

Waktu Ekstraksi Polutan *Formaldehyde* oleh Ventilasi Mekanik Aliran Sederhana Bagian Kamar Tidur untuk Rumah Tinggal

Dwinanto^{1)*}, Erni Listijorini¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Cilegon-Indonesia
dwinanto@ft-untirta.ac.id, listijorini99@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini ditujukan sebagai salah satu penelitian dibidang *indoor air quality*. Permasalahan ini mengenai kebiasaan hidup penghuni rumah tinggal dengan pola hidup tidak sehat, dengan merokok di dalam ruangan yang dapat menimbulkan masalah kesehatan bagi penghuninya. Pentingnya kualitas udara yang bersih pada ruangan, untuk menjaga dari ancaman kesehatan yang merugikan hingga dapat menyebabkan kematian. Kondisi aktual di lokasi yang dilakukan analisa, rumah hunian baru dengan luas penampang lantai dasar 82,06 m². Pada rumah terpasang satu unit sistem ventilasi mekanik sederhana, dalam simulasi yang dilakukan menggunakan kondisi cuaca transien untuk lokasi di Mériadec, Prancis. Sumber polutan, formaldehida, yang dihasilkan dari asap rokok yang dihasilkan oleh satu orang dan lima orang di dalam ruangan. Selanjutnya, polutan ditempatkan di kamar tidur nomor 1 dengan sifat-sifat polutan, berat molekul 30.03 kg / kmol, informasi lain satu perokok memproduksi 3,7 mg formaldehida per detik. Dengan menggunakan metode numerik, waktu pengekstrakan polutan dan kuantitas kandungannya akan ditampilkan untuk bagian kamar tidur 1 yang berada pada lantai dasar. Kandungan *formaldehyde* pada kondisi sebelumnya akan dibandingkan dengan kondisi di daerah tropis, Depok, Indonesia.

Kata kunci: Formaldehida, unit ventilasi mekanik aliran sederhana, kondisi cuaca transien, metode numerik, kamar tidur 1, waktu pengekstrakan polutan

Abstract

This study is intended as a research field of indoor air quality. This problem regarding the habits of life for residents living with unhealthy lifestyle, with smoking indoors can cause health problems for occupants . The clean air quality in the room can keep the health hazards that may cause harm to death. Actual condition to be analyzed was a new residential house with ground floor section area of 82.06 m². At home was installed one unit simple mechanical ventilation system. The simulation was performed using transient weather conditions for locations in Mériadec, France. Source pollutants , formaldehyde , generated from cigarette smoke generated by one person and five people in the room . Furthermore , pollutants placed in the bedroom with the number 1 pollutant properties , molecular weight 30.03 kg / kmol, other information the smokers produce 3.7 mg of formaldehyde per second . By using numerical methods , extraction time and quantity of pollutants abortion will shown for section 1 bedroom located on the ground floor . The content of formaldehyde in the previous conditions will be compared with the conditions in the tropics , Depok , Indonesia .

Keywords: Formaldehyde, a simple flow mechanical ventilation units, transient weather conditions, numerical methods , bedroom 1 , extraction time pollutants

1. PENDAHULUAN

Kebersihan udara dalam ruang rumah penting untuk menjadi perhatian. Hampir 90 persen waktu dihabiskan dalam ruangan [1] juga beragam kegiatan dilakukan oleh penghuni didalamnya. Tidak hanya *pollutant* yang dihasilkan oleh ruangan itu sendiri, terutama kandungan yang terdapat dalam *paint* [2], serta aktifitas penghuni didalamnya juga ikut menyumbang pencemaran dalam ruangan [3]. Dengan kata lain, udara dalam ruangan memiliki tingkat resiko *pollutant* yang tinggi dibandingkan dengan udara luar [4].

Material dengan kimia yang membahayakan kesehatan manusia [5] ketika nilai kandungannya melewati ambang batas yang ditentukan. Salah satu faktor penyebab timbulnya *pollutant* diantaranya kebiasaan merokok didalam rumah, dimana dalam asap rokok terkandung zat kimia berbahaya *formaldehyde* [6] yang membawa dampak yang buruk bagi kesehatan. Dampak *formaldehyde* terhadap kesehatan manusia menyebabkan gejala sakit kepala dan demam [7]. Sebagai salah satu

*Penulis korespondensi, HP: 083812813654
Email: dwinanto@ft-untirta.ac.id

cara untuk mengurangi dampak dari *pollutant* tersebut, dapat menggunakan sistem ventilasi [8] pada studi ini digunakan ventilasi mekanik *exfiltration*.

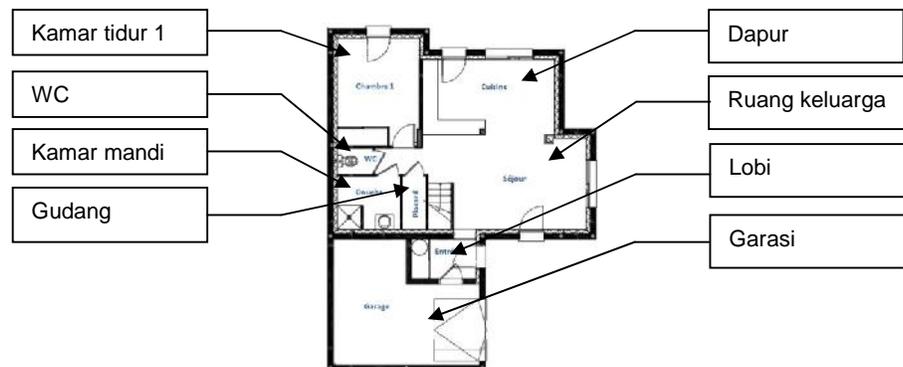
2. METODE

2.1. Metode yang digunakan

Metode yang digunakan adalah metode pemodelan *multizone* dengan simulasi *CONTAM* [9].

2.2. Deskripsi bangunan

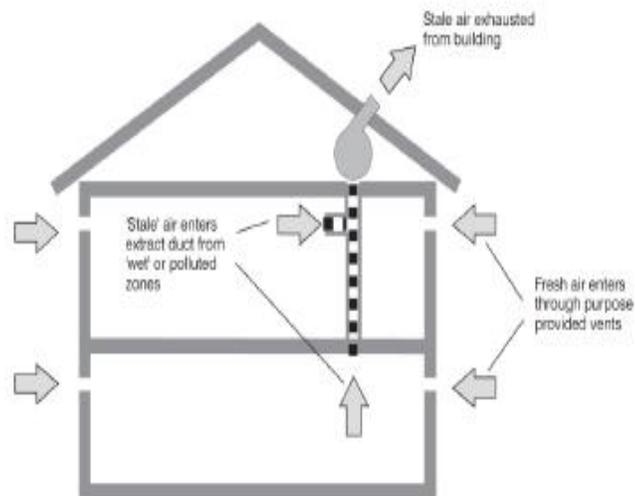
Studi dilakukan pada rumah tinggal yang berlokasi di Meriadec, Perancis. Rumah tinggal ini termasuk pada rumah hunian dua lantai, dimana yang akan kita lakukan analisa hanya pada lantai dasar. Bagian rumah tinggal yang akan dilakukan kajian dengan permodelan *multizone* ini terdiri dari kamar tidur 1, dapur, ruang keluarga, lobi, kamar mandi, WC, gudang dan garasi serta memiliki luas area lantai 82.06 m². *Layout* denah lantai dasar dapat dilihat pada gambar 1 berikut :



Gambar 1. Denah lantai dasar

Unit ventilasi mekanik

Berdasarkan sistem yang terpasang, unit ventilasi mekanik dengan prinsip mengekstrak udara dari dalam ruangan menuju ke lingkungan (ke luar rumah). Bagian-bagian dari sistem ventilasi mekanik ini terdiri dari, motor ekstraktor yang ditempatkan di para rumah, kemudian unit motor ini terhubung dengan inlet udara kotor yang diletakan di dapur, WC dan kamar mandi. Adapun skema ventilasi mekanik dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 2. Ilustrasi ventilasi mekanik kontrol sistem ekstraksi tunggal [13]

2.3. List zona pada tahap simulasi

Pada tahap simulasi bagian-bagian dari lantai dasar dideskripsikan pada tabel 1.

Tabel 1. List zona bagian lantai dasar

No	Nama Bagian	Nomer Zona pada sketchpad CONTAM
1	Kamar tidur 1	8
2	WC	10
3	Kamar mandi	11
4	Gudang	12
5	Dapur	9
6	Ruang keluarga	9
7	Garasi	14
8	Lobi	13

2.4. List air leakage building component

List air leakage building component yang diasumsikan pada simulasi dideskripsikan menggunakan jendela dan pintu dengan ukuran sebagai berikut :

Tabel 2. List air leakage building component

No	Lokasi	Singkatan	Keterangan	Dimensi
1	Eksterior/kamar tidur1	WdwDbIHng	Jendela	z=0,9 m, L=0,95m
2	Eksterior/dapur	WdwDbIHng1	Jendela	z=0,9 m, L=1,25m
3	Eksterior/ruang keluarga	WdwDbIHng2	Pintu kaca geser	z=1,8 m, L=2,15
4	Eksterior/ruang keluarga	WdwDbIHng2	Pintu kaca geser	z=1,8 m, L=2,15
5	Eksterior/ruang keluarga	WdwDbIHng1	Jendela	z=0,9 m, L=1,25m
6	Eksterior/lobi	ExtDoor	Pintu ekterior	z=0,83 m, L=2,04m
7	Eksterior/garasi	ExtDoor1	Pintu garasi	z=0,83 m, L=2,04m
8	Garasi/lobi	ExtDoor1	Pintu interior	z=0,83 m, L=2,04m
9	Ruang keluarga/gudang	IntDoorClose	Pintu interior	z=0,9 m, L=2,15m
10	Ruang keluarga/kamar mandi	IntDoorClose	Pintu interior	z=0,9 m, L=2,15m
11	Ruang keluarga/WC	IntDoorClose	Pintu interior	z=0,9 m, L=2,15m

2.5. Kegiatan penghuni

Dalam simulasi akan diskenariokan sumber *pollutant* yang ditempatkan pada kamar tidur 1. Tugas penghuni tersebut melakukan kegiatan merokok di posisi kamar tidur 1. Adapun jadwal sumber *pollutant* serta jumlah penghuni yang melakukan kegiatan merokok dapat terlihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Jadwal sumber *pollutant*

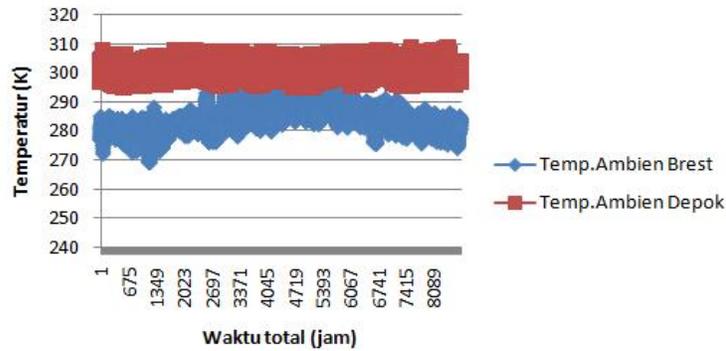
No	Nama Hari	Jumlah Perokok	Periode Kegiatan Merokok
1	Minggu	1	Pukul 18:00 sampai dengan pukul 20:00
2	Senin	1	Pukul 18:00 sampai dengan pukul 20:00
3	Selasa	1	Pukul 18:00 sampai dengan pukul 20:00
4	Rabu	1	Pukul 18:00 sampai dengan pukul 20:00
5	Kamis	5	Pukul 18:00 sampai dengan pukul 22:00
6	Jumat	0	Tidak ada perokok
7	Sabtu	0	Tidak ada perokok

2.6. Properties dari formaldehyde

Pada bagian *pollutant*, *formaldehyde* digunakan sebagai bahan kimia yang dianalisa. *Properties* dari *formaldehyde* yang kita *input* pada simulasi memiliki nilai berat molekul sebesar 30.03 kg/kmol.

2.7. Transient weather

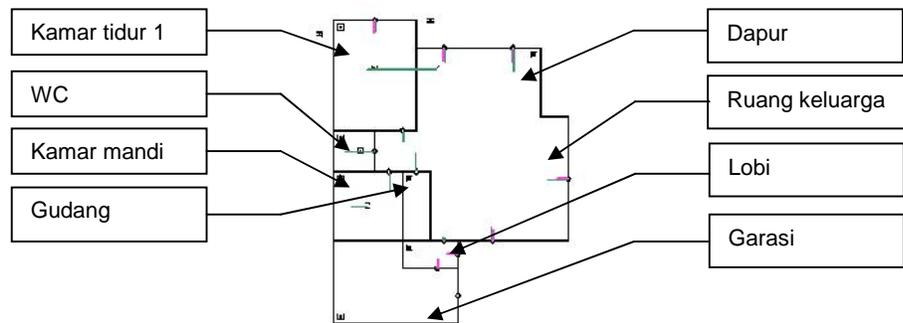
Transient weather data digunakan pada simulasi menggunakan data kota Meriadec, Perancis serta *data weather transient* pembanding digunakan data cuaca Depok, Indonesia.



Gambar 3. Transient weather data Brest dan Depok

2.8. Simulasi (*processor*)

Tahapan simulasi dilakukan dengan memasukkan variable-variabel *pre-processor*, deskripsi bangunan, *air leakage building component*, *schedule occupant*, *properties formaldehyde* serta *transient weather data* pada program CONTAM.



Gambar 4. Tampilan *sketchpad* CONTAM

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa yang dilakukan adalah pada bulan Februari saat puncak musim dingin. Korelasinya cuaca terhadap efek dari *pollutant* bagi kesehatan manusia sangat berpengaruh besar ketika berada pada temperatur rendah [10] [11]. Hasil simulasi berupa kandungan formaldehyde pada kamar tidur 1 dapat kita lihat seperti Gambar 5 dan 6. Dari Gambar 5 dan 6, secara global; nilai kandungan *formaldehyde* yang terdapat pada kamar tidur 1 untuk sekenario menggunakan cuaca *transient* kota Brest, nilainya lebih rendah dibandingkan dengan nilai kandungan dengan menggunakan cuaca *transient* kota Depok. Sebagai deskripsi lebih lanjut, pada Tabel 4 ditunjukkan penurunan kandungan *formaldehyde* pada kamar tidur 1 untuk kondisi tanggal 1 februari 2012.

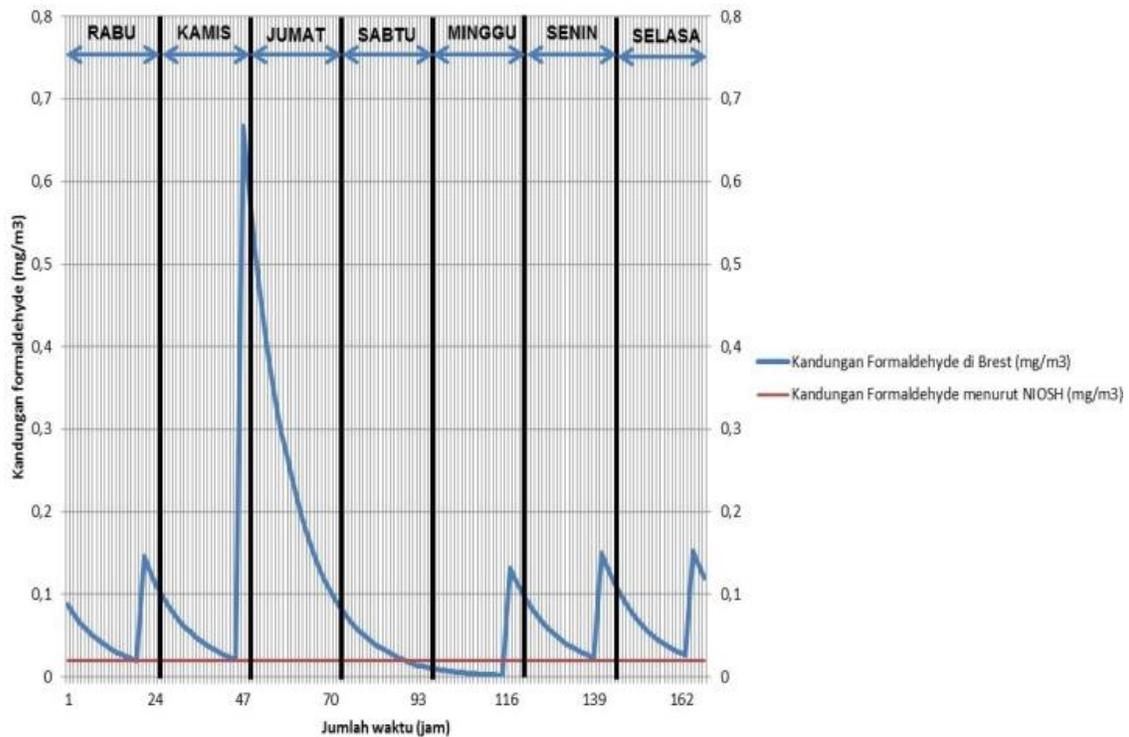
Pada Tabel 4 dapat dilihat fluktuasi nilai kandungan *formaldehyde* yang terdapat pada kamar tidur 1 untuk kondisi Brest, dipengaruhi oleh keadaan temperatur ambien dan pola aktifitas merokok okupansi saat hari rabu (tanggal 1 februari 2012) dengan periode waktu merokok dimulai pada pukul 18 hingga pukul 20, dengan jumlah okupansi pencemar satu orang. Puncak nilai kandungan terbesar seperti terlihat pada tabel 4 diatas, pada pukul 19 kandungan pencemar udara (*formaldehyde*) meningkat tajam sebesar $0,0196 \text{ mg/m}^3$. Hal ini dapat dilihat trend kenaikan nilai kandungan ketika waktu menunjukkan pada rentang waktu pukul 18 hingga pukul 19. Kemudian nilai kandungan menunjukkan trend penurunan pada rentang waktu pukul 19 hingga pukul 23. Trend penurunan nilai konsentrasi *formaldehyde* ini terus berlangsung hingga pukul 17 hari berikutnya hari kamis tanggal 2 februari 2012.

Untuk pola kenaikan nilai kandungan serta penurunan nilai kandungan *pollutant* untuk tanggal 2 februari 2012, pada prinsipnya sama dengan pola nilai hari sebelumnya, hari rabu 1 februari 2012. Yang mencolok di hari kamis ini, secara visual grafis terjadi kenaikan yang signifikan. Hal ini dipengaruhi oleh temperatur ambien juga aktifitas okupansi sumber *pollutant* yang jumlahnya lima orang yang merokok di dalam kamar tidur 1 pada periode waktu pukul 18 hingga pukul 22 malam. Selanjutnya ketika keadaan tanpa ada okupansi (tidak ada orang yang merokok) dalam kamar tidur 1,

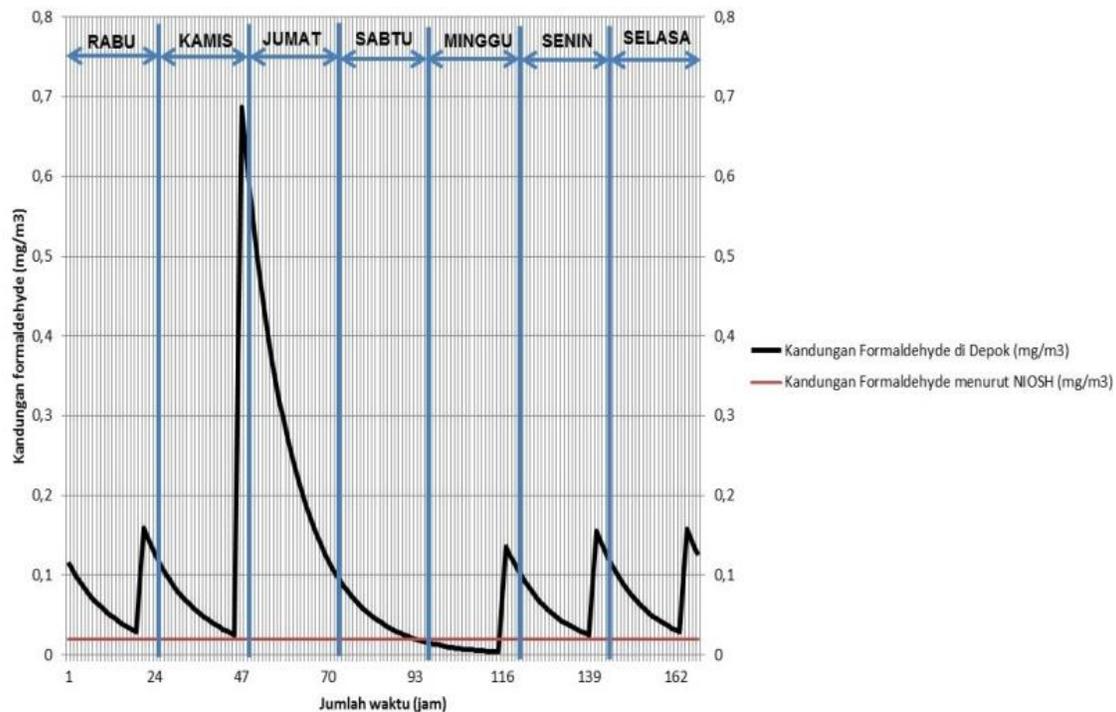
terlihat secara visual grafis terjadi penurunan nilai kandungan *pollutant*, hingga mendekati area dibawah standar *NIOSH* sebesar 0.02 mg/m^3 [12].

Tabel 4. Data hasil simulasi dengan kondisi cuaca *transient* brest untuk tanggal 1 Februari 2012

Tanggal 1 februari 2012				
Jumlah waktu (jam)	0	1	2	3
Kandungan <i>Formaldehyde</i> di Brest (mg/m^3)	0,0871	0,0793	0,0731	0,0674
Jumlah waktu (jam)	4	5	6	7
Kandungan <i>Formaldehyde</i> di Brest (mg/m^3)	0,0621	0,0571	0,0526	0,0484
Jumlah waktu (jam)	8	9	10	11
Kandungan <i>Formaldehyde</i> di Brest (mg/m^3)	0,0445	0,0409	0,0377	0,0347
Jumlah waktu (jam)	12	13	14	15
Kandungan <i>Formaldehyde</i> di Brest (mg/m^3)	0,032	0,0295	0,0272	0,0251
Jumlah waktu (jam)	16	17	18	19
Kandungan <i>Formaldehyde</i> di Brest (mg/m^3)	0,0232	0,0213	0,0196	0,0856
Jumlah waktu (jam)	20	21	22	23
Kandungan <i>Formaldehyde</i> di Brest (mg/m^3)	0,146	0,134	0,123	0,113



Gambar 5. Kandungan formaldehyde pada kamar tidur 1 untuk kondisi cuaca Brest, periode 1 februari 2012 sampai 7 februari 2012



Gambar 6. Kandungan formaldehide pada kamar tidur 1 untuk kondisi cuaca Depok, periode 1 februari 2012 sampai 7 februari 2012

4. SIMPULAN

Analisa hasil studi menunjukkan, untuk kedua kondisi cuaca *transient* Brest dan Depok secara nilai kandungan *pollutant* yang ada, telah melewati batas nilai kandungan ijin (standar *NIOSH*) sebesar $0,02 \text{ mg/m}^3$. Hal ini menunjukkan adanya resiko yang besar pengaruh *formaldehyde* terhadap kesehatan penghuni didalamnya.

Untuk perbandingan nilai kandungan secara global berdasarkan data cuaca *transient* untuk wilayah Brest dan Depok, memiliki perbedaan sebesar 0.02 mg/m^3 , dengan nilai maksimum kandungan *formaldehyde* untuk kondisi Depok lebih tinggi dibandingkan nilai kandungan *pollutant* yang sama untuk wilayah Brest.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Paul T, Sree D, Aglan H, *Effect of mechanically induced ventilation on the indoor air quality of building envelopes*, Elsevier, Energy and Buildings 42 (2010) 326–332.
- [2] Haghghat Fariborz, De Bellis Lisa, *Material Emission Rates : Literature Review, and the Impact of Indoor Air Temperature and Relative Humidity*, Pergamon, Building and Environment, Vol. 33, No 5, pp. 261 -277, 1998.
- [3] Jenkins Peggy L, Phillips Thomas J, Mulberg Elliot J, Hui Steve P, *Activity patterns of Californians : use of and proximity to indoor pollutant sources*, Pergamon, Atmospheric Environment Vol 26A, No 12, pp 2141 2148, 1992.
- [4] T. Chan Andy, *Indoor-outdoor relationships of particulate matter and nitrogen oxides under different outdoor meteorological conditions*, Pergamon, Atmospheric Environment 36 (2002) 1543–1551.
- [5] Wolkoff Peder, *Indoor air pollutants in office environments: Assessment of comfort, health, and performance*, Elsevier, International Journal of Hygiene and Environmental Health 216 (2013) 371– 394.
- [6] Kim Jeonghoon, Kim Soejin, Lee Kiyoung, Yoon Dongwon, Lee Jiryang, Ju DaeYoung, *Indoor aldehydes concentration and emission rate of formaldehyde in libraries and private reading rooms*, Elsevier, Atmospheric Environment 71 (2013) 1-6.
- [7] Steinemann A, *Rethinking human health impact assessment*, Elsevier, Environmental Impact Assessment Review 20 (2000) 627–645.
- [8] Rim Donghyun, Novoselac Atila, *Ventilation effectiveness as an indicator of occupant exposure to particles from indoor sources*, Elsevier, Building and Environment 45 (2010)

1214–1224.

- [9] Walton GN, Dols WS, *CONTAM 2.4 user guide*, U.S. National Institute of Standards and Technology, Report NISTIR 7251, 2008.
- [10] Ho Wen-Chao, R Hartley William, Myers Leann, Lin Meng-Hun, Lin Yu-Sheng, Lien Chih-Hui, Lin Ruey-Shiung, *Air pollution, weather, and associated risk factors related to asthma prevalence and attack rate*, Elsevier, Environmental Research 104 (2007) 402–409.
- [11] L T Gonçalves, Braun Samuel, Dias Pedro L Silva, Sharovsky Rodolfo, *Influences of the weather and air pollutants on cardiovascular disease in the metropolitan area of Sao Paulo*, Elsevier, Environmental Research 104 (2007) 275–281.
- [12] *ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2007 Table B-1*, ASHRAE Standard, 2007, pp 26.
- [13] Russel M, Sherman M, Rudd A, Sharovsky Rodolfo, *Review of Residential Ventilation Technologies*, Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL 57730, august 2005.