

EFEKTIFITAS VOID PADA PENGUDARAAN SILANG UNTUK KENYAMANAN DI DALAM RUANG

Luqmanul Hakim¹, Andi Gunawan², Bambang Sulistyantara³

hkeem_mn@yahoo.com, andigunawan.arlipb@yahoo.com.id, bbsulistyantara@yahoo.com.id

ABSTRAK. Kenyamanan di sebuah tempat merupakan dambaan semua orang dalam melakukan segala macam aktivitasnya, sehingga semua faktor yang mendukung kenyamanan beraktifitas akan diusahakan untuk dipenuhi, seperti ruang gerak yang cukup, fasilitas yang memadai, penerangan yang cukup, pengudaraan yang nyaman, keamanan, keindahan, harga diri dan lain sebagainya.

Yang menjadi perhatian dalam penelitian ini adalah bagaimana kenyamanan itu bisa dicapai dengan cara yang alami, yaitu dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tak terbatas, yaitu angin. Angin sebagai faktor alam dan faktor void(bukaan vertikal) pada ruang dalam sebagai faktor desain fisik yang akan dicari korelasinya. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen(percobaan), yaitu dengan membuat 2(dua) ruang dengan luas yang sama tetapi dengan perlakuan yang berbeda, yaitu ruang (a) dengan void dan ruang (b) tanpa void.

Dengan penelitian ini, diharapkan mampu memberikan solusi desain void yang mampu memberikan faktor kenyamanan terutama pada pengudaraan didalam ruang dengan meminimalkan penggunaan energi buatan seperti listrik dan memaksimalkan penggunaan sumber daya alam angin

Kata kunci: kenyamanan, sumber daya alami, angin, void

ABSTRACT. A comfort in a place is an everyone need in doing some activities, thus all supported factors could be fulfilled appropriately, such as a proper mobilization space, sufficient facilities, an adequate lighting, comfort air conditioning, safety, aesthetic, self conception and many more.

There should be underlined in this research, that comfort could be achieved naturally, for example by using unlimited natural resources such as sun and wind. Wind as a natural factor and void factor in the interior as a physical design factor could be looked for the correlation between both of them. This research will be completed by using experimental method, which will deliver two rooms with the same size but using different treatment, room A will use void and room B without void.

By completing this research, hopefully could deliver an alternative solution of void design which could provide a comfort factor particularly for air conditioning within rooms by minimalizing the using of artificial energy such as electricity and maximalizing the using of natural sources of wind.

Keywords: comfort, natural resources, wind, void

¹ Dosen Jurusan Arsitektur Universitas Muhammadiyah Jakarta, Mahasiswa S2 Arsitektur Lanskap Institut Pertanian Bogor

² Dosen Program Studi Arsitektur Lanskap Institut Pertanian Bogor

³ Dosen Program Studi Arsitektur Lanskap Institut Pertanian Bogor

PENDAHULUAN

Pengudaraan silang (*cross ventilation*) adalah satu-satunya cara alami yang efisien untuk meningkatkan kenyamanan di dalam ruang, sehingga di dalam perencanaan bangunan, khususnya hunian (rumah) memaksimalkan fungsi, unsur-unsur pembentuk ruang dan unsur alam untuk meningkatkan kualitas dan kenyamanan ruang, adalah hal yang paling utama.

Permasalahan kenyamanan dalam ruang (*interior*) ini, akan sering kita jumpai pada rumah sederhana, karena biasanya rumah sederhana mempunyai lahan yang terbatas tetapi kebutuhan akan ruang tetap bertambah, sehingga permasalahan selalu muncul ketika harus dikembangkan secara vertikal atau bertingkat untuk memenuhi meningkatnya kebutuhan ruang, karena tidak mungkin dikembangkan secara horisontal.

Kenyamanan sebuah ruang harus dikaitkan dengan memaksimalkan kualitas ruang seperti bukaan untuk pemandangan, pencahayaan pada penutup dinding seperti yang dinyatakan (Ching, 2000) bahwa bukaan-bukaan dalam penutup ruang yang merupakan faktor utama dalam menentukan kualitas suatu ruangan. Bukaan pada lantai bagian atas yang merupakan bagian dari ruang dibawahnya dan merupakan daerah-daerah yang dianggap negatif atau daerah kosong *open to below (void)* untuk mendapatkan pencahayaan dari atas, dapat dipandang sebagai wujud-wujud positif yang membentuk keberadaan daerah ruang di bawah bukaan-bukaannya (Ching, 2000), merupakan salah satu cara meningkatkan kualitas ruang secara alami.

Selain itu, kenyamanan ruang dalam juga dipengaruhi oleh iklim mikro atau iklim sekitar bangunan yang disebut dengan kenyamanan termal yaitu kondisi pemikiran yang mengekspresikan kepuasan atas lingkungan termalnya (Lechner, 2007). Pemahaman tentang lingkungan hidup dan cara memanfaatkan sumber daya alami yang tak terbatas seperti angin, curah hujan dan cahaya matahari dengan optimal merupakan paradigma masa depan yang harus kita utamakan dalam mencapai kenyamanan termal yang tentunya sangat mempengaruhi kenyamanan dalam ruang. Elemen-elemen iklim yang mempengaruhi tingkat kenyamanan didalam sebuah ruangan tertutup atau bangunan (Lippsmeier, 1994), antara lain : temperatur udara, kelembaban udara, radiasi matahari, kecepatan gerakan udara, tingkat

pencahayaan dan distribusi cahaya pada dinding pandangan.

Pengetahuan tentang arsitektur ekologis, terutama yang berkaitan dengan perencanaan dan perancangan arsitektur rumah tinggal sederhana, sangat membutuhkan perhatian yang lebih, karena disini bertemunya dua kepentingan yang sama-sama mendasar yaitu kebutuhan ruang dan kenyamanan termal yang berkaitan erat dengan kenyamanan penghuni rumah tinggal tersebut.

Kenyamanan rumah tinggal sederhana dipengaruhi oleh banyak faktor seperti tata ruang dalam, elemen vegetasi, elemen environment, pengetahuan tentang teknologi bahan bangunan ramah lingkungan, kebersihan, keamanan, ketersediaan dan elemen bukaan ventilasi udara.

PENGERTIAN EKOLOGI

Hubungan manusia dengan lingkungannya adalah hal yang tidak dapat dipisahkan, yang artinya kita sedang membicarakan tentang ekologi. Istilah ekologi pertama kali diperkenalkan Ernst Haeckel tahun 1869 sebagai ilmu interaksi antara segala jenis makhluk hidup dan lingkungannya. Berasal dari bahasa Yunani, *oikos* yang artinya rumah tangga atau tempat tinggal dan *logos* yang artinya ilmu. Sehingga ekologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dan lingkungannya (Frick, 1998).

Atas dasar pengetahuan ekologi tersebut, maka arsitektur dikembangkan supaya selaras dengan alam dan kepentingan manusia sebagai penghuninya. Tetapi sejalan dengan kemajuan jaman, sedikit demi sedikit ilmu ekologi mulai terabaikan diabad ke 8 dimana revolusi industri dimulai. Dan setelah kerusakan alam yang mengawatirkan serta efek negatif yang mulai dirasakan, maka mulailah arsitek bangunan dituntut kembali untuk mengimbangi karyanya dengan keseimbangan alam sekitarnya. Hal ini terbukti dengan banyaknya bermunculan faham-faham ekologi seperti *antroposentris*, *biosentris* di pertengahan abad 20 dan *ekosentris* di era 1970 an (Keraf, 2002), *ekofeminisme* (Shiva, 1997; lfe, 1995; Desjardin, 1993) dan konsep-konsep hijau, seperti *Green Response* (lfe, 1995).

KENYAMANAN TERMAL (*COMFORT*)

Kenyamanan (*comfort*), dalam hal ini adalah kenyamanan didalam ruang sebuah bangunan, adalah hal yang ingin dicapai arsitek dalam sebuah perencanaan dan perancangan arsitektur. Sedangkan kenyamanan termal adalah kondisi pemikiran yang mengekspresikan kepuasan atas lingkungan termalnya (Lechner, 2000). Beberapa faktor iklim yang sangat mempengaruhi *kenyamanan kita adalah*;

- a. Pergerakan (kecepatan) udara,
- b. Suhu Udara,
- c. Kelembaban Udara dan
- d. Radiasi (Departemen Pekerjaan Umum 1994). Didalam buku Heating, cooling, Lighting metode desain untuk Arsitektur (Lechner, 2007), dalam poin (d) ini menyebutnya dengan (MRT) Mean Radiant Temperature. MRT adalah sudut radiasi yang diterima oleh badan manusia,
- e. Prepitasi hujan atau curah salju, merupakan elemen kenyamanan Termal menurut; (Snyder dan Catanese, 1984).

Pada kenyataan, tubuh orang yang sehat menghembuskan 0,6 cubic feet *Carbon Dioksida* (CO₂) setiap jamnya.

KECEPATAN ALIRAN UDARA

Kecepatan aliran udara mempengaruhi kenyamanan, karena hilangnya panas akan lebih cepat dengan cara konveksi maupun penguapan. Kecepatan aliran udara ini sangat menguntungkan dan merupakan aset yang harus dimanfaatkan untuk daerah-daerah tropis seperti di Indonesia.

Kecepatan angin yang nyaman berkisar antara $\pm 0,6$ mph s.d. ± 2 mph, dengan kisaran ini pergerakan udara sedikit terlihat. Sedangkan kecepatan angin diatas ± 2 mph biasanya kurang nyaman dan mengganggu, seperti kertas di dalam ruang terbang tertiuip angin kemana-mana (Lechner, 2007).

Pola pergerakan udara, terjadi karena adanya pemanasan udara yang berbeda-beda. Sifat aliran udara, semakin kasar permukaan yang dilalui, semakin tebal lapisan udara yang tertinggal didasar dan menghasilkan perubahan pada arah serta kecepatannya. Dengan demikian bentuk topografi yang berbukit, vegetasi dan tentunya bangunan dapat menghambat atau membelokkan gerakan udara. Gerakan udara dapat mempengaruhi kondisi iklim, gerakan udara

menimbulkan pelepasan panas dari permukaan kulit oleh proses penguapan. Semakin cepat kecepatan udara, semakin besar panas yang hilang, sedangkan kecepatan aliran udara ditentukan oleh besarnya perbedaan suhu antar elemen permukaan bumi. Seperti antara laut dan darat atau daerah teduh bayangan dan panas.

Tetapi ini hanya terjadi selama temperatur udara lebih rendah dari temperatur kulit. Pendinginan melalui pengudaraan hanya dapat dilakukan bila temperatur udara lebih rendah daripada temperatur kulit dengan suhu 35°C - 36°C.

Metode pengudaraan untuk memperbaiki iklim ruangan hanya dapat dilakukan di daerah tropis lembab, karena di daerah ini temperatur udara tidak pernah melebihi temperatur kulit.

Pengaliran udara alami sebaiknya dioptimalkan pada ruangan yang sering digunakan dalam jangka waktu yang lama dan dialirkan pada ketinggian ruang aktifias. Angin harus berhembus melalui daerah yang berada dalam bayangan sebelum mencapai bangunan, jangan melalui permukaan yang panas.

Pengudaraan ruangan yang baik, angin mengalir dalam ruangan secara kontinyu akan mempersejuk iklim ruangan tersebut. Ventilasi silang (*Cross Ventilation*) merupakan faktor yang sangat penting bagi kenyamanan ruangan, karena itu untuk daerah tropis basah, posisi bangunan yang melintang terhadap arah angin sangat baik. Jenis, posisi dan ukuran lubang jendela pada sisi atas dan bawah bangunan dapat meningkatkan efek ventilasi silang.

SUHU UDARA

Suhu Udara menentukan kecepatan panas yang akan hilang yang sebagian besar dengan cara konveksi (pengembunan). Suhu udara yang melebihi 98,6° F atau 37° C aliran udara akan berbalik dan badan akan mendapatkan panas dari Udara. Suhu udara di permukaan bumi berbeda-beda dan semuanya berawal dari radiasi Matahari terutama di siang hari.

Suhu udara juga mempengaruhi tekanan pada udara tersebut, sehingga semakin besar perbedaan suhu, maka semakin besar pula pengaruhnya terhadap Iklim *mikro*, terutama pada aliran angin, karena udara akan mengalir dari tempat yang suhunya lebih rendah

(tekanan tinggi) menuju ke tempat yang lebih panas (tekanan udaranya rendah).

Perbedaan suhu udara di permukaan bumi dipengaruhi oleh beberapa faktor;

- a. Kapasitas panas zat yang berbeda, air adalah suatu zat yang mempunyai kapasitas panas yang besar. Sebagai contoh, 1 Ft³ air mempunyai kapasitas panas yang sama dengan 3 Ft³ beton atau 1 Ft³ air mempunyai kapasitas panas (mampu menyimpan atau memindahkan panas) sama dengan 3 Ft³ beton (Lechner, 2007).
- b. Perbedaan ketinggian kontur permukaan bumi, semakin curam atau tinggi perbedaan permukaan bumi, maka semakin besar pula perbedaan suhunya. Setiap daratan naik vertikal 303 m, maka suhu turun rata-rata sebanyak 3,6 °F / -15 °C (Lechner, 2007).
- c. Daerah bayangan Matahari, daerah yang tidak terkena radiasi matahari karena terhalang oleh awan, bayangan gunung, bangunan tinggi dan pohon tentu saja suhunya akan lebih rendah.
- d. Permukaan material, juga mempengaruhi suhu udara.

KELEMBABAN UDARA

Udara yang kering atau yang mempunyai kelembaban relatif *Relatif Humidity* (RH) rendah, akan cepat menyerap penguapan air keringat dari kulit dan akhirnya mempunyai efek menyejukkan badan.

Kelembaban yang terendah sebaiknya diatas 20%, dibawah 60% pada musim panas dan dibawah 80% pada musim dingin. Angka-angka ini bukan ketetapan yang pasti, tetapi akan menimbulkan keluhan pada saluran pernafasan, mulut, mata dan kulit kering. Sedangkan kelembaban terlalu tinggi, akan memperlambat proses penguapan dan mendukung pembentukan uap air (keringat) yang menyebabkan rasa tidak nyaman. Selain itu kelembaban yang terlalu tinggi akan merangsang tumbuhnya jamur.

MEAN RADIANT TEMPERATURE (MRT)

Sudut radiasi juga menjadi pertimbangan kenyamanan karena sudut radiasi juga mempengaruhi intensitas radiasi yang diterima tubuh. Hukum *Cosine* mengatakan jumlah radiasi yang diterima oleh suatu permukaan akan berkurang seiring dengan penambahan sudut normal.

Radiasi matahari, radiasi matahari adalah penyebab semua ciri umum iklim dan radiasi matahari sangat berpengaruh terhadap kehidupan manusia. Intensitas cahaya matahari dan pantulan cahaya matahari yang kuat merupakan gejala dari iklim tropis. Energi radiasi matahari tertinggi akan terjadi jika sampai di permukaan bumi tegak lurus. Orientasi bangunan, bentuk denah yang terlindung dari sinar matahari langsung dan memiliki fasade yang tegak lurus terhadap arah pergerakan angin adalah titik utama dalam peningkatan mutu iklim mikro (Lippsmeier, 1997). Dengan menempatkan bangunan secara tepat terhadap arah matahari dan angin, serta bentuk denah dan konstruksi serta pemilihan bahan yang sesuai, maka temperatur ruangan dapat diturunkan beberapa derajat tanpa bantuan peralatan mekanis. Panas tertinggi dicapai kira – kira 2 jam setelah tengah hari, karena itu penambahan panas terbesar terdapat pada fasade barat bangunan. Di daerah tropis, fasade timur dan barat paling banyak terkena radiasi matahari. Kaitannya dengan radiasi matahari, penyerapan dan pemantulan panas pada bahan sebuah bangunan mempunyai efek terhadap perbedaan temperatur ruang dalam. Ruangan yang hanya dipakai pada siang hari sebisa mungkin mempertahankan dingin yang diserap pada malam hari oleh dinding dan atap.

PRESIPITASI HUJAN

Kadar kelembaban udara juga tergantung pada curah hujan dan suhu udara, semakin tinggi suhu udara semakin tinggi pula kemampuan menyerap air. Pulau Jawa pada prinsipnya dibagi dua iklim musim. Bagian barat memiliki iklim musim lembab yang menerima hujan antara 1.770 mm / tahun (Jakarta) – 3.749 mm / tahun (Bogor). Bagian timur memiliki iklim sabana tropis dengan curah hujan antara 1.650 mm / tahun (Surabaya) – 1.896 mm / tahun (Jember). Banyaknya air hujan yang mengenai atap rata – rata adalah 0,6 – 1,6 mm / m².

PRINSIP PERANCANGAN BANGUNAN EKOLOGIS

Perencanaan bangunan yang memenuhi kaidah ekologis berarti adanya pemanfaatan prinsip-prinsip ekologis pada perencanaan bangunan beserta lingkungan buatan. Terdapat kaitan dalam penyusunan pola perencanaan bangunan dengan kondisi alam setempat.

Prinsip perencanaan yang dapat diterapkan :

- a. Perhatian pada lingkungan setempat sebagai upaya pembangunan yang hemat energi :
 - 1) Penggunaan tumbuhan dan air sebagai pengatur iklim,
 - 2) Orientasi terhadap sinar matahari dan angin,
 - 3) Penyesuaian pada perubahan suhu siang dan malam,
 - 4) Tempat kerja dan pemukiman dekat,
- b. Substitusi sumber energi yang tidak dapat diperbaharui,
- c. Penggunaan bahan bangunan yang dapat dibudidayakan dan hemat energi,
- d. Pembentukan daur yang utuh di antara penyediaan dan penggunaan bahan bangunan, energi dan air,
- e. Penggunaan teknologi tepat guna,
 - 1) Produksi yang sesuai dengan teknologi pertukangan,
 - 2) Mudah dirawat dan dipelihara atau dapat dibuat sendiri,
 - 3) Memanfaatkan atau menggunakan kembali bahan bangunan bekas pakai,
 - 4) Teknologi yang berbasis energi yang dapat diperbaharui (*life cycle energy*) kurang membebani lingkungan alam.

STRUKTUR DAN TEKNOLOGI BANGUNAN

Dalam hal ini, hubungan antara struktur lingkungan dan struktur bangunan merupakan satu kasatuan yang tidak dapat dipisahkan, terutama pada unsur-unsur bangunan yang berkaitan dengan pengudaraan. Perhatian pada pengudaraan bangunan berarti membuat bukaan berupa jendela dan ventilasi udara.

Hal-hal yang berkaitan dengan kualitas struktur bangunan arsitektur tropis:

- a. Struktur fungsional,
- b. Struktur lingkungan,
- c. Struktur bangunan,
- d. Struktur bentuk,
Penilaian kualitas struktur didasarkan atas :
 - 1) Keseluruhan struktur fungsional, lingkungan, bangunan dan bentuk,
 - 2) *Integralistik* dengan alam iklim sekitar (iklim *mikro*),
 - 3) Kesenambungan (*sustainability*) pada struktur dan teknologi.
- e. Dinding,
- f. Atap, atap adalah bagian bangunan yang paling banyak menerima cahaya matahari, dan merupakan bagian yang paling bertanggung jawab terhadap kenyamanan ruangan. Atap harus mendapat perhatian seperti penggunaan bahan dan konstruksi peredam suara, untuk melindungi gangguan ketika hujan turun. Untuk

menghindari kerusakan akibat angin badai, maka sebaiknya kemiringan atap lebih dari 30°, karena kemiringan di bawah 30° akan memperbesar daya hisap angin (Lechner 2007). Tetapi untuk daerah tropis seperti di Indonesia, maka dengan mempertimbangkan unsur teknis dan cuaca maka kemiringan atap dianjurkan tidak lebih dari 30° sampai 35°.

Efek *Bernoulli*, yaitu ketika kecepatan udara meningkat maka, tekanan statiknya menurun. Pada kemiringan atap yang agak landai, tekanan udara akan negatif (-) sehingga mempunyai efek mengangkat atap seperti sayap pesawat terbang. Kemiringan atap juga berperan untuk mempercepat pengaliran air sebelum merembes ke dalam bahan bangunan.

Efek cerobong juga sangat efektif untuk membuang panas terutama panas yang ditimbulkan oleh radiasi matahari keatap yang nantinya akan menyebabkan panas kedalam ruang yang ada dibawahnya.

- g. Bukaan bisa berupa bukaan pada dinding atau bukaan pada atap, plafon dan lantai (*void*). Bukaan pada dinding yang berupa jendela umumnya lebih besar karena berfungsi selain untuk pengudaraan pada saat beraktivitas juga sebagai sarana untuk pemandangan atau *view* (Ching 2000). Sedangkan bukaan di dinding yang berupa ventilasi mempunyai ukuran yang lebih kecil dan biasanya berada di bagian atas dinding, mempunyai fungsi hanya untuk saluran udara saja.

Void adalah bukaan pada bagian lantai atas yang merupakan bagian dari ruang bawah merupakan unsur pada ruang yang juga sangat baik untuk *view*, pencahayaan dan pengudaraan dari atas (Ching 2000). Dalam penelitian terdahulu mengenai pengudaraan silang (*cross ventilation*) oleh (Hakim 2008) keberadaan *void* dalam sebuah ruang dapat menurunkan suhu udara.

ELEMEN VEGETASI DI LUAR BANGUNAN

Pengaturan *vegetasi* (tanaman) yang tepat pada site secara positif akan mempengaruhi iklim mikro. Sebaliknya pengaturan yang tidak terencana akan dapat mengurangi sirkulasi udara yang diinginkannya atau membelokkannya ke atas bangunan. Banyaknya unsur vegetasi di suatu lokasi akan meningkatkan produksi oksigen yang menguntungkan bagi kesehatan manusia,

mengurangi pencemaran udara, serta meningkatkan kualitas iklim mikro (*Ameliorasi*). Didaerah beriklim tropis lembab penggunaan tanaman lebih ditujukan untuk mengarahkan pergerakan udara. Penataan tanaman yang baik mempunyai pengaruh terhadap :

- a. arah pergerakan dan kekuatan angin,
 - b. kuantitas dan kualitas air tanah air dalam dan permukaan,
 - c. penurunan iklim mikro karena (radiasi matahari diserap untuk *fotosintesis*),
 - d. pendinginan pasif dengan bayangan,
- Tanaman mempunyai tiga macam kegunaan :

- a. Elemen Struktural
 - 1) Menciptakan ruang dengan membentuk elemen dinding.
 - 2) Mengatur dan mengarahkan pandangan, menutup pandangan yang tidak diinginkan, menonjolkan objek tertentu dan membuat view berangkai.
 - 3) Memisahkan jenis pergerakan.
 - 4) Mengarahkan aliran angin, mengatur gerakan udara dan arah angin dengan penataan pepohonan.
- b. Elemen *Environment*
 - 1) berfungsi mengatur kualitas udara, kualitas air mencegah terjadinya erosi dan mengatur iklim.
 - 2) Menyaring atau menyerap debu, terutama berguna untuk daerah tropis kering, dalam jarak 3 km dari sumber

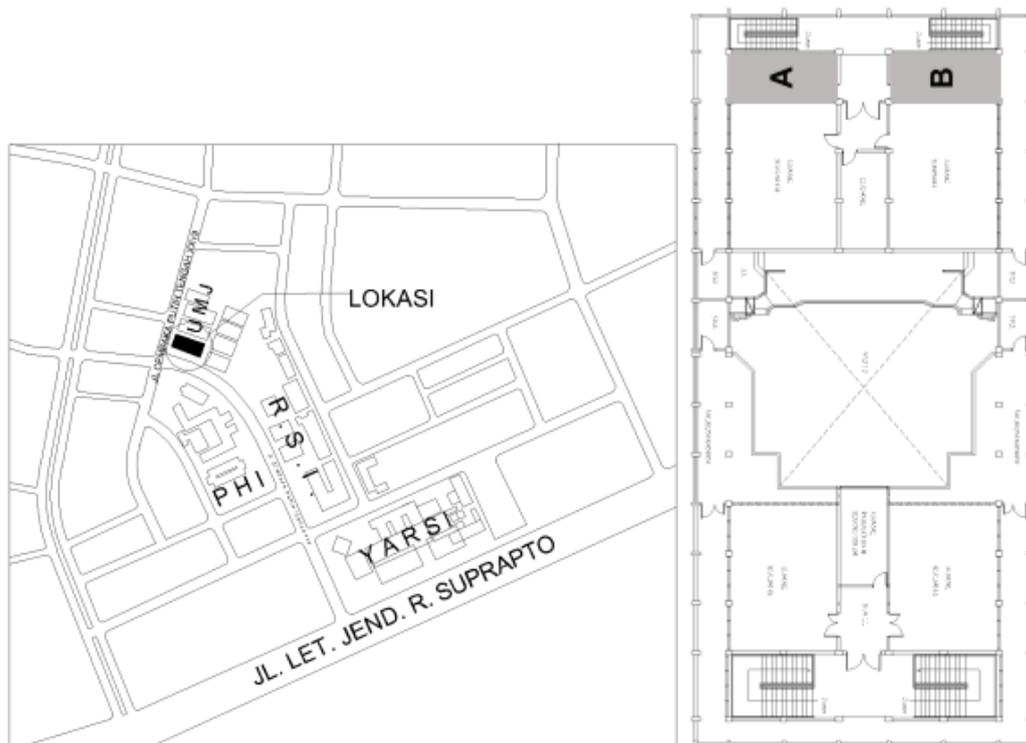
debu, lebih dari 75% dapat disaring oleh vegetasi yang lebat.

- 3) Mencegah erosi, tenaga perusak dari air hujan pada tanah yang miring dapat dikurangi.
 - 4) Mengurangi panas, berfungsi sebagai peneduh dan pendingin dari sinar matahari langsung.
- c. Elemen Visual
 - 1) Dipakai sebagai *selling point* ataupun *point of view* dan juga sebagai elemen pengikat ruangan.
 - 2) Menghindari silau, berfungsi mengurangi pantulan sinar matahari oleh bidang tanah atau bangunan. Pada daerah lembab berfungsi mengurangi tingginya kelembaban udara.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kota Jakarta pusat, (Gambar 1), tepatnya di ruang (a) dan (b) dengan posisi yang berhadapan, gedung A lantai 3(tiga) Universitas Muhammadiyah Jakarta, jalan Cempaka Putih Tengah XXVII Jakarta Pusat 10510. Penelitian ini membutuhkan cuaca yang cerah, maka rentang waktu pelaksanaan penelitian dilakukan sejak bulan April 2014 hingga Mei 2015.



Gambar 1 Lokasi penelitian dan Gedung Utama
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2015)

Alat, Bahan, dan Data

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat yang berhubungan dengan kecepatan angin yaitu anemometer merk Krisbow tipe KW06-564, *software excell* pengolah angka untuk mengkalkulasikan hasil yang diperoleh, dan peralatan penunjang lain

seperti kamera dan alat tulis. Bahan yang digunakan antara lain bangunan dengan 2 (dua) buah ruang (A) dan (B) berukuran 3m x 6,7m dan gambar denah ruangnya serta dokumen terkait. Data yang digunakan berupa data kuantitatif yaitu berupa data kecepatan aliran angin.



Gambar 2. Anemometer (kiri) dan Ruang Eksperimen (kanan)
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2015)

METODE ANALISA

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan lebih kepada pembuktian dengan eksperimen atau percobaan terhadap dugaan korelasi antara bukaan vertikal (*void*) dengan kecepatan aliran angin. Secara sistematis tahapan penelitian bisa dilihat pada gambar 3 diagram tahapan penelitian.

Rancangan percobaan

- Observasi.** Data yang diambil adalah data yang nantinya akan diaplikasikan pada kasus rumah tipe sederhana kopel yang akan direncanakan lubang bukaan vertikal(*void*) atau rencana pengembangan rumah sederhana di kompleks perumahan yang mempunyai kasus sama yaitu tidak mempunyai orientasi pengudaraan ke arah kanan dan kiri dan hanya mempunyai sedikit kemungkinan pengudaraan di bagian belakang. Data kwantitatif yang akan diambil adalah data kecepatan angin.
- Penentuan titik lokasi alat.** Pengambilan data kecepatan angin dilakukan dengan meletakkan alat anemometer di pintu masuk dengan ketinggian 50 cm dari lantai (gambar 4 dan 5).
- Titik lokasi void** dibuat di lokasi ruang (B) (gambar 4) pada bagian belakang dengan

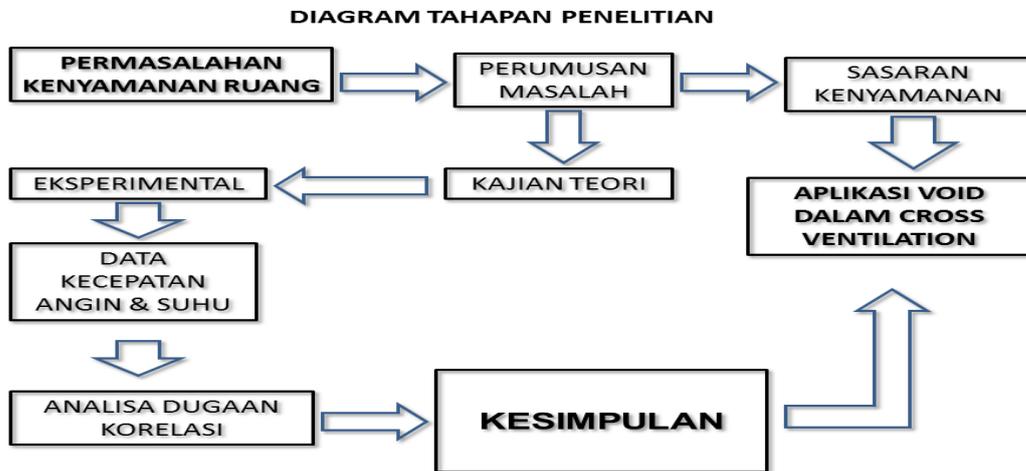
ukuran 80cm x 70cm, lokasi dan luas bukaan akan mewakili posisi pada void bagian belakang dalam kemungkinan minimal desain pada perumahan sederhana.

- Pengondisian** ruang percobaan, adalah dengan menutup semua lobang ventilasi udara dan celah udara yang memungkinkan terjadi keluar masuknya udara atau kebocoran sirkulasi yang tidak diinginkan, kecuali pintu utama dengan pintu dibuka selebar ± 40 cm untuk membuat konsentrasi angin agar lebih terpusat (gambar 7).
- Waktu Pelaksanaan.** Data kecepatan angin diambil minimal 2 kali yaitu akan dipilih hari yang paling signifikan kecerahannya. Setiap sampel diambil minimal 3 kali dengan interval 5 s.d. 15 menit untuk mendapatkan rata-rata dalam 1 waktu. Pengambilan data dalam 1 hari akan dilakukan pada puncak suhu udara yaitu dimulai jam 12.00 sampai dengan jam 14.00 Wib. Bangunan gedung akan menerima panas maksimum 2(dua) jam setelah waktu panas puncak jam 12.00 wib, yang berarti jam 14.00 wib. Percobaan ini dilakukan pada waktu tersebut, karena pada waktu itulah ruangan mulai terasa kurang kenyamanannya, sehingga peranan angin sebagai salah satu faktor yang

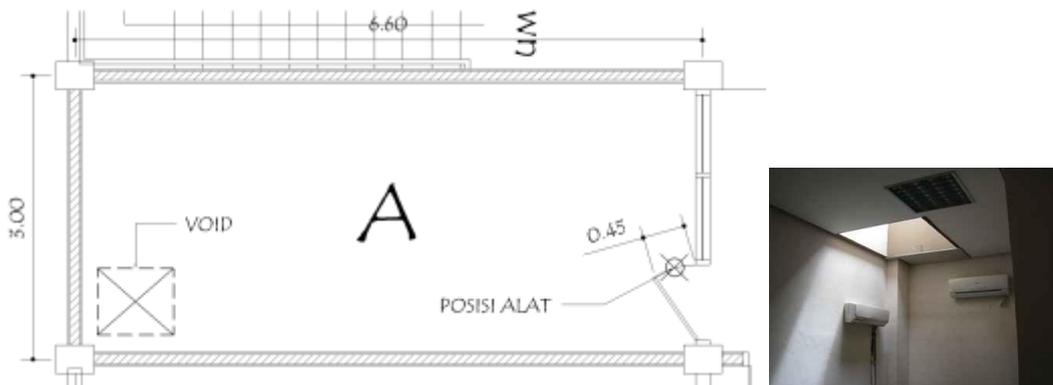
berperan dalam kenyamanan termal sangat dibutuhkan.

- f. **Eksperimen.** Data kecepatan angin yang diambil, berdasarkan pada percobaan yang dilakukan dengan

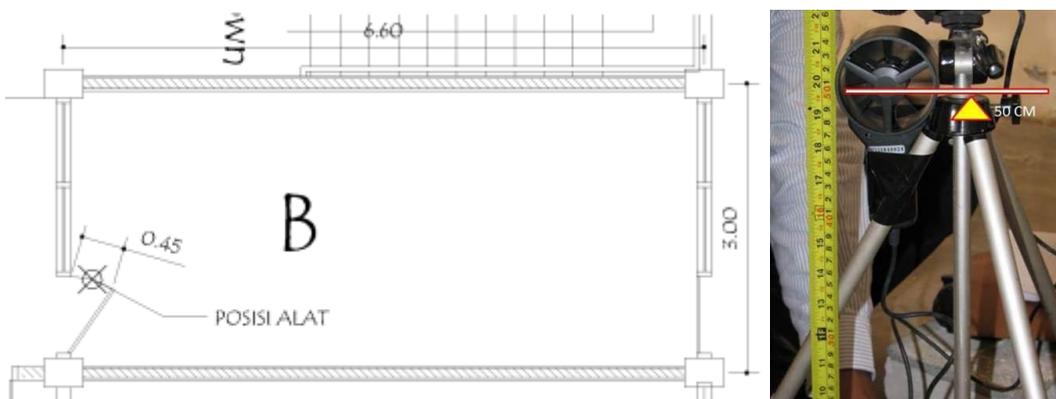
mengombinasikan variabel fisik bangunan yang berupa *void*, yaitu ruangan dengan bukaan *void* (A) dan ruangan yang tertutup (B) (tanpa *void*) terhadap kecepatan angin.



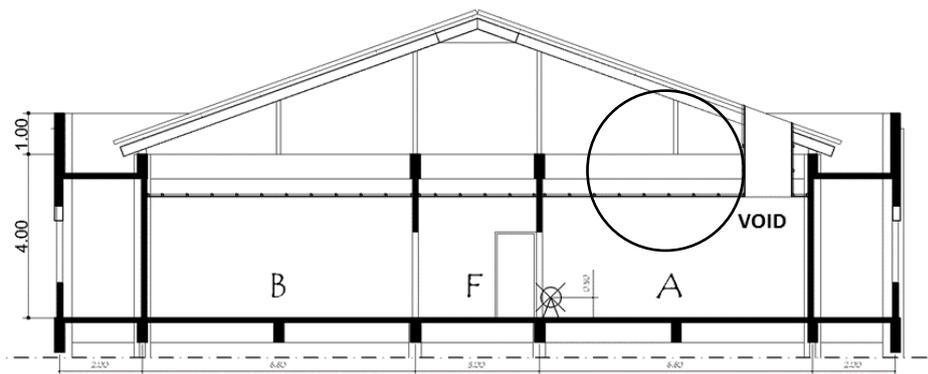
Gambar 3. Diagram Tahapan Penelitian
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2015)



Gambar 4. Denah ruang A (kiri) dan Foto Void (kanan)
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2015)



Gambar 5. Denah ruang B (kiri) dan Foto alat ukur (kanan)
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2015)



POTONGAN MELINTANG RUANG EKSPERIMEN

Gambar 6. Potongan Ruang Eksperimen
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2015)



Gambar 7. Lebar Bukaannya Pintu Ruang Eksperimen
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2015)

Analisa

Hasil data dari setiap kombinasi (A dan B), akan dilihat kecenderungannya dalam grafik, sehingga bisa ditarik sebuah kesimpulan tentang hubungan antara bukaan vertikal (*void*), terhadap kecepatan angin pada pengudaraan silang (*cross ventilation*).

Studi Literatur : Studi literatur yang dilakukan adalah tentang hukum termodinamika, fisika lingkungan yaitu tentang fenomena alam yang mempengaruhi iklim mikro atau mikroklimatologi dan isu *Green Architecture* (arsitektur hijau).

PEMBAHASAN

Permasalahan yang sangat mendasar bagi manusia adalah bertambahnya kebutuhan ruang yang mengakibatkan bertambahnya jumlah penghuni atau bertambahnya jumlah dan macam aktifitas di dalam sebuah unit rumah tinggal. Pertambahan ini tentu akan mengurangi ruang sirkulasi udara yang nantinya akan menimbulkan penurunan kualitas ruang karena suplai udara kurang

baik. Permasalahan ini membutuhkan pemecahan yang komprehensif antara desain arsitektur dengan lingkungannya.

Pengembangan secara horizontal tentu harus dilakukan, tetapi tidak mencukupi. Pengembangan vertikal rumah sederhana menjadi pilihan yang pada kenyataannya menghabiskan semua lahan, bahkan melampaui koefisien dasar bangunan (KDB) dan koefisien lantai bangunan (KLB), tentu saja hal ini menimbulkan masalah baru.

Selanjutnya, pengembangan rumah sama sekali tidak memperhatikan kaidah perencanaan tentang kualitas dan kenyamanan ruang, terutama dari pengaruh iklim mikro. Faktor kualitas ruang yang mempengaruhi kenyamanan dari segi fisik akan diwakili oleh keberadaan *void*, sedangkan faktor yang lain adalah iklim *mikro* yang berupa suhu udara, kelembaban udara dan kecepatan angin, dimana angin mempunyai pengaruh dan efek langsung terhadap peningkatan kualitas kenyamanan

termal, karena kecepatan angin mampu menurunkan suhu dan kelembaban udara. Karena itu data fisik dan kecepatan angin ini akan diuji dengan percobaan untuk mencari korelasi kecepatan angin antara ruang yang memiliki void dengan ruang yang tidak memiliki void.

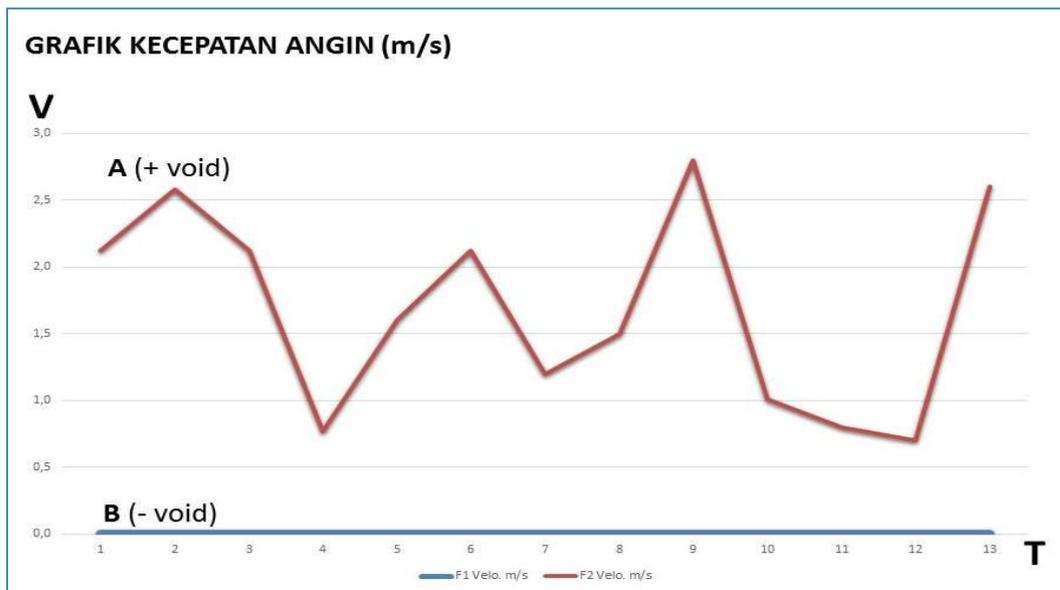
DATA KECEPATAN ANGIN DAN SUHU

Pengambilan data dilakukan dengan mencatat kecepatan angin pada jam yang sudah ditentukan yaitu dimulai dari jam 12.00 sampai jam 15.00 wib. Dari tabel 1, **F** adalah data kecepatan angin dan suhu kontrol pada ruang luar, yaitu ruang antara ruang A dan B. Sedangkan **A**, adalah ruang yang diberi void dan **B**, adalah ruang yang tidak diberi void.

Tabel 1. Data Kecepatan angin dan Suhu

n	Tanggal	jam	F			A		B	
			ATP	T	V.	T	V	T	V
			(° C)	(° C)	m/s	(° C)	m/s	(° C)	m/s
1	14-Des-14	14.00	38,0	35,0	2,1	30,6	2,1	31,0	0,0
2			36,8	33,8	2,6	32,8	2,6	31,8	0,0
3			38,9	35,9	2,1	30,0	2,1	31,1	0,0
4			37,4	34,4	0,8	33,1	0,8	31,7	0,0
5			38,6	35,6	1,6	32,9	1,6	31,9	0,0
6		14.30	38,0	35,0	2,1	32,6	2,1	31,9	0,0
7			38,7	35,7	2,1	33,1	2,1	31,8	0,0
8			38,5	35,5	2,0	32,9	2,0	32,0	0,0
9	10-Jan-15	14.00	36,6	33,6	1,2	31,6	1,2	31,8	0,0
10			36,6	33,6	1,5	31,6	1,5	31,7	0,0
11		14.32	36,5	33,5	2,8	31,5	2,8	31,6	0,0
12			36,0	33,0	1,0	31,3	1,0	31,1	0,0
13			36,8	33,8	0,8	31,4	0,8	31,6	0,0
14			37,8	34,8	0,7	31,3	0,7	31,6	0,0
15			37,3	34,3	2,6	31,6	2,6	31,7	0,0

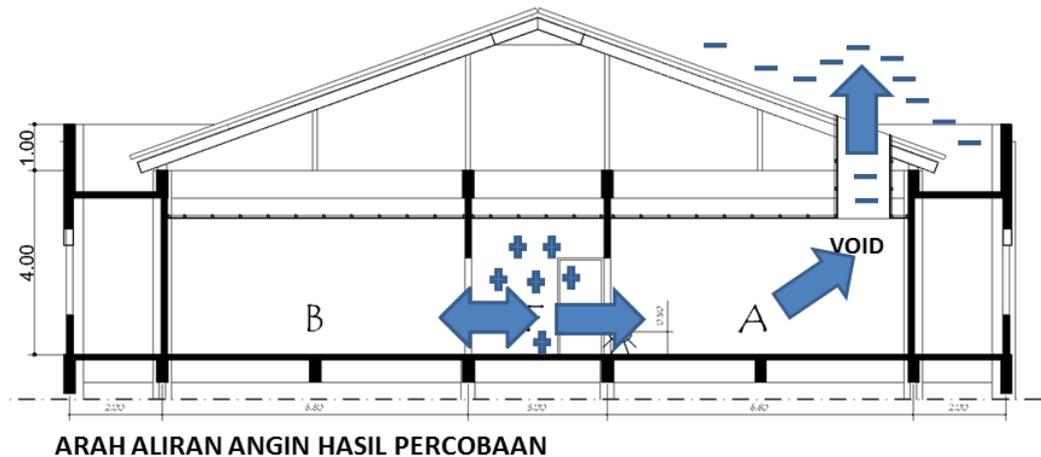
(Sumber : Observasi, 2015)



Gambar 8 Grafik Data Kecepatan Angin
(Sumber : Analisa, 2015)

Dari data tabel 1, terlihat perbedaan kecepatan angin yang sangat signifikan antara ruang (A) yang diberi bukaan *void* dan ruang (B) yang tidak diberi void. Data pada tabel 1, dapat dijelaskan lebih baik dengan grafik gambar 9 dan ilustrasi gambar 10, maka dapat digambarkan keadaan hasil percobaan

kecepatan angin ruang yang menggunakan void dan ruang yang tidak menggunakan void. Dengan grafik gambar 9 terlihat sangat jelas bahwa keberadaan void dalam sebuah ruang, sangat efektif untuk menghasilkan aliran angin ke dalam ruang dan berpotensi untuk meningkatkan kenyamanan termal di dalam ruang.



Gambar 9 Arah Aliran Angin pada Ruang Eksperimen
(Sumber : Analisa, 2015)

Data hasil percobaan mengatakan bahwa ruang (A) yang diberi void menghasilkan aliran angin yang positif mencapai 2,6 m/detik dan terendah 0,7 m/detik. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan void pada ruang mempunyai potensi yang positif dalam meningkatkan kenyamanan.

Sedangkan pada ruang (B) yang tidak diberi void sama sekali tidak menunjukkan adanya aliran angin, terbukti hasil pencatatan kecepatan angin 0 m/detik, yang artinya tidak ada aliran angin, seperti terlihat juga pada gambar 9.

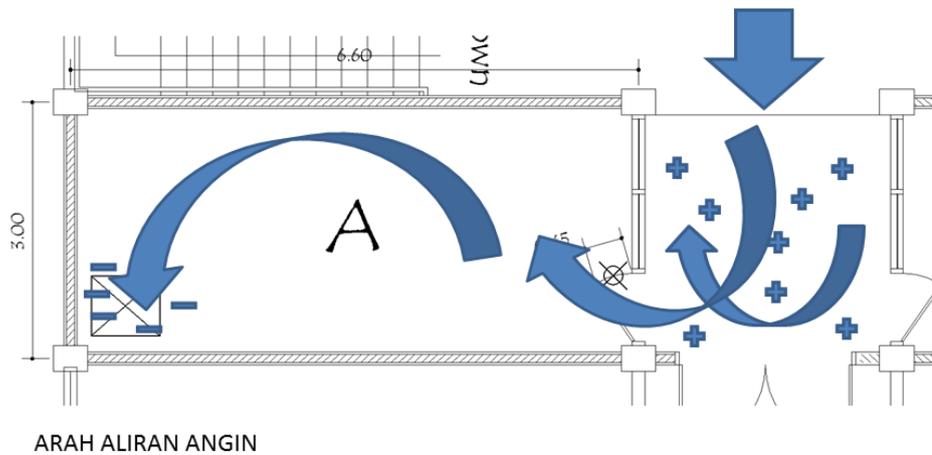
ARAH ALIRAN ANGIN

Selama pengambilan data, pengamatan juga dilakukan terhadap arah aliran angin yang terjadi. Dari gambar 10 dapat dilihat bahwa, arah angin mengalir dari ruang terbuka/hall yang membuat tekanannya berubah.

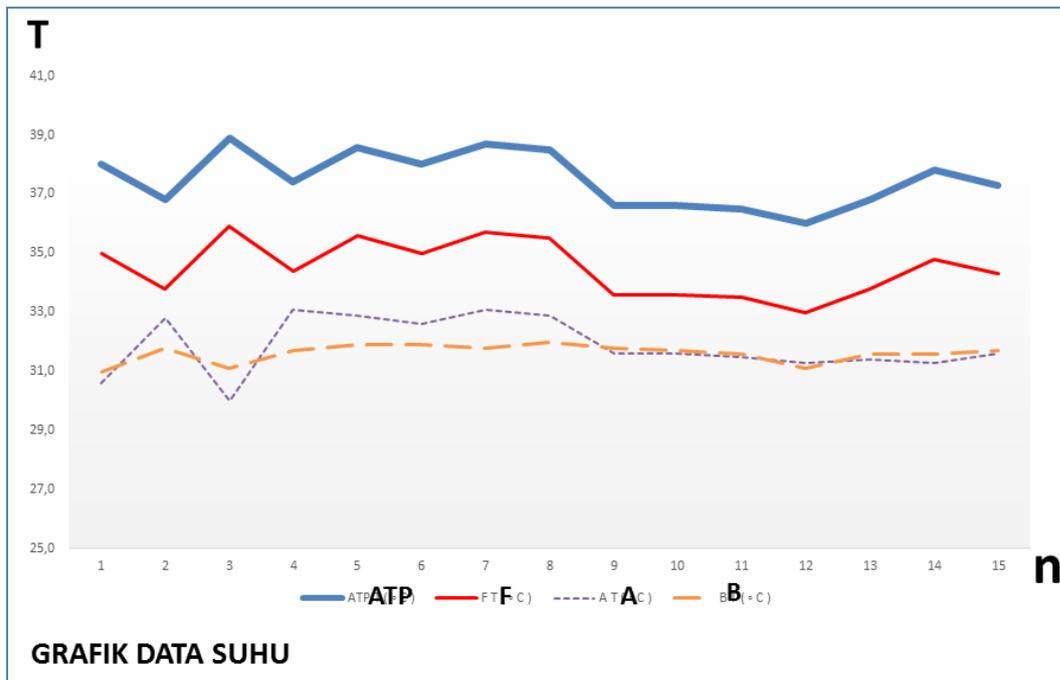
antara ruang (A) dan (B) menuju ruang (A) dan langsung keluar menuju lobang void, bisa dilihat juga di ilustrasi gambar 10.

Apabila di lihat data suhu antara ruang (A), (B), Kontrol dan suhu di atas atap sekitar void, maka terlihatlah korelasi antara suhu (T) dengan (V) kecepatan angin. Tekanan statik udara menurun jika suhu semakin tinggi, begitu pula sebaliknya.

Kalau kita lihat grafik gambar 11, terdapat perbedaan suhu yang sangat signifikan terutama suhu di atap yang mencapai 38°C. Dengan perbedaan suhu sebesar ini dapat dipastikan udara akan mengalir ke arah atap melalui ruang (A) dan void. Udara tidak akan mengalir menuju ruang (B) karena suhunya lebih rendah dari ruang kontrol dan tidak mempunyai lobang ventilasi yang menghubungkan dengan tempat lain



Gambar 10. Arah Aliran Angin
(Sumber : Analisa, 2015)



Gambar 11 Grafik Data Suhu
(Sumber : Analisa, 2015)

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa ada korelasi yang kuat antara bukaan void dengan kecepatan angin, yang artinya void mempunyai peran yang sangat baik sebagai sistem pengudaraan silang (*cross ventilation*) vertikal.

Dengan demikian, maka untuk kasus pengembangan rumah sederhana di perumahan yang cenderung berubah menjadi deret atau yang tidak mempunyai orientasi bukaan untuk udara ke arah kanan dan kiri

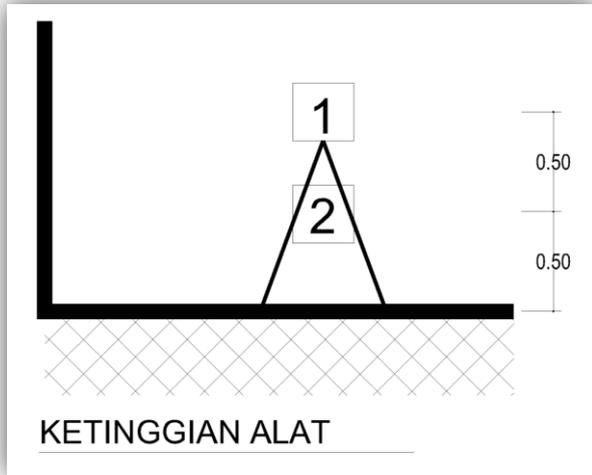
bangunan, bisa diusahakan pengudaraan yang orientasinya vertikal. Pengudaraan bisa dibuat dengan menggunakan void di bagian belakang bangunan, dimana bukaan ini harus mempunyai hubungan langsung atau merupakan bagian dari ruang yang akan direncanakan pengudaraannya.

DAFTAR PUSTAKA

Chen K, Jiao Y, Lee ES, Fuzzy. (2006). *Adaptive networks in thermal comfort: Applied Mathematics*

- Letters**. 19(2006): 420-426. Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.1016/di> akses pada .2005.06.013.
- Corbett J, Corbett M. (2000). **Designing Sustainable Communities**. Washington DC (US): Island Press.
- Frick, H. (1991). **Arsitektur dan Lingkungan**. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Frick, H. (1998). **Dasar-dasar Arsitektur Ekologis**. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Frick, H. (1984). **Rumah Sederhana**. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Jaafar B, Said I, Reba M N Md, Rasidi M H. (2013). Impact of Vertical Greenery System on Internal Building Corridors in the Tropic. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. 105 (3 December) : 558-568. Tersedia pada: <http://sciencedirect.journals.com/> diakses pada 11 Juli 2013.
- Krishan A, Yannas S, Baker N, Szokolay SV (2001). **Climate Responsive Arsitektur**. New Delhi (IN): Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Limited.
- Lechner, N. (2007). **Heating Cooling Lighting Metode Desain untuk Arsitektur**. Jakarta (ID): Pt. Raja Grafindo Persada.
- Lippsmeier, G. (1997). **Bangunan Tropis**. Jakarta (ID): Erlangga.
- Lomas KJ, Giridharan R. (2012). Thermal comfort standards, measured internal temperatures and thermal resilience to climate change of free-running buildings: A case-study of hospital wards. **Building and Environment**. 55(9 2012). Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.12.006/> diakses pada 11 Juli 2013.
- Mangunwijaya, YB. (1980). **Pasal-Pasal Penghantar Fisika Bangunan**. Jakarta (ID): PT. Gramedia.
- Mehta DP, Wiesehan M. (2013). Sustainable Energy in Building Systems. **Procedia Computer Science**. 19(2013): 628-635. Tersedia pada: <http://sciencedirect.journals.com/> diakses pada 2013 Juli 11.
- Monteith JL, Unsworth MH. (1999). **Principle of Environmental Physics**. New York (ID): Chapman and Hall.
- Moonen P, Defraeye T, Dorer V, Blocken B, Carmeliet J. (2012). Urban Physics: Effect of the micro-climate on comfort, health and energy demand. **Frontiers of Architectural Research**. (2012). Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foar.2012.05.002/> diakses pada 11 Juli 2013.
- Nadia S, Nouredine S, Hichem N, Djamilia D. (2013). Experimental Study of Thermal Performance and the Contribution of Plant-Covered Walls to the Thermal Behavior of Building. **Energy Procedia**. 36(2013). Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2013.07.113/> diakses pada 11 Juli 2013.
- Natsir, Muhammad, Phd. (1988). **Metode Penelitian**. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Puteh M, Ibrahim MH, Adnan M, Ahmad CNC, Noh NM. (2012). Thermal Comfort in Classroom: Constraints and Issues. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. 46(2012): 1877-0428. Tersedia pada <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.388/> diakses pada 11 Juli 2013.
- Saleh, A. (1994). **Iklm dan Arsitektur di Indonesia**. Jakarta (ID): Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Cipta Karya.
- Snyder CJ, Catanese JA. (1984). **Pengantar Arsitektur**. Jakarta (ID): Erlangga.
- Toudert FA, Mayer H. (2006). Erratum to "Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate" . **Building and Environment**. 41(2006): 94-108. Tersedia pada: <http://sciencedirect.journals.com/> diakses pada 11 Juli 2013.
- Wijaya E, Sutopo, Prabowo B. (1977). **Ilmu Bahan Bangunan 1**. Jakarta (ID): Departemen Pendidikan dan kebudayaan.

Lampiran 1 Posisi ketinggian alat pemantau termal



Lampiran 2
 KUISIONER PENELITIAN
 STANDARD KENYAMANAN BEDFORT

Nama :
 Usia :
 Jenis kelamin : laki-laki / perempuan
 Pekerjaan :
 Asal tinggal :

Isilah dengan memberikan tanda (\checkmark) pada kolom angka -3 s.d. +3 sesuai dengan tingkat kenyamanan yang anda rasakan.

NO	TANGGAL	JAM	LOKASI	(K 1)						
				SKALA KENYAMANAN						
				-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
			A							
			B							
			C							
			D							
				(K 2)						
			A							
			B							
			C							
			D							

Skala kenyamanan dinyatakan dalam skala angka dari -3 sampai dengan +3, dengan keterangan : -3 = Terlalu dingin, -2 = Dingin, -1 = Baik, 0 = Sangat baik, +1 = Baik, +2 = Panas, +3 = Terlalu panas.

Komentar:

.....

