

## PENGARUH LUAS BUKAAN TERHADAP KEBUTUHAN PERTUKARAN UDARA BERSIH DALAM RUMAH TINGGAL

Sukawi, Gagoek Hardiman

Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang  
Jl. Prof Sudarto SH Tembalang Semarang 50131

### ABSTRACT

*Humid tropic climate conditions is not entirely in accordance with human needs in order to need the physical comfort. The solar radiation is high, people try to avoid the tropical sun directly because it can cause thermal discomfort. In the building are also trying to avoid breaking of solar radiation by direct sunlight to heat from the radiation does not cause heat to buildings.*

*A very important factor for the convenience of a room is the existence of cross ventilation. In the humid tropics, the best orientation is a position that allows for cross ventilation as long as possible. Rare good building orientation to the sun as well as both the main wind direction. Character home in humid tropical areas are generally open so it can serve to capture and stream winds.*

*According Boutet (1987) the amount of air flow is happening in the room depending on the area of the opening hole, the wind direction and wind speed. Airflow velocity becomes greater when the hole in the air (inlet) is smaller than the hole exit (outlet). Cross ventilation can be achieved if there is a hole in (inlet) and exit hole (outlet). Dimensions of the window opening is 20% x large wall sufficient minimum requirements. Of the 7 houses on stilts in the study all have large openings that need the minimum requirements for the air exchange in the house. This is to support the creation of indoor thermal comfort.*

**Key Words :** *Openings, Air Exchange, Home living*

### PENDAHULUAN

Dengan kelembaban yang tinggi, manusia tropis cenderung memerlukan angin yang lebih kencang agar uap air (keringat) yang berada pada permukaan kulit cepat menguap dan menimbulkan efek dingin. Untuk itulah pergerakan udara/angin di sekitar dan di dalam bangunan menjadi sangat penting bagi penyelesaian arsitektur tropis untuk mencapai kenyamanan termal dalam bangunan.

Perbaikan iklim mikro dengan pengendalian termal secara alamiah menurut Lipsmeier (1994) dapat dilakukan dengan memperhatikan orientasi bangunan, ventilasi silang, pelindung matahari, pelembaban udara, penyerapan dan pengisolasian panas, serta vegetasi. Sedangkan menurut Givoni (1994), untuk pengendalian termal pasif yang perlu diperhatikan adalah bentuk dan layout bangunan; orientasi ukuran, lokasi dan detail dari jendela; pembayangan jendela; warna penutup luar bangunan (atap dan dinding); vegetasi didekat bangunan.

Faktor yang sangat penting bagi kenyamanan suatu ruangan adalah adanya ventilasi silang. Pada daerah tropis lembab, orientasi yang terbaik adalah posisi yang memungkinkan terjadinya ventilasi silang selama mungkin. Jarang sekali terjadi orientasi bangunan yang baik terhadap matahari sekaligus baik terhadap arah angin utama. Untuk itu perlu ditemukan kompromi yang terbaik. Menurut Olgyay, orientasi bangunan yang merupakan kompromi dari sinar matahari dan arah angin untuk daerah tropis lembab adalah massa bangunan yang membujur Timur-Barat dengan sudut 25° terhadap Selatan.

Orientasi bangunan perlu memanfaatkan angin agar kondisi udara dalam ruangan terjamin kelembabannya. Sirkulasi udara merupakan pergerakan udara untuk mendorong udara panas dengan proses ventilasi silang. Letak gedung terhadap arah angin yang paling menguntungkan bila memilih arah tegak lurus terhadap arah angin itu (Frick, 1998).

Bentuk bangunan akan mempengaruhi kecepatan angin yang menerpanya. Udara yang bergerak biasanya mengikuti kontur permukaan

dengan pola yang dapat diperkirakan. Sudut-sudut tajam atau permukaan kasar akan dapat menyebabkan pemisahan dan pusaran angin. Angin berhembus mengelilingi bangunan akan terbentuk daerah yang bertekanan tinggi dan bertekanan rendah di sekeliling bangunan.

Tata letak bangunan yang teratur dalam bentuk grid dengan pola jalan yang saling memotong tegak lurus dan bangunan sebagai pembatas tepi akan sangat sesuai dengan penataan bangunan yang akan menambah hembusan angin untuk ventilasi yang sangat sesuai untuk daerah tropis lembab (Golany, 1995).

Sedangkan pola penataan bangunan yang mengakibatkan bloking pada pergerakan udara sangat tidak sesuai dengan iklim tropis lembab tetapi sesiau dengan daerah beriklim cold dry dan hot dry. Pola tersebut dipertimbangkan untuk menghambat angin dingin maupun debu yang terbawa angin khususnya pada malam hari (Golany, 1995)

### Ventilasi Silang

Pengudaraan ruangan yang kontinyu di daerah tropis berfungsi untuk memperbaiki iklim ruangan. Udara yang bergerak menghasilkan penyegaran untuk menurunkan temperatur ruangan. Ventilasi silang yang didasarkan pada perbedaan panas hampir tidak dapat karena kecilnya perbedaan temperatur di iklim tropis lembab. Sebaliknya perbedaan tekanan yang besar bisa terjadi tergantung kecepatan angin, sehingga memungkinkan ventilasi silang.

Menurut Fry dan Drew (1956) kenyamanan termal di daerah tropis lembab umumnya tercapai akibat adanya kontak udara yang lebih dingin dengan kulit, yang terjadi akibat aliran udara. Kukreja (1978) menyebutkan bahwa karakter rumah di daerah tropis lembab umumnya terbuka sehingga dapat berfungsi untuk menangkap dan mengalirkan angin.

Menurut Boutet (1987) jumlah aliran udara yang terjadi didalam ruangan besarnya tergantung dari luas lubang bukaan, arah angin, dan kecepatan angin. Pertukaran aliran udara yang melalui bukaan dapat dihitung dengan rumus matematis yaitu :

$$Q = cf. Cv. A . V$$

Keterangan :

$Q$  : laju pertukaran udara yang dibutuhkan dalam  $m^3/dtk$ .

$A$  : luas bukaan udara masuk (*inlet*) dalam  $m^2$

$V$  : kecepatan angin dalam  $m/dtk$ .

$cf$  : faktor konversi, besarnya 60

$Cv$  : efektifitas bukaan. (besarnya 0.5-0.6 untuk angin tegak lurus lubang dan 0.25-0.35 untuk angin miring terhadap lubang)

Tabel 1: Perbandingan inlet : outlet (rasio) dan nilai konstanta efektifitas bukaan.

Inlet:Outlet (Rasio)	Konst. Ef. Bukaan	Inlet:Outlet (Rasio)	Konst. Ef. Bukaan
1 : 1	1.00	1 : 5	1.4
! : 2	1.27	2 : 1	0.63
1 : 3	1.35	4 : 1	0.35
1 : 4	1.38	4 : 3	0.68

Sumber : Boutet, 1987

Tujuan perencanaan adalah mendapatkan aliran udara yang tepat untuk ruangan. Ventilasi silang dapat terwujud apabila terdapat lubang masuk (*inlet*) dan lubang keluar (*outlet*). Dimensi bukaan jendela adalah 20% x luas dinding sudah mencukupi (Koenigsberger; 1973)

Bukaan bangunan sangat berpengaruh terhadap upaya pemanfaatan angin dalam pengkondisian ruangan. Ukuran bukaan dapat disesuaikan dengan kebutuhan akan aliran angin. Kecepatan aliran udara menjadi lebih besar bila lubang masuk udara (*inlet*) lebih kecil dibandingkan lubang keluar (*outlet*).

Posisi bukaan juga akan mempengaruhi aliran udara yang masuk dalam ruangan. Pergerakan udara harus dapat dipastikan untuk melalui ruangan yang sering digunakan oleh penghuni atau disebut "*living zone*". Pengontrolan elemen bukaan akan dapat mempengaruhi aliran udara dalam ruangan.

Kebutuhan pergerakan udara yang dapat digunakan untuk memenuhi kenyamanan termal dapat dihitung berdasarkan rumusan yang dikemukakan Macfarlane (Defiana, 2001) yaitu:

$$Av = 0.15 [DBT - 27.2 + (RH - 60 / 10) \times 0.56]$$

Keterangan :

$Av$  : Kecepatan angin yang dipersyaratkan ( $m/dtk$ ).

$DBT$ : Temperatur Udara Kering ( $^{\circ}C$ ).

$RH$  : Kelembaban Relatif (%).

Penggunaan rumus ini tidak berlaku untuk  $DBT < 27.2^{\circ} C$  dengan kondisi  $RH < 60\%$ .

### DATA DAN METODE

Rumah kayu panggung yang diteliti ini merupakan rumah panggung peninggalan

pemerintahan Belanda. Rumah ini merupakan rumah dinas bagi para pegawai jawatan kehutanan pada masa Belanda namun sampai sekarang tetap berdiri kokoh dan masih dimanfaatkan oleh Perhutani sebagai rumah dinas. Pada masa sekarang ini keberadaan rumah ini sangat langka karena banyak yang dirobohkan dengan berbagai alasan tertentu dan juga biaya perawatannya yang sangat mahal.

Bentuk bangunan rumah dinas Perhutani di Kedungjati adalah rumah kayu panggung dengan ketinggian lantai dari tanah (kolong) berkisar 70 - 125 cm. Penggunaan bentuk rumah panggung ini berkaitan dengan keamanan pada saat dibangun, yang terletak di tepi hutan sehingga bermanfaat untuk menghindari binatang buas dan juga untuk kesehatan dengan menghindari kelembaban yang tinggi. Konstruksi yang dipakai adalah konstruksi ringan dengan bahan kayu yang banyak terdapat di lokasi.

Bangunan terbagi menjadi tiga bagian yaitu :

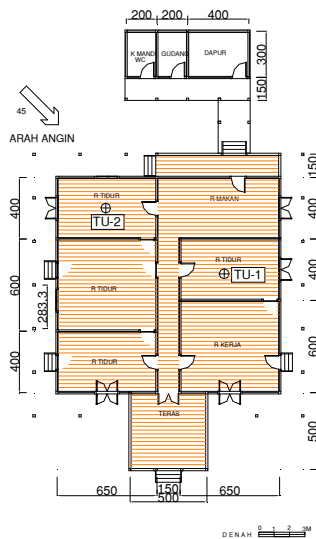
- Kepala, yang merupakan atap yang curam ditutup dengan genteng.
- Badan, yang berupa bagian tiang dan dinding yang terbuat dari kayu / papan.
- Kaki, yang berupa pengangkatan lantai (kolong) dengan kolom penyangga / umpak yang terbuat dari gelondong kayu dan karena banyak umpak kayu yang sudah lapuk sebagian sudah diganti dengan umpak beton.

Bangunan ini atapnya berbentuk limasan dan pelana dengan kemiringan yang curam, dan berusaha untuk merespon iklim tropis di lingkungannya. Sedangkan untuk dapur dan Kamar mandi / WC merupakan bangunan service (bangunan sendiri) yang sudah tidak panggung, yang letaknya dibelakang atau disamping rumah panggung (bangunan induk). Hal ini tidak seperti rumah penduduk sekitarnya yang tidak panggung serta antar bangunan induk dan service menyatu atau berdampingan.

Rumah dinas Perhutani ini bangunannya terdiri dari dua massa, bangunan induk yang panggung dan bangunan service tidak panggung yang dihubungkan dengan *doorlop* (selasar) yang dilindungi dengan atap.



Gambar 1. Fasade depan rumah panggung di Kedungjati Grobogan



Gambar 2. Pola tata ruang Rumah Kayu Panggung

Metoda Penelitian yang digunakan disesuaikan dengan tujuan yang akan dicapai dan jenis obyek yang diteliti. Obyek penelitian adalah rumah kayu bentuk panggung merupakan rumah tinggal peninggalan kolonial Belanda. Rumah ini merupakan rumah dinas Perhutani yang masih ada keberadaannya di daerah Kedungjati Grobogan, yang berada di wilayah hutan jati. Penelitian ini dititik beratkan pada kebutuhan pertukaran udara bersih pada rumah kayu panggung dalam hubungannya dengan pengkondisian termal bangunan.

Metoda yang dipakai dalam penelitian ini adalah metoda “analitis kuantitatif “ dengan perhitungan dan kemudian dicocokkan dengan standart-standart yang telah ada. Pengamatan dan pengambilan datanya dilakukan dengan mengukur kondisi fisik bangunan

Metode pengumpulan data, Metode Observasi, (Mardjuki,1977) yaitu metode yang dilakukan dengan pengamatan langsung, pengukuran dan pencatatan terhadap gejala atau fenomena yang diteliti. Metode ini adalah metode yang dilakukan dengan tanpa mengajukan pertanyaan atau wawancara, dengan demikian metode ini akan lebih obyektif. Metode ini yang berupa pengamatan, pencatatan dari pengukuran yang menggunakan alat-alat bantu seperti termometer, hygrometer, hot wire anemometer, diagram-diagram tustel serta meteran. Observasi yang dilakukan dalam pengumpulan data ini menggunakan cara pengukuran, pengamatan dan

pencatatan, perhitungan serta penggunaan diagram-diagram.

**HASIL DAN DISKUSI**

Udara yang bergerak menghasilkan penyegaran udara terbaik karena dengan penyegaran tersebut terjadi proses penguapan yang dapat menurunkan suhu pada kulit manusia. Kecepatan aliran udara mempengaruhi penyegaran udara. Jika lubang masuk udara lebih besar dari lubang keluarnya, maka kecepatan aliran udara akan berkurang, sebaliknya jika lubang keluar udara lebih besar, kecepatan aliran udara akan makin kuat. Penyegaran udara didalam ruangan, disamping tergantung terhadap pergerakan udara, juga pada pertukaran udara, yang didaerah tropis sangat berhubungan dengan kesehatan.

Tabel 2 : Pertukaran Udara Bersih di Indonesia

No	Ruang	Pertukaran Udara Bersih Per Jam	Pertukaran Udara Bersih Per m3 / jam
1	R. Keluarga	2 – 3 kali	90
2	Dapur	6 – 8 kali	120 – 180
3	K Mandi	6 kali	50
4	W C	4 kali	50

Sumber : Mangunwijaya, 1994

Dari tabel persyaratan pertukaran udara bersih tiap jam, dapat diketahui pertukaran udara minimal yang terjadi pada tiap rumah panggung. Untuk ruang keluarga, pertukaran udara minimal adalah 2-3 kali isi ruang/jam, untuk selengkapnya pada tabel berikut :

Tabel 3 : Pertukaran Udara Mininal Dalam Rumah Panggung di Kedungjati.

No	Rumah Dinas	Luas (m2)	Tinggi Plafon (m)	Vol Rg (m3)	Pergantian Udara Min. (m3/dtk)
1	Mantri Polisi	112	4.20	470.4	0.39
2	Kantor Padas	120	4.00	480	0.40
3	Adjun Smg Tmr	214	4.25	888.1	0.74
4	Ktr Pol Hutan Asper	228	4.50	1026	0.85
5	Kedungjati	99	4.00	396	0.33
6	Asper Manggar	80	4.00	320	0.26
7	Asper Padas	99	4.00	396	0.33

Sumber : Analisis Peneliti

Pergerakan udara yang terjadi pada rumah panggung dapat dimanfaatkan untuk pertukaran udara yang masuk dalam ruang. Pertukaran udara dalam bangunan (Boutet, 1987) diketahui dengan menghitung luas lubang bukaan, lubang inlet : lubang outlet dan sistem ventilasi horisontal

Hasil perhitungan dengan rumus Boutet, dapat diketahui pertukaran udara yang terjadi dalam ruang. Untuk lengkapnya pada tabel berikut :

**\* Rumah Dinas Mantri Polisi.**

Tabel 4 : Pertukaran Udara Rmh Mantri Polisi Hutan.

Luas In (m2)	Luas Out (m2)	Rasio	Angin Luar (m/dtk)	Pertukaran Udara Krn Bukaan (m3/dtk)	
				angin tegak lurus thd bukaan	angin miring thd bukaan
9	3	3 :1	0.1	0.2025	0.1012
			0.2	0.405	0.2025
			0.3	0.6075	0.303
			0.4	0.810	0.405
			0.5	1.0125	0.5062

Sumber : Analisis Peneliti

Persyaratan minimal untuk pertukaran udara pada rumah dinas Mantri Polisi adalah 0.39 m3/dtk. Sedangkan pergerakan udara terendah pada ruang luarnya adalah 0.2 m/dtk pada pk. 6.00. Sehingga untuk arah angin yang tegak lurus bukaan telah mencukupi persyaratan tetapi untuk arah angin yang miring terhadap bukaan kurang mencukupi karena hanya dapat dicapai jika aliran udara diluar minimal 0.4 m/dtk. Hal ini disebabkan karena ratio inlet:outlet lebih besar inlet dengan perbandingan 3:1, sehingga kecepatan aliran udara akan berkurang.

**\* Rumah Dinas Kantor Padas**

Tabel 5 : Pertukaran Udara Rmh Dinas Kantor Padas.

Luas Inlet (m2)	Luas Outlet (m2)	Rasio	Angin Luar (m/dtk)	Pertukaran Udara Karena Bukaan (m3/dtk)	
				Arah angin tegak lurus thd bukaan	Arah angin miring thd bukaan
10.25	9.80	1 :1	0.1	0.5125	0.2562
			0.2	1.025	0.5125
			0.3	1.5375	0.7687
			0.4	2.05	1.025

Sumber : Analisis Peneliti

Persyaratan minimal untuk pertukaran udara pada rumah dinas Kantor Padas adalah 0.4 m3/dtk. Sedangkan pergerakan udara terendah pada ruang luarnya adalah 0.3 m/dtk pada pk. 2.00 dan 6.00. Sehingga untuk arah angin yang tegak lurus bukaan dan arah angin yang miring terhadap bukaan telah mencukupi persyaratan. Bahkan untuk yang tegak lurus bukaan mencapai 4x persyaratan dan yang miring terhadap bukaan mencapai 2x persyaratan. Hal ini disebabkan karena ratio inlet dan outlet dengan perbandingan 1 : 1.

**\* Rumah Dinas Adjun**

Tabel 6 : Pertukaran Udara Rmh Adjun Smg Timur.

Luas Inlet (m2)	Luas Outlet (m2)	Rasio	Angin Luar (m/dtk)	Pertukaran Udara Karena Bukaan (m3/dtk)	
				Arah angin tegak lurus thd bukaan	Arah angin miring thd bukaan
13.3	11.7	1 : 1	0.1	0.665	0.3325
			0.2	1.33	0.665
			0.3	1.995	0.9975
			0.4	2.66	1.33

Sumber : Analisis Peneliti

Persyaratan minimal untuk pertukaran udara pada rumah dinas Adjun adalah 0.74 m3/dtk. Sedangkan pergerakan udara terendah pada ruang luarnya adalah 0.4 m/dtk pada pk. 4.00. Sehingga untuk arah angin yang tegak lurus bukaan dan arah angin yang miring terhadap bukaan telah mencukupi persyaratan. Bahkan untuk yang tegak lurus bukaan mencapai 3x persyaratan dan yang miring terhadap bukaan mencapai 2x persyaratan.

**\* Rumah Dinas Kantor Polisi Hutan**

Tabel 7 : Pertukaran Udara Dalam Rumah Dinas Kantor Polisi Hutan.

Luas Inlet (m2)	Luas Outlet (m2)	Rasio	Angin Luar (m/dtk)	Pertukaran Udara Karena Bukaan (m3/dtk)	
				Arah angin tegak lurus thd bukaan	Arah angin miring thd bukaan
11.4	5.13	2 : 1	0.1	0.359	0.1795
			0.2	0.7182	0.3591
			0.3	1.0773	0.5386
			0.4	1.4364	0.7182
			0.5	1.7955	0.8977

Sumber : Analisis Peneliti

Persyaratan minimal untuk pertukaran udara pada rumah dinas Kantor Polisi Hutan adalah 0.85 m<sup>3</sup>/dtk. Sedangkan pergerakan udara terendah pada ruang luarnya adalah 0.3 m/dtk pada pk. 22.00. Sehingga untuk arah angin yang tegak lurus bukaan telah mencukupi persyaratan tetapi untuk arah angin yang miring terhadap bukaan kurang mencukupi karena hanya dapat dicapai jika aliran udara diluar minimal 0.5 m/dtk.

#### \* Rumah Dinas Asper Kedungjati

Tabel 8 : Pertukaran Udara Dalam Rumah Dinas Asper Kedungjati.

Pertukaran Udara Karena Bukaan (m <sup>3</sup> /dtk)					
Luas Inlet (m <sup>2</sup> )	Luas Outlet (m <sup>2</sup> )	Rasio	Angin Luar (m/dtk)	Arah angin tegak lurus thd bukaan	Arah angin miring thd bukaan
6.975	3.36	2 : 1	0.1	0.219	0.109
			0.2	0.439	0.219
			0.3	0.659	0.329
			0.4	0.878	0.429
			0.5	1.098	0.549

Sumber : Analisis Peneliti

Persyaratan minimal untuk pertukaran udara pada rumah dinas Asper Kedungjati adalah 0.33 m<sup>3</sup>/dtk. Sedangkan pergerakan udara terendah pada ruang luarnya adalah 0.3 m/dtk pada pk. 4.00-6.00. Sehingga untuk arah angin yang tegak lurus bukaan dan arah angin yang miring terhadap bukaan telah mencukupi persyaratan.

#### \* Rumah Dinas Asper Manggar

Tabel 9 : Pertukaran Udara Rumah Asper Manggar

Pertukaran Udara Karena Bukaan (m <sup>3</sup> /dtk)					
Luas Inlet (m <sup>2</sup> )	Luas Outlet (m <sup>2</sup> )	Rasio	Angin Luar (m/dtk)	Arah angin tegak lurus thd bukaan	Arah angin miring thd bukaan
7.3	3.5	2 : 1	0.1	0.2299	0.1149
			0.2	0.4599	0.2299
			0.3	0.6898	0.3449
			0.4	0.9198	0.4599
			0.5	1.1497	0.5748

Sumber : Analisis Peneliti

Persyaratan minimal untuk pertukaran udara pada rumah dinas Asper Manggar adalah 0.26 m<sup>3</sup>/dtk. Sedangkan pergerakan udara terendah pada ruang luarnya adalah 0.3 m/dtk pada pk. 4.00-6.00. Sehingga untuk arah angin yang tegak lurus bukaan dan arah angin yang

miring terhadap bukaan telah mencukupi persyaratan. Bahkan untuk yang tegak lurus bukaan mencapai 3x persyaratan.

#### \* Rumah Dinas Asper Padas

Tabel 10 : Pertukaran Udara Dalam Rumah Dinas Asper Padas.

Pertukaran Udara Karena Bukaan (m <sup>3</sup> /dtk)					
Luas Inlet (m <sup>2</sup> )	Luas Outlet (m <sup>2</sup> )	Rasio	Angin Luar (m/dtk)	Arah angin tegak lurus thd bukaan	Arah angin miring thd bukaan
6.975	3.36	2 : 1	0.1	0.219	0.109
			0.2	0.439	0.219
			0.3	0.659	0.329
			0.4	0.878	0.429
			0.5	1.098	0.549

Sumber : Analisis Peneliti

Persyaratan minimal untuk pertukaran udara pada rumah dinas Asper Padas adalah 0.33 m<sup>3</sup>/dtk. Sedangkan pergerakan udara terendah pada ruang luarnya adalah 0.3 m/dtk pada pk. 4.00-8.00. Sehingga untuk arah angin yang tegak lurus bukaan dan arah angin yang miring terhadap bukaan telah mencukupi persyaratan. Bahkan untuk yang tegak lurus bukaan mencapai 2x persyaratan.

#### Kebutuhan Pergerakan Udara Dalam Ruang

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). Menurut Aynsley (Defiana, 2001) 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, 1994).

Di samping pergerakan udara yang dipersyaratkan, distribusi angin merupakan hal yang penting, yang dipengaruhi oleh tipe jendela yang digunakan. Menurut Moore (Defiana, 2001) tipe jendela pada bukaan yang paling efektif dan maksimum untuk memasukkan angin ke dalam bangunan adalah tipe *casement* menghasilkan 90% luasan bukaan efektif. Sedangkan tipe *sash* kecepatan angin akan berkurang sebesar 40% dari luas bukaan efektif.

Kebutuhan pergerakan udara yang dapat digunakan untuk memenuhi kenyamanan termal dapat dihitung berdasarkan Rumus yang dikemukakan Macfarlane (Defiana, 2001).

Tabel 11 : Perhitungan Av persyaratan Bulan Agustus.

Lin	Rumah	Pengukuran di R Dalam				Av	Ket.
		DBT (C)	RH (%)	AV (m/dt)	Av (m/dt)		
A	Mantri Polisi	14.00	32.0	61	0.7	0.41	Memenuhi
	Kantor Padas	14.00	31.8	62	0.8	0.40	Memenuhi
B	Adjun Kantor	14.00	32.5	57	0.6	0.42	Memenuhi
	Polhut	14.00	32.5	58	0.6	0.43	Memenuhi
C	Asper Kdjati	12.00	34.1	52	<b>0.3</b>	<b>0.51</b>	<b>Kurang</b>
		14.00	33.0	59	0.5	0.48	Memenuhi
	Asper Manggar	12.00	34.4	52	<b>0.4</b>	<b>0.54</b>	<b>Kurang</b>
		14.00	33.1	58	0.5	0.48	Memenuhi
Asper	Padas	12.00	34.2	52	<b>0.4</b>	<b>0.52</b>	<b>Kurang</b>
		14.00	33.0	59	0.5	0.48	Memenuhi

Sumber : Analisis Peneliti.

Jika dibandingkan dengan pergerakan udara/angin hasil pengukuran dilapangan, kebutuhan kecepatan angin untuk kenyamanan termal pada musim kemarau Agustus dapat dicapai pada Rumah Dinas Mantri Polisi, Kantor Padas, Adjun dan Kantor Polisi Hutan. Hal ini disebabkan karena kondisi lingkungan disekitar rumah panggung yang sangat berperan dalam pengkondisian termal.

Untuk Rumah Dinas Mantri Polisi dan Kantor Padas, lingkungannya terdiri dari vegetasi yang banyak sehingga dapat menurunkan suhu lingkungan. Pada Rumah Dinas Adjun dan Kantor Polisi Hutan walaupun vegetasinya sedikit, tetapi lingkungannya terdiri dari tanah lapang yang permukaan tanahnya rumput yang juga dapat menurunkan suhu lingkungan (Sangkertadi, 1997).

Untuk rumah dinas Asper Kedungjati, Manggar dan Padas pada suhu maksimal siang hari kurang memenuhi persyaratan minimal untuk kenyamanan termal. Hal ini disebabkan karena kondisi lingkungannya yang berdekatan dengan permukiman penduduk, vegetasinya sedikit, dan permukaan tanahnya ditutup dengan batu dan sedikit rumput. Selain itu, penghuni pada siang hari selalu menutup jendela. Rumah ini

mempunyai 2 type jendela yaitu tipe *sash* dan tipe *casement*. Untuk tipe *sash* terdapat pada ruang tamu, dan tipe *casement* pada ruang dalam dan ruang tidur. Jendela tipe *casement* terdiri dari jendela krepnyak (sisi luar) dan jendela kaca (sisi dalam) sehingga pada siang hari jendela krepnyak dibuka tapi jendela kaca tertutup atau terbuka sedikit.

Tabel 12 : Perhitungan Av persyaratan Bulan Maret.

Lin	Rumah	Pengukuran di R Dalam				Av	Ket.
		DBT (C)	RH (%)	AV (m/dt)	Av (m/dt)		
A	Mantri Polisi	14.00	31.2	60	0.9	0.41	Memenuhi
	Kantor Padas	14.00	31.0	60	1.1	0.40	Memenuhi
B	Adjun Kantor	14.00	31.6	59	0.9	0.42	Memenuhi
	Polhut	14.00	31.4	57	1.2	0.43	Memenuhi
C	Asper Kdjati	14.00	31.9	58	0.8	0.51	Memenuhi
	Asper Manggar	14.00	32.0	58	0.8	0.54	Memenuhi
	Asper Padas	14.00	31.6	58	0.7	0.52	Memenuhi
		14.00	31.6	58	0.7	0.52	Memenuhi

Sumber : Analisis Peneliti.

Jika dibandingkan dengan pergerakan udara / angin hasil pengukuran dilapangan, kebutuhan kecepatan angin untuk kenyamanan termal pada musim penghujan Maret, dapat dicapai pada semua rumah panggung. Hal ini disebabkan karena kondisi suhu lingkungan disekitar rumah panggung yang sangat berperan dalam pengkondisian termal. Suhu relatif lebih rendah dibanding pada saat musim kemarau.

## KESIMPULAN

Rumah kayu panggung yang merupakan rumah dinas Perhutani di Kedungjati Purwodadi sangat respon terhadap iklim tropis karena berusaha untuk menyasati iklim lingkungan dengan pengangkatan lantai untuk mengurangi kelembaban yang tinggi dari permukaan tanah. Menggunakan bahan bangunan kayu yang disediakan oleh alam dan sistem ventilasi untuk pergantian udara dan mengusir panas dalam bangunan.

Jumlah aliran udara yang terjadi didalam ruangan besarnya tergantung dari luas lubang bukaan, arah angin, dan kecepatan angin. Kecepatan aliran udara menjadi lebih besar bila

lubang masuk udara (*inlet*) lebih kecil dibandingkan lubang keluar (*outlet*). Ventilasi silang dapat terwujud apabila terdapat lubang masuk (*inlet*) dan lubang keluar (*outlet*). Dimensi bukaan jendela adalah 20% x luas dinding sudah mencukupi persyaratan minimal.

Dari ke-7 rumah panggung yang diteliti semuanya memiliki luas bukaan yang memenuhi Persyaratan minimal untuk pertukaran udara pada rumah. Hal ini disebabkan karena banyaknya lubang bukaan (*inlet* maupun *outlet*) dengan ratio *inlet* : *outlet* berkisar 1:1 sampai 2:1.

Dalam analisis kecepatan angin untuk kenyamanan pada siang hari (suhu maksimum dan kelembaban minimum), pada musim kemarau bulan Agustus, 4 rumah memenuhi persyaratan kenyamanan, sedangkan 3 rumah Asper kurang memenuhi persyaratan. Hal ini disebabkan suhu lingkungan dari rumah Asper (berada di tengah permukiman penduduk) yang tinggi berkisar 34.1-34.4°C dengan kelembaban relatif yang rendah 52%. Untuk musim penghujan bulan Maret semua rumah panggung memenuhi persyaratan dalam kenyamanan pergerakan udara. Hal ini disebabkan suhu lingkungan yang cenderung turun dibanding musim kemarau karena banyaknya turun hujan, sehingga lingkungan rumah Asper suhu maksimum siang hari berada pada 31.6-32°C.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amos Rapoport, 1969, House Form and Culture, London : Prentice Hall Inc.
- Boutet, S. Terry, 1987, Controlling Air Movement, New York : McGraw Hill Book Company.
- 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*, Diponegoro University Press, Semarang.
- Fry, Maxwell and Drew, Jane, 1956, Tropical Architecture in The Humid Zone, Reinhold Publishing, New York.
- Georg Lippmeier, 1994, Bangunan Tropis (terjemahan), Jakarta : Penerbit Erlangga
- Heinz Frick, 1998, Dasar-dasar Eko Arsitektur, Yogyakarta : Kanisius.
- Ken Yeang, 1987, Tropical Urban Regionalism – Building in a South East Asian City, Singapura : Concept Media Pte Ltd
- Mangun wijaya, 1981, Pengantar Fisika Bangunan, Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama
- Robert Powell, 1989, Ken Yeang - Rethinking the Environmental Filter, Singapore : Landmark Books PTE LTD
- Sangkertadi, 1997, An Analyze of Open Space Termal Environment, Proseding Seminar Universitas Merdeka, Malang.
- S V Szokolay, 1980, Environmental Science Handbook, London : The Contruction Press.