

# Potensi Ventilasi Atap terhadap Pendinginan Pasif Ruangan pada Pengembangan Rumah Sederhana Studi Kasus di Perumnas Sendang Mulyo Semarang

Sukawi<sup>(1)</sup>, Agung Dwiyanto<sup>(2)</sup>, Haryanto<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Lab. Teknologi Bangunan, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>(2)</sup> Lab. Teknologi Bangunan, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>(3)</sup> Lab. Teknologi Bangunan, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

## Abstrak

Kepadatan bangunan merupakan satu faktor prinsip yang mempengaruhi kondisi iklim mikro dan menentukan kondisi ventilasi maupun kondisi suhu udara. Gejala pemanasan kota utamanya agak dipengaruhi oleh kepadatan kota daripada ukuran dari kota itu sendiri, semakin padat bangunan semakin buruk kondisi ventilasi. Di sisi lain, kepadatan yang tinggi juga memberi keuntungan dalam mereduksi pancaran sinar matahari dari bangunan selama periode musim panas. Pengaruh kepadatan kota pada kondisi ventilasi juga bergantung pada kondisi angin, susunan ruang dan ketinggian bangunan. Seiring dengan pertambahan penduduk, kebutuhan akan pembangunan perumahan di kota besar seperti Semarang semakin pesat. Terutama untuk kebutuhan bangunan perumahan yang layak dan terjangkau bagi kalangan menengah ke bawah. Pembangunan perumahan yang dilakukan oleh Perumnas sering mempunyai rancangan bangunan yang cenderung sama, bentuknya seragam dengan luasan yang sama dan tidak memperhatikan orientasi. Bangunan rumah yang mempunyai orientasi Utara, Selatan, Timur dan Barat memiliki desain yang sama. Hal ini tidak sesuai dengan prinsip pembayangan yang akan berbeda dalam setiap orientasi. Karena keterbatasan lahan, muncul pembangunan perumahan yang dibangun dengan model kopel dan deret. Hasil Penelitian menunjukkan kinerja penghawaan alami dengan ventilasi atap bangunan perumahan yang berderet dalam mensiasati ventilasi alami untuk kenyamanan thermal dalam bangunan. Rumah dengan ventilasi atap mempunyai suhu yang lebih rendah dan terdapat pergerakan udara yang lebih tinggi dalam ruangan dibanding dengan rumah yang tidak dilengkapi dengan ventilasi atap. Hal ini membuktikan bahwa elemen desain ventilasi atap mempunyai kontribusi dalam menciptakan/mempengaruhi kondisi suhu dan pergerakan udara dalam ruangan.

**Kata-kunci** : Pergerakan Udara, Perumahan Padat, Ventilasi Atap

## Pengantar

Kondisi iklim tropis lembab, pencegahan panas dan pengoptimalan pelepasan panas hingga tercapainya keseimbangan termal, menjadi faktor penting dalam menciptakan kondisi yang nyaman. Kenyamanan bangunan erat hubungannya dengan kondisi alam atau lingkungan disekitarnya dan upaya pengkondisian atau pengaturan ruang dalam bangunan. Permasalahan yang dihadapi dalam penerapan aspek kenyamanan pada bangunan tergantung pada

obyek, bangunan yang dihadapi. Untuk bangunan yang menghendaki kualitas hunian yang sempurna maka persyaratan tersebut mutlak harus diadopsi dan diterapkan. Penerapan ini akan lebih efisien bila dikaitkan dengan masalah hemat energi dalam bangunan yang bersangkutan (Awbi 2003).

Menurut Aynsley (1977), kenyamanan termal dipengaruhi oleh lingkungan fisik, antara lain temperatur udara, kelembaban relatif, kecepatan angin, dan dipengaruhi oleh lingkungan

non fisik, antara lain jenis kelamin, umur, pakaian yang digunakan dan jenis aktifitas yang sedang dikerjakan. Temperatur udara, kelembaban relatif dan kecepatan angin mempunyai hubungan yang saling berkaitan untuk mencapai kenyamanan termal bagi penghuni. Kenyamanan fisiologis akan dapat tercapai jika nilai kecepatan angin berada pada kondisi seimbang antara temperatur dan kelembaban relatif tertentu.

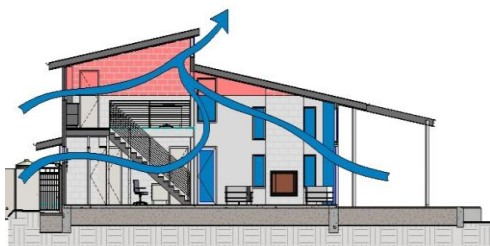
Di iklim tropis lembab, pada umumnya bangunan-bangunan didesain dengan sistem penghawaan alami yang memaksimalkan kecepatan angin untuk dapat mendinginkan struktur bangunan ataupun pencapaian kenyamanan fisiologis. Beberapa ciri desain bangunan di iklim tropis antara lain adanya bukaan lebar, atap dengan sudut kemiringan cukup, berplafon, dan memaksimalkan banyak naungan di sekitar bangunan. Konsep desain dengan sistem penghawaan alami yang memaksimalkan kecepatan angin, selain memperhatikan pergerakan aliran angin, juga melihat pengaruh lingkungan dan bangunan sekitar terhadap aliran angin tersebut (Egan 1999, Givoni 2006 & Awbi, 2003). Beberapa faktor bangunan dan lingkungan yang berpengaruh adalah posisi bangunan terhadap lingkungan sekitar, orientasi bangunan, tata letak massa bangunan terhadap arah matahari dan arah datang angin.

Seiring dengan penambahan penduduk, kebutuhan akan perumahan di kota besar seperti Semarang semakin pesat. Terutama untuk perumahan yang layak dan terjangkau bagi kalangan menengah ke bawah. Pembangunan perumahan yang dilakukan oleh Perumnas sering mempunyai rancangan bangunan yang cenderung sama, baik bentuk, luasan, dan tidak memperhatikan orientasi. Bangunan rumah yang mempunyai orientasi utara, selatan, timur dan barat memiliki desain yang sama, hal ini tidak sesuai dengan prinsip pembayangan yang akan berbeda dalam setiap orientasi. Karena keterbatasan lahan, sekarang muncul pembangunan perumahan yang dibangun dengan model kopel dan deret.

Kepadatan bangunan adalah merupakan satu dari faktor-faktor prinsip yang mempengaruhi kondisi iklim mikro dan menentukan kondisi ventilasi maupun kondisi suhu udara. Gejala pemanasan kota utamanya agak dipengaruhi oleh kepadatan kota daripada ukuran dari kota itu sendiri, semakin padat bangunan semakin buruk kondisi ventilasi. ( Jin TL (2011) & Lam K (2005). Di sisi lain kepadatan yang tinggi juga memberi keuntungan dalam mereduksi pancaran sinar matahari dari bangunan selama periode musim panas. Pengaruh kepadatan kota pada kondisi ventilasi juga bergantung pada kondisi angin, susunan ruang dan ketinggian bangunan (Santamouris, 1997).

Menurut Tri Endangsih (2007) Untuk kenyamanan bangunan gedung sebaiknya dipilih bahan yang mempunyai sifat fisik memantulkan panas, tidak menyerap atau bahkan angka absorpsi dan angka transmisi kalornya rendah. Ketebalan bahan atau bahan tipis akan relatif lebih panas dari bahan yang lebih tebal. Penggunaan bahan bangunan sebagai dinding luar bangunan dengan pilihan bahan dengan ketebalan tertentu sangat berpengaruh terhadap panas yang ditransmisikan ke dalam ruang dalam bangunan. Untuk membatasi perolehan kalor akibat radiasi matahari tersebut maka ditentukan kriteria perancangan yang dinyatakan dalam angka alih termal menyeluruh (*overall Thermal Transfer Value - OTTV*) untuk selubung bangunan. Ketentuan ini berlaku untuk bangunan yang dikondisikan dengan maksud untuk memperoleh kalor eksternal yang rendah sehingga menurunkan beban pengkondisian.

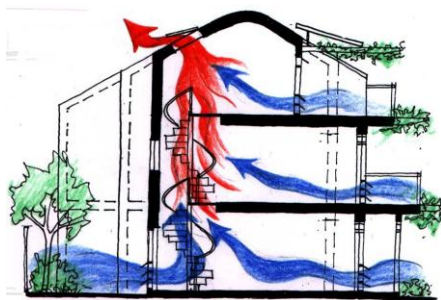
Perbedaan suhu juga dapat menyebabkan Bergeraknya udara. Hal ini dikarenakan udara yang bersuhu lebih tinggi memiliki tekanan udara yang lebih rendah daripada udara bersuhu rendah. Contohnya jika udara dalam bangunan lebih panas daripada diluar, maka udara akan keluar menuju bukaan yang tinggi. Udara panas cenderung bergerak ke atas. Udara luar yang (lebih dingin akan masuk ke dalam bangunan menggantikan tempat yang ditinggalkan udara yang panas tadi. Teknik ini biasa disebut *stack effect ventilation*.



**Gambar 1.** Stack Ventilation pada rumah tinggal

Prinsip lain dengan efek Bernoulli yang mengakibatkan penurunan tekanan saat pergerakan udara dipercepat (diakselerasi) untuk melewati jarak yang lebih panjang daripada sisi sebaliknya. Sedangkan udara yang bergerak melewati ruang bervolume lebih kecil akan mengalami percepatan. Ini disebut efek tabung Venturi.

Pemanfaatan efek Bernoulli dan tabung Venturi dapat menghasilkan tekanan rendah pada satu sisi bangunan yang memicu aliran udara dalam bangunan. Pada atap bangunan yang mempunyai bukaan atas, kecepatan angin paling tinggi terjadi dipuncak bangunan sehingga tekanan udaranya menjadi lebih rendah. Hal ini akan membuat aliran udara di dalam bangunan cenderung “tersedot” mengarah ke bukaan dipuncak atap.



**Gambar 2.** Penerapan Efek Barnoulli pada rumah tinggal

Purwanto LMF (2006) menyimpulkan bentuk atap yang tidak memiliki sirkulasi udara di dalam atap, memberikan kontribusi panas di ruang dibawahnya, yang mempengaruhi kenyamanan termal. Atap limasan pokok, dengan modifikasi bentuk, banyak digunakan pada bangunan modern. Namun tanpa upaya memberikan

sirkulasi udara yang baik, akan menurunkan kinerja bangunan itu sendiri. Penggunaan bahan penutup atap modern yang sangat rapat mengakibatkan tidak adanya pergerakan udara di dalam atap, mengakibatkan panas di rongga atap mempengaruhi ruang di bawahnya. Dengan demikian perlu dilakukan modifikasi yang benar, sehingga sirkulasi udara di dalam atap tidak berjalan sebagai mana mestinya.

Penelitian Deviana (2001), Sistem penghawaan alam di daerah tropis lembab mempunyai tujuan menghapus sejumlah panas yang diperoleh bangunan dari radiasi matahari dan perolehan panas dari dalam (manusia dan peralatan). Kecepatan angin yang dapat memberikan kenyamanan termal pada suhu sekitar 32°C, sebesar 0.6 m/dtk. Salah satu ketentuan untuk memenuhi kenyamanan termal, luasan bukaan sebaiknya adalah 40% dari total dinding. Lebih dari itu dinyatakan tidak optimal (Santosa, 2000). Di samping pergerakan udara yang dipersyaratkan, distribusi angin merupakan hal yang penting, yang dipengaruhi oleh tipe jendela yang digunakan.

Rumah kayu panggung peninggalan Belanda di Kedung jati Purwodadi mempunyai elemen plafond yang terbuat dari papan. Pemasangan plafon ini tidak rapat sehingga ada celah yang memungkinkan angin masuk ruangan melalui celah tersebut. Penelitian ini mengetahui bahwa porousitas plafond papan kayu berperan untuk membuang udara panas ke atap yang akan berpengaruh terhadap kondisi termal ruangan yang dinyatakan dengan temperatur efektif (TE). Hal ini dapat dilihat dari selisih temperatur efektif pada daerah di dekat lantai dengan daerah dekat plafond. (Sukawi ,2009, 2010).

Kussay WJ (2011) menyatakan bahwa faktor kecepatan angin dan besaran bukaan ventilasi sangat berperan dalam mencapai tingkat kenyamanan penghuni ruang didaerah tropis lembab untuk bangunan sederhana. Dalam kasus penelitian ini ternyata luas bukaan 4 m<sup>2</sup> dalam ruangan 18 m<sup>2</sup> kurang mencukupi kecepatan dan aliran angin yang masuk dalam ruangan untuk mencapai kenyamanan penghuni.

## Metode

Metode Penelitian yang digunakan disesuaikan dengan tujuan yang akan dicapai dan jenis obyek yang diteliti. Obyek penelitian adalah rumah deret pada lingkungan padat di perumahan. Penelitian ini dititik beratkan pada pengaruh ventilasi atap dalam hubungannya dengan pengkondisian termal bangunan.

Menurut Arikunto, 1998, survey diskriptif bertujuan untuk mencari fenomena/ gejala dengan jalan observasi. Metode Observasi yaitu metode yang dilakukan dengan pengamatan langsung, pengukuran dan pencatatan terhadap gejala atau fenomena yang diteliti. Metode ini yang berupa pengamatan, pencatatan dari pengukuran yang menggunakan alat-alat bantu seperti termometer, hygrometer, hot wire anemometer, disebut metode mekanis.

Pengukuran dilakukan di titik-titik di dalam rumah dan juga dilakukan di luar rumah. Pengukuran diluar rumah dilakukan pada daerah terlindung bayangan bangunan.

## Lokus Penelitian

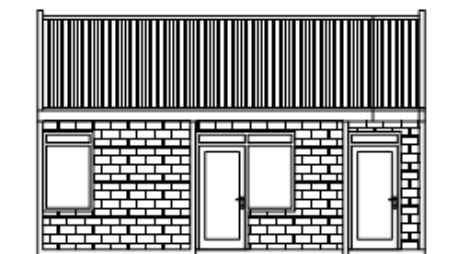
Perum Bukit Sendang Mulyo, adalah kompleks perumahan nasional di selatan kota Semarang yang dirancang oleh pengembangnya sekitar tahun 1995 berada di dalam lingkup area Kecamatan Tembalang yaitu pada pusat pengembangan III, dan berada pada BWK VI dengan luas area sekitar 4.61 km<sup>2</sup>, (Sekarnegari, DA, 2011).

Seiring dengan perkembangan penduduk, kebutuhan perumahan pun meningkat. Bukitbukit di kawasan itu sedikit demi sedikit diambil alih pengembang perumahan. Agar bisa digunakan sebagai lahan perumahan diselesaikan dengan pengeprasan dan pengurukan bukit.



**Gambar 3.** Site Perumahan Sendang Mulyo Semarang

Pengembangan Perum Bukit Sendang Mulyo Semarang mulanya direncanakan bagi pendatang dari daerah atau keluarga kecil yang baru menikah dan membutuhkan tempat tinggal yang dekat dengan Kota Semarang dan dengan harga terjangkau bagi keluarga yang penghasilannya pas-pasan dan bekerja di dalam lingkup kota Semarang meskipun wilayahnya berada di pinggir kota (*hinterland*). Tipe rumah yang ditawarkan Mulyo cukup variatif yang umumnya menggunakan jenis rumah kopel serta rumah deret untuk type kecil.

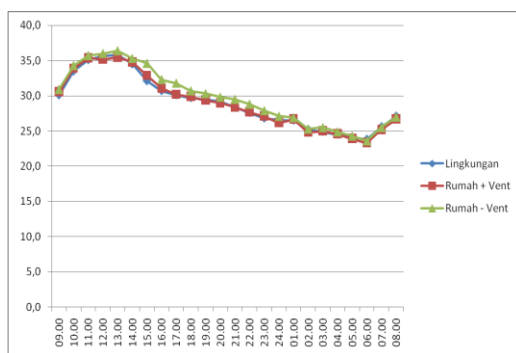


**Gambar 5.** Sistem Ventilasi Atap pada rumah

## Analisis dan Interpretasi

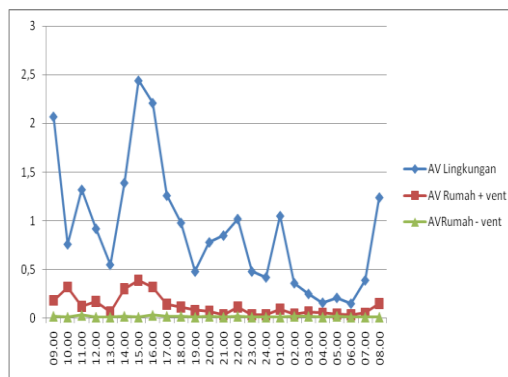
Penelitian ini mencoba membandingkan 2 rumah tinggal dengan type yang sama mulai dari tata ruang dan pengembangannya serta material dinding dan atapnya. Dinding asli menggunakan batako sedangkan dinding pengembangan menggunakan bata merah. Sedangkan atap masih menggunakan asbes sesuai dengan perencanaan dari perumnas. Perbedaan kedua rumah ini pada ventilasi atap selebar 1 x 1,5 m yang terletak diatas ruang belakang. Rumah Bpk. Budiono menerapkan ventilasi atap sedangkan rumah Ibu Mardiana tidak mempunyai ventilasi atap.

Hasil penelitian memperlihatkan perbedaan suhu pada ruang belakang pada rumah tinggal observasi.



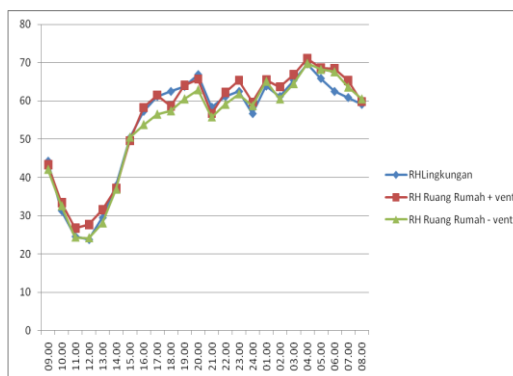
**Gambar 6.** Perbandingan Suhu Lingkungan, Suhu Ruang Dalam Rumah yang berventilasi atap dengan Rumah tanpa ventilasi atap.

Rata rata rumah yang mempunyai ventilasi atap mempunyai suhu yang lebih rendah dibanding dengan rumah yang tanpa ventilasi atap. Selisih suhu pada ruangan rumah yang berventilasi atap dengan rumah tanpa ventilasi atap berkisar antara 0,3 C° sampai paling besar 1,7 C°. Selisih terbesar pada jam 15.00 – 16.00 dan selisih terendah pada jam 06.00-08.00. Rata rata perbedaan suhu ruangan antara rumah yang berventilasi atap dengan yang tidak berventilasi atap adalah 0,7 C°.



**Gambar 7.** Perbandingan Pergerakan Udara Lingkungan, Pergerakan Udara Ruang Dalam Rumah yang berventilasi atap dengan Rumah tanpa ventilasi atap

Rata rata rumah yang mempunyai ventilasi atap mempunyai pergerakan udara yang lebih besar dibanding dengan rumah yang tanpa ventilasi atap. Selisih pergerakan udara pada ruangan rumah yang berventilasi atap dengan rumah tanpa ventilasi atap berkisar antara 0,02 m/dt sampai paling besar 0,38 m/dt. Selisih terbesar pada jam 14.00 – 16.00 dan selisih terendah pada jam 05.00-06.00. Rata rata perbedaan pergerakan udara ruangan antara rumah yang berventilasi atap dengan yang tidak berventilasi atap adalah 0,10 m/dt.



**Gambar 8.** Perbandingan Kelembaban Lingkungan, Kelembaban Ruang Dalam Rumah yang berventilasi atap dengan Rumah tanpa ventilasi atap

Rata-rata rumah yang mempunyai ventilasi atap mempunyai kelembaban yang lebih tinggi dibanding dengan rumah yang tanpa ventilasi atap. Selisih kelembaban pada ruangan rumah yang berventilasi atap dengan rumah tanpa ventilasi

atap berkisar antara 0,4% - 5 %. Selisih terbesar pada jam 11.00 – 13.00 dan selisih terendah pada jam 05.00 - 06.00. Rata rata perbedaan kelembaban ruangan antara rumah yang berventilasi atap dengan yang tidak berventilasi atap adalah 1,9 %.

## Kesimpulan

Hasil Penelitian ini mengetahui kinerja penghawaan alami dengan ventilasi atap bangunan perumahan yang berderet dalam mensiasati ventilasi alami untuk kenyamanan thermal dalam bangunan. Rumah dengan ventilasi atap mempunyai suhu yang lebih rendah dan terdapat pergerakan udara yang lebih tinggi dalam ruangan disbanding dengan rumah yang tidak dilengkapi dengan ventilasi atap. Hal ini membuktikan bahwa elemen desain ventilasi atap mempunyai kontribusi dalam menciptakan dan mempengaruhi kondisi suhu dan pergerakan udara dalam ruangan. Perlu penelitian lebih lanjut yang memperbandingkan variable luasan ventilasi atap.

## Daftar Pustaka

- Aynsley, R.M. (1977). *Architectural Aerodynamics*. Applied Science publishers LTD, London
- Awbi, Hazim B. (2003). *Ventilation of Building*, Spon Press, London.
- Arikunto, Suharsimi. (1998). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*, Rineka Cipta, Jakarta.
- David Egan. (1999). *Concepts In Thermal Comfort (Terjemahan)*, Malang, UNMER Press.
- Defiana, Ima. (2001). *Pendayagunaan Sistem Natural Ventilation Pada Hunian Multi Fungsi Dalam Ruang Urban di Daerah Tropis Lembab*, dalam Proceeding Seminar International *Sustainable Environmental Architecture*, UndipPress, Semarang.
- Givoni, B. (2006). *Climate Aspects in Building Design in Hot Humid Regions*, 2nd Proceeding International Conference iNTA DWCU Jogjakarta. April 3-5. pp PS1-1 – PS2-7
- Henderson, D., Haper, B. (2003). *Climate Change and Tropical Cyclone Impact on Coastal Communities*. Queensland State Government' Department of Natural Resources and Mines and the Department of Emergency Services. September, 2003
- Jin-Taung Lin, Yew Khoy Chuah. (2011). *A study on the potential of natural ventilation and cooling for large spaces in subtropical climatic regions*, Building and Environment 46 (2011) 89-97
- Kussoy WJ. (2011). *Perhitungan Aliran Angin pada Ventilasi Bangunan Menggunakan Simulasi Numerik*, Jurnal Ilmiah Sains Vol 11 no 1 April 2011
- Purwanto, LMF. (2006). *Pengaruh bentuk atap bangunan tradisional ntuk peningkatan kenyamanan termal bangunan*, Jurnal Dimensi teknik arsitektur vol. 34, no. 2, desember 2006: 154 - 160
- Santosa, M. (2000). *Specific Responses of Traditional Houses to Hot Tropic*, Proceedings SENVAR2000 ITS Surabaya, October 23-24. pp 13-17.
- Santamouris, (1997), *Passive Cooling of Building*, James and James, London
- Sukawi. (2009). *Aplikasi Eko Arsitektur pada Rumah Panggung Dalam Mengantisipasi Kondisi Termal Lingkungan (Tinjauan Konstruksi dan Bahan Bangunan)*, Jurnal Lingkungan Tropis, Edisi Khusus Agustus 2009 Bandung
- Sukawi. (2010). *Kaitan Desain Selubung Bangunan terhadap Pemakaian Energi dalam Bangunan*, Proseding Seminar energi UNWAHAS Semarang
- Sukawi. (2012). *Penerapan Konsep Sadar Energi Dalam Perancangan Arsitektur yang Berkelanjutan*, Proseding Seminar AVOER Universitas Sriwijaya Palembang
- Swami & Chandra. (1994). *Correlation for Pressure Distribution on Buildings and calculation of Natural-Ventilation Airflow*. ASHRAE Transactions, vol. 94. no.1
- Szokolay, S.V. (1987). *Thermal Design of Buildings*. RAI Education Division, Canberra
- Tri Endangsih. (2007). *Penerapan Hemat Energi Pada Bangunan*. Universitas Budi Luhur.