.M, W. Melbourne dan Bj. Vockery, (1977), "Architectural Aerodynamics", *Applied Science Publisher: London*.
- Boutet, T., (1987), "Air Movement", *Mc Graw Hill Co., New York*.
- Cha, J.G., Jung, Eung-ho., Ryu, Ji-Won., Kim, Dae-Wuk., (2007), "Constructing a Green Network to Alleviate the Urban Heat-Island Phenomenon: Focusing on Daegu Metropolitan City in Korea", *Real Corp 007 Proceedings, Tangungsband Vienna*.
- Chan A.T., E. S. P. So, and S. C. Samad, (2001), "Strategic guidelines for street canyon geometry to achieve sustainable street air quality," *Atmospheric Environment*, vol.35, pp. 5681-5691, 2001.
- Erell, E., Pearlmutter, D., Williamson, T.T.J., (2011), "Urban microclimate: designing the spaces between buildings", *Routledge*.
- Hang, J., Yugou Li. Dan Mats Sandberg. (2010), "Wind conditions and ventilation in high-rise long street models". *Building and Environment* 45; 1353-1365.

Priyadarsini, R., Wong, N., (2005) "*Parametric studies on urban geometry, airflow and temperature*" *International journal on architectural science*, vol. 6, no. 3, pp. 114-132.

Thomas, R., Fordham, M., (2003), "*Sustainable Urban Design: An environmental approach*". London and New York: E & FN Spon.