

## MODEL VENTILASI ATAP PADA PENGEMBANGAN RUMAH SEDERHANA DI LINGKUNGAN BERKEPADATAN TINGGI

Sukawi<sup>1\*</sup>, Agung Dwiyanto<sup>1</sup>, Gagoek Hardiman

<sup>1</sup>Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof Sudarto SH Tembalang, Semarang 50272.

\*Email: [zukawi@gmail.com](mailto:zukawi@gmail.com)

### Abstrak

*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. 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. Hal ini dapat dikatakan bahwa kenyamanan fisiologis akan dapat tercapai jika nilai kecepatan angin berada pada kondisi seimbang antara temperatur dan kelembaban relatif tertentu. Kepadatan bangunan merupakan satu dari faktor-faktor prinsip yang mempengaruhi kondisi iklim mikro dalam ruangan dan menentukan kondisi ventilasi maupun kondisi suhu udara. Dengan padatnya bangunan dan bentuk hunian yang hanya mempunyai satu fasade, maka perlu siasat untuk dapat memanfaatkan kondisi iklim dan bentuk atap pada bangunan rumah tinggal. Penelitian ini untuk mengetahui dan menganalisa kinerja penghawaan alami dengan ventilasi atap bangunan rumah sederhana pada lingkungan dengan kepadatan tinggi. Perlu strategi dalam perencanaan desain perumahan yang berkepadatan tinggi dalam mensiasati ventilasi alami untuk kenyamanan thermal dalam bangunan. Penelitian ini juga untuk menganalisa letak elemen ventilasi atap yang optimal dan mempunyai kontribusi dalam menciptakan dan mempengaruhi kenyamanan fisiologis penghuni.*

**Kata kunci:** Pergerakan Udara, Kepadatan Bangunan, Ventilasi Atap

## PENDAHULUAN

Memiliki posisi geografis yang terletak di sepanjang garis khatulistiwa, menyebabkan Indonesia memiliki jenis iklim panas dan lembab. Iklim tropis lembab menurut Egan (1999) & Szokolay (2004), memiliki karakteristik curah hujan dan kelembaban relatif tinggi, temperatur udara moderat dengan variasi perbedaan temperatur yang kecil sepanjang hari maupun sepanjang musim, kecepatan angin rendah, serta intensitas cahaya matahari yang cukup tinggi. Kondisi tersebut membutuhkan desain pada bangunan yang tanggap terhadap iklim.

Kenyamanan bangunan erat hubungannya dengan kondisi alam atau lingkungan disekitar dan upaya pengkondisian ruang dalam bangunan. Menurut Aynsley (1977)& Awbi (2003), kenyamanan dalam pengkondisian ruangan dipengaruhi oleh lingkungan fisik, diantaranya suhu/temperatur udara, kelembaban relatif, kecepatan angin. Ketiganya mempunyai hubungan yang saling berkaitan untuk mencapai kenyamanan termal bagi penghuni. Hal ini dapat dikatakan bahwa kenyamanan fisiologis akan dapat tercapai jika nilai kecepatan angin berada pada kondisi seimbang antara temperatur dan kelembaban relatif tertentu.

Atap pada bangunan juga berfungsi untuk menangkal panas yang masuk ke dalam bangunan. Keanekaragaman bentuk atap mulai dari tradisional dan modern mampu mempengaruhi kondisi panas dalam bangunan. Bentuk atap rumah Jawa dalam Samodra, (2005)& Purwanto (2006) mempunyai pengaruh yang besar dalam menciptakan pengkondisian ruangan. Ruang dibawah atap bisa menjadi bantalan udara panas yang harus dbuang.

Selubung bangunan yang banyak mempengaruhi kondisi kenyamanan dalam bangunan salah satunya adalah atap. Bentuk atap penting sebagai media pengaliran panas di dalam ruang. Atap berpotensi untuk pengaliran udara keluar melalui lubang ventilasi yang terdapat diantaranya. Lubang ventilasi atap pada umumnya bukan merupakan penyelesaian masalah pengaliran udara yang utama pada bangunan, karena pada umumnya pilihan pertama untuk menyelesaikan masalah pengaliran udara adalah dengan menggunakan bukaan pada pintu dan jendela. (Pranoto, 2007; Purwanto, 2006; Sukawi, 2013).

Kenyamanan rumah adalah aspek dalam kehidupan berumah tangga, karena harmonisnya suatu keluarga dapat dilihat dari kenyamanan rumah. Sering kita jumpai untuk membuat kenyamanan rumah, menggunakan pengkondisian udara atau biasa disebut AC. Namun hal itu membutuhkan biaya awal dan bulanan menjadi naik untuk pengadaan dan pengoperasian. Kebutuhan listrik rumah tanggapun akan menjadi meningkat. (Sukawi, 2010).

Bangunan rumah yang mempunyai orientasi utara, selatan, timur dan barat memiliki desain yang sama, hal ini tidak sesuai dengan prinsip pendinginan pasif yang akan berbeda dalam setiap orientasi. Karena keterbatasan lahan, maka sekarang muncul pembangunan perumahan yang dibangun dengan model deret, sehingga hanya mempunyai 2 fasade depan dan belakang. 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. (Santosa, 2000 ; Santoso, 2007; Sukawi, 2013)

Ventilasi yang baik dalam ruangan menurut Awbi (2003) Allard (2005) harus memenuhi syarat-syarat, antara lain :

- Luas lubang ventilasi tetap (permanen) minimum 5% dari luas lantai ruangan.
- Udara yang masuk harus udara bersih, tidak tercemar.
- Aliran udara diusahakan cross ventilation.

Ventilasi alamiah adalah pertukaran udara di dalam suatu bangunan dengan udara di luarnya tanpa menggunakan kipas atau peralatan mekanik lainnya (Croome, 2003), juga sering disebut sebagai pengendalian atau kontrol pasif, dengan kata lain tanpa adanya perlakuan mekanis. Ventilasi alamiah terjadi akibat adanya dua factor pemicu mekanisme pergerakan fluida. Faktor pemicu pertama disebabkan oleh panas apung (thermal buoyancy) yang sering disebut sebagai efek cerobong asap (stack effect ), dimana perbedaan suhu yang terjadi pada fluida di dalam rumah tanaman berasal dari proses konveksi panas, fluks radiasi matahari.

Udara yang terpanaskan akan menurunkan massa jenisnya sehingga massa udara semakin ringan dan dengan pengaruh gravitasi dapat menyebabkan parcel udara yang semakin ringan cenderung bergerak ke atas atau mengapung. Faktor pemicu kedua, adanya angin yang menyebabkan perbedaan tekanan pada bagian dinding dan penutup bangunan rumahtanaman karena adanya tekanan yang hilang (pressure drop) sehingga memaksa udara yang ada di dalam rumah tanaman bergerak melalui celah bukaan ventilasi. Faktor termal berperan dominan pada saat kecepatan udara rendah, sehingga terjadi pergerakan udara akibat perbedaan suhu dan kerapatan udara di dalam dan di luar rumah.

Febrita (2011) menyatakan bahwa batas kecepatan angin dimana faktor termal masih dapat berperan dominan adalah sebesar 1m/s, sedangkan Santamouris (1997) menyatakan bahwa pada saat kecepatan angin lebih dari 1.8 m/s efek termal terhadap laju ventilasi dapat diabaikan. Jika kecepatan angin di luar rumah cukup tinggi dan perbedaan suhu udara di dalam dan di luar rumah kecil maka faktor angin dominan dan pengaruh faktor termal dapat diabaikan.

Perbedaan suhu juga dapat menyebabkan bergernaknya 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

Dalam hal desain ventilasi alamiah, Croome, (2003); Roulet (2008) mengemukakan bahwa luas bukaan ventilasi minimalnya 20% dari luas lantai rumah sehingga suhu di dalam rumah dapat mendekati suhu ambien di luar rumah. Hal serupa dilaporkan oleh Defiana (2000) bahwa luas bukaan ventilasi lebih dari 40% dari luas lantai rumah dapat memberikan laju ventilasi alamiah yang cukup baik dalam rumah.

## METODOLOGI

Metode Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Observasi dengan survey deskriptif. Obyek penelitian adalah bangunan rumah tinggal yang mempunyai kepadatan tinggi pada hunian yang tertata pada perumahan sederhana yang dikembangkan oleh perum Perumnas. 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. (Arikunto, 1998).

Metode dalam penelitian ini berupa pengamatan, pencatatan dari pengukuran titik titik didalam dan diluar rumah dengan alat bantu seperti thermometer (untuk mengukur suhu luar ruang maupun dalam ruang), hygrometer (untuk mengukur kelembaban), hot wire anemometer (untuk mengukur pergerakan udara baik didalam ruangan maupun diluar ruangan).

Penentuan titik pengukuran yang berada di dalam rumah dilakukan pada ruang tamu atau ruang keluarga dan ruang makan atau dapur yang berada di bagian belakang dalam tata ruang rumah. Sedangkan pengukuran pada luar ruangan dilakukan pada teras dan pada jalan di depan rumah tinggal. Pengumpulan data primer yang diperoleh di lapangan, akan di croscek dengan data sekunder berupa suhu, kelembaban dan pergerakan angin dari BMKG untuk melihat kondisi iklim makro perkotaan dan lingkungan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan Perumahan Bukit Sendang Mulyo yang dibangun oleh Perum Perumnas mulanya direncanakan bagi keluarga kecil yang baru menikah dan membutuhkan tempat tinggal. Lokasi berada pada daerah pinggiran 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 di Perumahan Bukit Sendang Mulyo cukup variatif mulai dari type 45, 36 dan 21 dengan model RS dan RSS. Untuk model RSS menggunakan atap asbes dan model bentuk hunian adalah deret dan kopel.

Pada perkembangannya banyak hunian yang dikembangkan dibelakang rumah sehingga kaplingnya hanya menyisakan pada bagian depan. Akibatnya dengan hanya menyediakan bukaan pada satu sisi (di fasade depan) maka penelitian ini mencoba untuk menggali potensi adanya bukaan atap pada bagian belakang rumah tinggal. Untuk mengetahui pengaruh ventilasi atap, dengan membandingkan hunian yang mempunyai bukaan atap lebar dengan ukuran 2x2 m dengan hunian yang tidak mempunyai bukaan atap hanya memanfaatkan celah pada genting dan asbes dalam mengalirkan udara keluar dari bangunan.



Gambar Rumah Penelitian



Gambar Model bukaan sebagai ventilasi atap

Bukaan ventilasi atap pada rumah yang mempunyai satu sisi fasade ini, karena sisi lainnya berbatasan dengan kapling tetangga, mampu memberikan perubahan suhu dalam hal pendinginan pasip serta mampu memberikan efek pendinginan sebesar  $0.3 - 1.7\text{ C}$ , Hal ini membuktikan bahwa elemen desain ventilasi atap mempunyai kontribusi dalam menciptakan dan mempengaruhi kondisi suhu dalam ruangan.

Tabel : Perbandingan suhu (T) Lingkungan, Rumah yang berventilasi Atap dan Rumah yang tidak berventilasi Atap

Jam	Lingkungan	Rumah + Vent	Rumah - Vent	Selis T
09.00	30.1	30.6	30.9	0.3
10.00	33.5	33.9	34.3	0.4
11.00	35.1	35.4	35.7	0.3
12.00	35.6	35.2	36.0	0.8
13.00	35.8	35.5	36.4	0.9
14.00	34.5	34.8	35.3	0.5
15.00	32.1	32.9	34.6	1.7
16.00	30.7	31.1	32.3	1.2
17.00	30.1	30.2	31.8	1.6
18.00	29.7	29.9	30.7	0.8
19.00	29.5	29.4	30.3	0.9
20.00	29.2	29.0	29.8	0.8
21.00	28.4	28.4	29.5	1.1
22.00	27.6	27.7	28.8	1.1
23.00	26.8	27.1	27.9	0.8
24.00	26.6	26.2	27.1	0.9
01.00	26.5	26.7	26.9	0.2
02.00	25.2	24.8	25.3	0.5
03.00	24.9	25.0	25.5	0.5
04.00	24.5	24.6	24.9	0.3
05.00	24.1	23.9	24.3	0.4
06.00	23.8	23.3	23.6	0.3
07.00	25.6	25.2	25.5	0.3
08.00	27.1	26.7	27.0	0.3

Sumber : Survey

Pergerakan angin atau pergerakan udara di dalam ruangan, dapat terjadi akibat perbedaan suhu. Pergerakan angin terjadi karena perbedaan tekanan antara dua sisi fasade bangunan, yang secara alami angin akan bergerak dari tekanan yang tinggi (+) ke tekanan yang rendah (-). Dan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, pergerakan udara / angin akan terjadi, ketika ruang belakang pada atap bangunannya dilengkapi dengan bukaan untuk ventilasi alami.

Tabel : Perbandingan pergerakan udara (AV) Lingkungan, Rumah yang berventilasi Atap dan Rumah yang tidak berventilasi Atap

Jam	AV Lingkungan	AV Rumah + vent	AV Rumah -vent	selisih
09.00	2.07	0.18	0.02	0.16
10.00	0.76	0.32	0.01	0.31
11.00	1.32	0.12	0.03	0.09
12.00	0.92	0.17	0.01	0.16
13.00	0.55	0.06	0.01	0.05
14.00	1.39	0.3	0.02	0.28
15.00	2.44	0.39	0.01	0.38
16.00	2.21	0.32	0.03	0.29
17.00	1.26	0.14	0.02	0.12
18.00	0.98	0.11	0.02	0.09
19.00	0.48	0.08	0.01	0.07
20.00	0.78	0.07	0.02	0.05
21.00	0.85	0.03	0.01	0.02
22.00	1.02	0.11	0.02	0.09
23.00	0.48	0.03	0.01	0.02
24.00	0.42	0.03	0.01	0.02
01.00	1.05	0.09	0.01	0.08
02.00	0.36	0.04	0.02	0.02
03.00	0.25	0.06	0.02	0.04
04.00	0.16	0.05	0.01	0.04
05.00	0.21	0.04	0.02	0.02
06.00	0.15	0.03	0.01	0.02
07.00	0.39	0.05	0.01	0.04
08.00	1.24	0.15	0.01	0.14

Sumber : Survey

Penelitian ini menunjukkan bahwa rumah yang memiliki ventilasi atap berupa bukaan atap pada bagian belakang rumah mempunyai pergerakan udara yang lebih besar jika dibandingkan dengan rumah yang tidak dilengkapi dengan bukaan atap. Perbedaan aliran pergerakan udara pada ruang bagian belakang pada rumah yang mempunyai ventilasi atap dengan rumah yang tidak memiliki ventilasi atap yaitu antara 0,02 m/dt - 0,38 m/dt. Perbedaan ini disebabkan adanya aliran udara panas yang keluar melalui bukaan atap pada bagian atap belakang rumah. Rata rata perbedaan aliran udara pada ruangan di rumah yang dilengkapi bukaan atap dengan rumah yang tidak dilengkapi bukaan atap berkisar 0,10 m/dt.

## KESIMPULAN

Salah satu dari faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi iklim mikro dalam suatu bangunan adalah kepadatan bangunan dimana bangunan tersebut berdiri. Kepadatan bangunan ini akan membentuk iklim mikro yang akan menentukan kondisi termal dan pergerakan udara di sekitar bangunan. Semakin padat bangunan akan memberi dampak dengan semakin buruk kondisi

pergerakan udara di sekitar bangunan. Hal ini akan berpengaruh dalam upaya pengkondisian termal bangunan.

Dari hasil pengamatan serta analisa di tiap-tiap basis atap yang berfungsi sebagai variabel, maka dapat disimpulkan bahwa, ventilasi udara pada atap ternyata dapat menurunkan suhu udara didalam bangunan. Penelitian ini untuk mengetahui kinerja penghawaan alami pada hunian dengan kepadatan tinggi yang dapat memanfaatkan potensi ventilasi atap dalam mensiasati kenyamanan termal 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.

Pergerakan angin di dalam ruangan, dapat terjadi akibat perbedaan suhu dan dinamika angin. Pergerakan angin terjadi karena perbedaan tekanan antara dua sisi, yang secara alami angin akan bergerak dari tekanan yang tinggi (+) ke tekanan yang rendah (-) . Dan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, pergerakan angin dominan terbesar, ketika ruang belakang dilengkapi dengan bukaan atap.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Allard Francis & Ghiaus Cristian. (2005) *Natural Ventilation in the Urban Environment, assessment and design*. Earthscan, London
- 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.
- Croome, Derek Clements, (2003), *Naturally Ventilated Buildings : Buildings for thr senses, the economy and society*, E&FN Spon, London..
- Egan,David (1999), *Concepts In Thermal Comfort\_(Terjemahan)*, Malang, UNMER Press.
- Febrita Yuswinda. (2011) *Ventilasi Solar Chimney sebagai Alternatif Desain Pasive Cooling di Iklim Tropis Lembab*, Jurnal Ruang Vol 2 No 1 2011.
- Pranoto, Mohammad S (2007), *Kajian Ventilasi Atap Rumah Berbasis Rumah Joglo Mangkurat*, Jurnal Rekayasa Perencanaan vol. 3, no. 3, juli 2007
- Purwanto, LMF, (2006), *Pengaruh bentuk atap bangunan tradisional di jawa tengah untuk peningkatan kenyamanan termal bangunan*, Jurnal Dimensi Arsitektur vol. 34, no. 2, desember 2006, 154 - 160
- Roulet, Claude Alain,(2008), *Ventilation and Airflow in Buildings, Methods for Diagnosis and evaluation*, Earthscan, London.
- Samodra, FX. T.B.S. (2005) *Thermal Performance Optimization for Javanese Village Houses*, Proceeding International Seminar SENVAR VI ITB Bandung. September 19-20. pp 19-25
- Santosa, M. (2000) *Specific Responses of Traditional Houses to Hot Tropic*, Proceedings SENVAR2000 ITS Surabaya, October 23-24. pp 13-17.
- Santoso Heru B, Santosa, M. (2007) *Kajian Termal Bangunan pada Lingkungan Berkepadatan Tinggi dengan Variabel Atap, Dinding, Ventilasi dan Plafon*, Jurnal Gema Teknik No1 tahun X Januari 2007.
- Santamouris, Mat (1997), *Passive Cooling of Building*, James and James, London
- Sukawi (2010), *Kaitan Desain Selubung Bangunan terhadap Pemakaian Energi dalam Bangunan*, Proseding Seminar energi UNWAHAS Semarang
- Sukawi, Dwiyanto Agung (2013), *Potensi Ventilasi Atap Terhadap Pendinginan Pasif Ruangan pada Pengembangan Rumah Sederhana*, Proseding Seminar IPLBI Universitas Hasanuddin Makasar
- Szokolay, S.V. (2004) *Introduction to Architectural Science : The Basis of Sustainable Design*. Architectural Press, Singapore