

## KECUKUPAN UDARA MEMPENGARUHI KENYAMANAN PADA RUANG KAMAR

**Syaidatul Maulianti, Zulfikar Ali As, Junaidi**

Poltekkes Kemenkes Banjarmasin Jurusan Kesehatan Lingkungan  
Jl. H. Mistar Cokrokusumo No. 1 A Banjarbaru Kalimantan Selatan 70714  
e-mail: syaidatulmaulianti503@gmail.com

**Abstract: Air Necessities Affect Comfort in Room.** Ventilation is the process of exchanging clean air from outside into the room. Good ventilation is able to ensure smooth air circulation. This study aims to determine the relationship of air adequacy with comfort in room space. This research is an analytic study with cross sectional approach. The sample of this study was 30 rooms that used natural ventilation systems. The air change time is calculated from the volume of the room, the height and area of the ventilator, as well as the difference in the temperature of the outside and indoor air. Adequacy of air available with the air needed by its inhabitants. Objective comfort is based on the difference between outside and inside room temperature, and subjectively based on the room occupant's perspective. The results showed as many as 87% of the rooms had no air turnover time and as many as 20% of the rooms had insufficient air. Objectively stated rooms are uncomfortable as much as 57%, but subjectively reaching 77%. Statistically there is a significant relationship between air adequacy with comfort in the room objectively ( $p = 0.024$ ). It can be concluded that the adequacy of the air represented by the ventilation system is related to the comfort of the air in the room space, to create a comfortable and healthy room space. Future research is expected to consider and include other factors that affect the ventilation system such as the layout of the furniture, the position of the ventilation, and the characteristics of the building so that research on comfort is more objective.

**Keywords:** Air necessities; comfort in the room

**Abstrak: Kecukupan Udara Mempengaruhi Kenyamanan Pada Ruang Kamar.** Ventilasi adalah proses pertukaran udara bersih dari luar ke dalam ruangan. Ventilasi yang baik mampu menjamin kelancaran sirkulasi udara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kecukupan udara dengan kenyamanan pada ruang kamar. Penelitian ini termasuk studi analitik dengan pendekatan potong lintang. Sampel penelitian ini adalah 30 buah rumah yang menggunakan sistem ventilasi alamiah. Waktu pergantian udara dihitung dari volume ruangan, tinggi dan luas ventilator, serta selisih suhu udara luar dan dalam ruang kamar. Kecukupan udara yang tersedia dengan udara yang dibutuhkan penghuninya. Kenyamanan objektif berdasarkan selisih suhu luar dan dalam kamar, dan secara subjektif berdasarkan persepsi penghuni kamar. Hasil penelitian menunjukkan sebanyak 87% kamar memiliki waktu pergantian dan sebanyak 20% kamar kecukupan udaranya kurang. Secara objektif kamar yang dinyatakan tidak nyaman sebanyak 57%, namun secara subjektif mencapai 77%. Secara statistik terdapat hubungan yang signifikan antara kecukupan udara dengan kenyamanan pada ruang kamar secara objektif ( $p = 0,024$ ). Dapat disimpulkan bahwa kecukupan udara yang direpresentasikan oleh sistem ventilasi berhubungan dengan kenyamanan udara dalam ruang kamar, untuk menciptakan ruang kamar yang nyaman dan sehat. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mempertimbangkan dan memasukkan faktor lain yang mempengaruhi sistem ventilasi seperti tata letak perabotan, posisi ventilasi, dan karakteristik bangunan agar penelitian terhadap kenyamanan lebih objektif.

**Kata Kunci:** Kecukupan udara; kenyamanan pada ruang kamar

## PENDAHULUAN

Udara merupakan elemen yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Tanpa ada udara manusia tidak dapat bertahan hidup karena manusia butuh bernafas. Sekali bernafas, manusia menghirup kemudian menghembuskan udara memerlukan 0,5 liter udara bersih. Umumnya manusia bernafas 20 kali setiap menit, ini berarti udara yang dibutuhkan sebanyak 10 liter setiap menitnya. Pada saat manusia bernafas ada udara segar yang masuk dan ada udara yang dikeluarkan dari paru-paru. Komposisi gas yang ada dalam udara segar yang dihirup saat bernafas terdiri dari 79,01% Nitrogen, 20,95% Oksigen dan 0,04% Karbondioksida. Sedangkan pada saat manusia menghembuskan udara keluar, udara yang dihembuskan tersebut memiliki komposisi 74,6% Nitrogen, 16,4% Oksigen dan 4,0% Karbondioksida<sup>[3]</sup>.

Kenyamanan termal dapat didefinisikan sebagai suatu kondisi pikiran yang mengekspresikan kepuasan dengan lingkungan termal. Sejalan dengan pernyataan dari ASHRAE (*American Society of Heating Refrigerating Air Conditioning Engineer*) yang memberikan definisi kenyamanan termal sebagai kondisi pikir yang mengekspresikan tingkat kepuasan seseorang terhadap lingkungan termalnya<sup>[6]</sup>.

Akhir-akhir ini banyak bangunan yang dibuat hanya untuk dihuni perorangan dengan tidak memperhatikan syarat-syarat hunian yang baik. Untuk mencapai kondisi kenyamanan termal dalam bangunan khususnya kamar, penggunaan sistem ventilasi yang tepat sangat dibutuhkan. Adanya sistem ventilasi pada ruangan akan memudahkan pergerakan udara, dari luar ruangan masuk ke dalam ruangan, sehingga ada pergantian udara. Kurangnya ventilasi akan menyebabkan kurangnya oksigen di dalam ruangan yang berarti kadar karbon dioksidanya yang bersifat racun bagi penghuninya meningkat<sup>[3]</sup>. Ventilasi tidak hanya berpengaruh terhadap kenyamanan, ventilasi juga dapat berdampak

negatif bagi kesehatan manusia, menurut penelitian<sup>[2]</sup> menyatakan bahwa seseorang yang tinggal dirumah dengan ventilasi yang tidak memenuhi syarat memiliki risiko terkena TB Paru sebesar 5 kali lebih besar dibandingkan dengan seseorang yang tinggal dirumah dengan ventilasi yang memenuhi syarat. Menurut penelitian<sup>[1]</sup> juga menemukan fakta di tempat penelitian bahwa ventilasinya tertutup oleh kain dan menyebabkan aliran udara menjadi tidak lancar. Disamping itu letak ventilasi yang dekat dengan bangunan lain didekatnya menyebabkan ventilasi tersebut kurang berfungsi baik karena udara yang akan masuk terhalang oleh bangunan disebelahnya. Hal ini yang menjadi penyebab pertukaran udara tidak lancar dan menjadi penyebab gejala ISPA.

Oleh karena itu perancangan sistem ventilasi atau pertukaran udara dalam satu ruangan sangat dipengaruhi oleh kondisi ventilator, meliputi ketinggian ventilasi, luas ventilasi, dan posisinya. Apabila ventilasi tersebut diatur dengan baik, baik dalam penempatannya maupun demensinya maka sirkulasi udara didalam ruangan akan baik. Dengan kondisi pertukaran udara yang bagus maka udara dalam ruang juga akan terasa nyaman baik suhu maupun kelembaban.

Berdasarkan beberapa hal di atas, maka diketahui bahwa jumlah udara dalam ruangan sangat penting artinya. Namun saat ini sudah banyak teknologi canggih yang disebut sebagai ventilator mekanik sebagai penyegar udara. Penyegar udara dalam ruang berguna untuk memberikan kenyamanan bagi orang yang melakukan aktivitas tertentu. Untuk menjaga suhu udara ruangan tetap dingin maka digunakan pendingin ruangan misalnya AC sehingga tidak adanya ventilasi pun tidak mengurangi kenyamanan didalam ruang. Namun, udara dalam ruangan harus tetap selalu berganti oleh udara segar karena udara didalam ruangan banyak mengandung CO<sub>2</sub> hasil dari berbagai aktivitas didalam-

nya khususnya proses respirasi oleh manusia.

Mengingat pentingnya jumlah udara di ruangan, maka perlu diketahui kesesuaian ventilator dengan jumlah penghuni dan aktifitas yang dilaksanakan pada ruangan. Selain itu, perlu diketahui juga berapa waktu penghuni dapat bertahan dalam ruangan jika ruangan tersebut menggunakan ventilator mekanik. Dengan kesesuaian berbagai hal tersebut, diharapkan penghuni dapat bekerja dengan nyaman dan kesehatan penghuni ruangan tidak terganggu karena kurangnya oksigen maupun karena udara ruang yang tidak dapat berganti.

Berdasarkan latarbelakang di atas maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kecukupan udara dengan kenyamanan pada ruang kamar.

#### METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini bersifat analitik dengan menggunakan pendekatan *Cros Sectional*. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik purposive sampling yang mana peneliti menentukan pengambilan sampel dengan cara menetapkan ciri-ciri khusus yang sesuai dengan tujuan penelitian. Hubungan kecukupan udara dengan kenyamanan pada ruang kamar diuji menggunakan *chi-square*.

Tabel 1. Waktu Pergantian Udara pada Ruang Kamar

No	Waktu pergantian udara	Jumlah	Persentase (%)
1	Memenuhi	4	13%
2	Tidak Memenuhi	26	87%
	Total	30	100%

Tabel 1 menunjukkan bahwa 30 ruang kamar di rumah warga, terdapat 4 ruang kamar atau 13% waktu pergantian udaranya sudah memenuhi, sedangkan 26 ruang kamar atau 87% waktu pergantian udaranya tidak memenuhi.

Berdasarkan hasil penelitian masih terdapat 87% ruang kamar yang waktu pergantian udaranya tidak memenuhi syarat, dari persyaratan pertukaran udara bersih tiap jam, dapat diketahui pertukaran udara yang terjadi pada tiap

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Desa Gudang Hirang merupakan salah satu desa diantara 21 Desa/Kelurahan yang terdapat dalam wilayah Kecamatan Sungai Tabuk. Luas wilayah Desa Gudang Hirang yaitu 10.31 km<sup>2</sup>. Jumlah rumah yang terdapat di Desa Gudang Hirang Rt 03 adalah 162 Buah rumah tidak termasuk perumahan, sedangkan yang dijadikan subjek penelitian berjumlah 30 rumah.

Kondisi rumah di desa gudang hirang sebagian besar sudah rumah permanen, memiliki ventilasi yang terdiri dari ventilasi permanen dan semi permanen. Hanya sebagian kecil dari warga desa gudang hirang yang memiliki pendingin ruangan (AC) di rumahnya, sehingga aspek ventilasi dalam rangka menjamin kecukupan udara dan kenyamanan di dalam ruangan menjadi sangat penting.

#### Waktu Pergantian Udara

Waktu pergantian udara yaitu waktu yang diperlukan untuk menggantikan total udara bersih dalam satu ruangan yang berasal dari kecepatan aliran udara pada masing-masing lubang ventilasi. Waktu pergantian udara pada ruang kamar rumah penduduk di Desa Gudang Hirang dapat dilihat pada tabel 1.

rumah adalah 2-3 kali ruangan/jam (Sukawi & Gegoek, 2014). Penyebab tidak memenuhinya waktu pergantian udara dalam ruang kamar antara lain kurangnya luas bukaan ventilasi, terhalangnya ventilasi oleh gedung lain yang mengakibatkan terhambatnya udara untuk masuk kedalam ruang kamar, dan ventilasi semi permanen (jendela) yang jarang dibuka.

Ukuran ventilasi yang tidak sesuai dapat menyebabkan penghuni ruangan

bisa kekurangan oksigen karena kurangnya udara. Selain itu jika sirkulasi udara tidak lancar menyebabkan kamar terasa tidak nyaman, lembab dan menjadi media pertumbuhan mikroorganisme yang menyebabkan gangguan pernafasan.

Ventilasi alami biasanya digunakan dengan tujuan untuk memberikan kesegaran dan kenyamanan pada ruang kamar yang tidak memiliki sumber bahaya yang tinggi. Menurut<sup>[2]</sup> ventilasi udara dalam ruangan harus memenuhi syarat antara lain a). luas lubang ventilasi tetap, minimum 5% dari luas lantai ruangan, selain itu luas ventilasi insidentil (buka dan tutup) minimum 5% luas lantai. Jumlah keduanya menjadi 10% kali luas lantai. Ukuran luas ini di atur sedemikian rupa agar udara yang masuk tidak terlalu deras dan tidak terlalu sedikit, b). Udara yang masuk harus udara yang bersih, tidak tercemar gas atau asap dari pembakaran sampah, pabrik, knalpot kendaraan, asap rokok, debu dan lain-lain,

c). Aliran udara jangan terlalu deras supaya tidak membuat orang masuk angin, untuk itu jangan menempatkan tempat tidur atau tempat duduk persis pada aliran udara, misalnya di depan jendela/pintu, d). Aliran udara mengikuti aturan cross ventilation dengan menempatkan lubang ventilasi berhadapan/berseberangan antara 2 dinding ruangan. Aliran udara jangan terhalang oleh barang-barang besar seperti lemari, dinding sekat, dan lain-lain, e). Kelembaban udara jangan sampai terlalu tinggi (menyebabkan orang berkeringat) dan jangan terlalu rendah (menyebabkan kulit kering, bibir pecah-pecah dan hidung sampai berdarah)

#### **Kecukupan Udara Bersih Dalam Ruang**

Kecukupan udara pada ruang kamar rumah penduduk di Desa Gudang Hirang Tahun 2020 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kecukupan Udara pada Ruang Kamar

No	Kecukupan udara	Jumlah	Persentase (%)
1	Tercukupi	24	80%
2	Tidak tercukupi	6	20%
	Total	30	100%

Tabel 2 menunjukkan bahwa 30 ruang kamar di rumah warga, terdapat 24 atau 80% ruang kamar yang udaranya tercukupi dan terdapat 6 atau 20% ruang kamar yang udaranya tidak tercukupi.

Berdasarkan hasil pengukuran dan observasi terdapat 20% ruang kamar yang udaranya tidak tercukupi, penyebab tidak tercukupinya udara dalam ruang dikarenakan jumlah penghuni sebenarnya tidak sesuai dibandingkan dengan jumlah

penghuni teoritis atau jumlah penghuni dari hasil perhitungan. Udara ruang yang tidak mencukupi menyebabkan ruangan terasa pengap, tidak nyaman dan dapat menyebabkan gangguan pernafasan.

#### **Kenyamanan Pada Ruang Kamar**

Kenyamanan pada ruang kamar rumah penduduk di Desa Gudang Hirang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kenyamanan dari Aspek Objektif pada Ruang Kamar

No	Kenyamanan	Jumlah	Persentase (%)
1	Nyaman	13	43%
2	Tidak Nyaman	17	57%
	Total	30	100%

Tabel 3 menunjukkan bahwa 30 ruang kamar di rumah warga, terdapat 13

atau 43% ruang kamar yang Suhu lebih dingin minimal 1°C dari luar dan terdapat

17 atau 57% ruang kamar yang Suhu lebih panas, sama, atau lebih dingin tapi kurang dari 1°C.

Kenyamanan dalam ruangan juga dicatat berdasarkan pernyataan penghuni

ruangan dan dinyatakan sebagai kenyamanan subjektif. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Kenyamanan dari Aspek Subjektif pada Ruang Kamar

No	Kenyamanan dari Perasepsi Penghuni	Jumlah	Persentase (%)
1	Nyaman	7	23%
2	Tidak Nyaman	23	77%
Total		30	100%

Tabel 4 menunjukkan bahwa 30 ruang kamar di rumah warga, terdapat 7 atau 23% ruang kamar yang persepsi dari responden mengatakan Nyaman dan terdapat 23 atau 77% ruang kamar yang persepsi dari responden mengatakan tidak nyaman.

Berdasarkan hasil pengukuran dan observasi kenyamanan dari aspek objektif menyatakan bahawa 57% ruang kamar yang Suhu lebih panas, sama, atau lebih dingin tapi kurang dari 1°C (dikategorikan Tidak Nyaman), dan untuk nyaman dari aspek subjektif menyatakan bahwa 77% ruang kamar dinyatakan tidak nyaman. Penyebab ruangan tidak nyaman karena sirkulasi udara yang tidak lancar dan suhu di dalam ruangan sama dengan suhu di luar ruangan. Efek jangka pendeknya adalah penghuni akan merasa gerah, dan tidak betah berada dalam ruangan. Udara yang panas dapat juga menurunkan kualitas udara dalam ruang

dan mempengaruhi kenyamanan manusia yang tinggal atau bekerja dalam ruang tersebut.

Menurut [5], salah satu hal yang sangat berpengaruh dalam kenyamanan termal adalah terciptanya kondisi termal yang sesuai dengan tubuh manusia. Untuk itu kenyamanan termal dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu; 1). Faktor obyektif yaitu faktor obyektif yang berpengaruh meliputi temperatur udara, temperatur radiasi, kecepatan udara dan kelembaban udara, 2). Faktor subyektif, yaitu faktor subyektif yang berpengaruh meliputi, pakaian, aklimatisasi (penyesuaian diri), aktifitas, umur dan kondisi kesehatan.

#### Hubungan Kecukupan Dengan Kenyamanan Udara Dalam Ruang

Hubungan kecukupan udara dengan nyaman diuji menggunakan *chi-square* test dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Uji *Chi-Square* Kecukupan Udara Dengan Kenyamanan Pada Ruang Kamar

Kecukupan Udara	Kenyamanan				Total	ρ (Value)
	Nyaman		Tidak Nyaman			
	N	%	N	%		
Cukup	13	100%	11	65%	24	80%
Tidak Cukup	0	0%	6	35%	6	20%
Total	13	100%	17	100%	30	100%

Tabel diatas menunjukkan nilai  $p=0,024$  atau dibawah nilai  $\alpha =5\%$ . Artinya secara statistik terdapat hubungan antara kecukupan udara bersih dengan kenyamanan udara di dalam ruang.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahawa semua masalah penyebabnya sama yaitu ketidak sesuaian kebutuhan udara dengan kecukupan udara dalam ruang, bagian yang dapat diintervensi adalah kontrusi ventilasi.

Sehingga untuk ketidak sesuaian dapat dicegah sebagai berikut: 1). Agar ventilasi bekerja efektif, setiap ventilasi ruangan harus memiliki luas yang sesuai dengan volume ruangan, hal ini dapat diukur dengan menghitung luas ventilasi yang merupakan 10% dari luas lantai pada ruangan tersebut, 2). Selain ukuran ventilasi, sirkulasi udara juga dipengaruhi oleh tinggi ventilasi dari lantai, selisih suhu udara di luar ruangan dan di dalam ruangan, luas ventilasi baik gabungan maupun permanen sehingga faktor-faktor tersebut harus diperhitungkan dalam membuat ventilasi alamiah, 3). Pembangunan rumah harus memperhitungkan jarak rumah sehingga ada celah untuk sirkulasi udara, 4). Penggunaan kipas angin dapat digunakan untuk menyegarkan ruangan namun tetap harus mengutamakan kecukupan luas ventilasi, 5). Rumah yang memakai atap seng sebaiknya menggunakan plafon sehingga dapat menghambat panas dari atap ke dalam ruang kamar, dan 6). Tata letak benda dan perabotan diatur sedemikian rupa sehingga tidak menghalangi sirkulasi udara.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa waktu pergantian udara pada ruang kamar di rumah warga di desa gudang hirang, berdasarkan hasil penelitian masih terdapat terdapat 87% ruang kamar dengan waktu pergantian udara yang tidak terpenuhi, kecukupan udara pada ruang kamar di rumah warga di desa gudang hirang berdasarkan hasil penelitian bahwa masih terdapat 20% ruang kamar yang udaranya tidak tercukupi, kenyamanan diukur dari aspek objektif dan subjektif. Aspek objektif menentukan ruang nyaman jika suhu kamar lebih dingin minimal 1°C dibandingkan suhu luar. Ruang dinyatakan tidak nyaman jika suhu kamar lebih panas, sama, atau lebih dingin tapi kurang dari 1°C dibandingkan suhu luar. Sedangkan dari aspek subjektif kenyamanan ditentukan berdasarkan persepsi dari responden. Berdasarkan hasil penelitian

kenyamanan objektif terdapat 57% ruang kamar yang Suhu lebih panas, sama, atau lebih dingin tapi kurang dari 1°C (dikategorikan Tidak Nyaman), dan untuk kenyamanan subjektif terdapat 77% ruang kamar yang persepsi dari responden mengatakan tidak nyaman.

Berdasarkan hasil analisis data menunjukkan bahwa ada hubungan antara kecukupan udara bersih dengan kenyamanan udara pada ruang kamar, hal ini terbukti dari hasil uji *chi-square* yang menunjukkan nilai  $p=0,024$  atau dibawah nilai  $\alpha =5\%$ .

Agar meningkatkan pengetahuan masyarakat di bidang kesehatan lingkungan tentang pentingnya sirkulasi udara dalam ruang, kecukupan udara dalam ruang dan kenyamanan dalam ruang itu sendiri, untuk instansi terkait lebih mengintensifkan kegiatan penyuluhan, konseling dan pelatihan-pelatihan tentang sanitasi perumahan dan dari penelitian ini, peneliti selanjutnya sebaiknya meneliti tentang jarak antar rumah dan tata letak benda dengan kenyamanan penghuni kamar.

#### KEPUSTAKAAN

1. Amir, S. S. (2014). *Gambaran Kualitas Fisik Bakteriologis Udara Dalam Ruang Dan Gejala ISPA Di Pondok Pesantren Bahrul Ulum Kabupaten Gowu Tahun 2014*.
2. Dewi, D. A. K. (2018). *Hubungan Luas Ventilasi Udara Dan Luas Lantai Rumah Terhadap Kejadian Tb Paru Di Puskesmas Demangan Dan Puskesmas Banjaejo Kecamatan Taman Kota Madiun*.
3. Dewi, F. G. U. (2012). *Pengaruh Kecepatan Dan Arah Aliran Udara Terhadap Kondisi Udara Dalam Ruangan Pada Sistem Ventilasi Alamiah*. *Rekayasa Mesin*, 3(2), 299–304.
4. Febrina, D., Hamzah, B., Mulyadi, R., & Hasanuddin, U. (2016). *Pengaruh Elemen Fasad Terhadap Laju Pergerakan Aliran Udara Di Ruang Kelas Dian Febrina 1 , Baharuddin Hamzah 1 , Rosady Mulyadi 1 1*. 19–28.

5. KP, R. B. S. (2011). Kajian Kenyamanan Thermal Pada Bangunan Rumah Tinggal Arsitektur Kolonial Modern (Studi Kasus: Rumah Tinggal Karya Arsitek Liem Bwan Tjie Jl. Dr. Wahidin No. 38 Semarang). *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 13(1), 9–20.
6. Humairoh Razak, Dedes Nur Gandarum, Jimmy Siswanto Juwana. (2015). Pengaruh Karakteristik Ventilasi dan Lingkungan Terhadap Tingkat Kenyamanan Termal Ruang Kelas SMPN di Jakarta Selatan. *Universitas Trisakti*, 1-2.
7. Nurjannah, S. (2019). *Pengaruh Vertical Garden Terhadap Kelembaban Udara*. 373426.
8. Ozkar Firdaush Homzah. (2015). *Studi Perbandingan Sistem Ventilasi Mekanik Antara Ventilasi Mekanik Kontrol Dan Ventilasi Mekanik Insulasi Di Rumah Tinggal Dengan Bantuan Simbad*. 21–23.
9. Prabowo, K., & Muslim, B. (2018 ). *Penyehatan Udara* . Kementrian Kesehatan Republik Indonesia, Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan Badan Pengembangan Dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan
10. Rachmatantri, I., Hadiwidodo, M., & Huboyo, H. S. (2015). *Pengaruh Pengguna Ventilasi (AC dan Non-AC) terhadap Keberadaan Mikroorganisme Udara di Ruang Perpustakaan* (Studi Kasus:Perpustakaan Teknik Lingkungan dan Perpustakaan Biologi Fakultas MIPA Universitas Diponegoro Semarang). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(1), 1–2.
11. Ridho, M. R. (2015). *Kajian kenyamanan termal ruang gambar paket keahlian teknik gambar bangunan smk negeri 2 pengasih tugas akhir skripsi*.
12. Sukawi, & Gegoek, H. (2014). *Pengaruh Luas Bukaannya Terhadap Kebutuhan Pertukaran Udara Bersih Dalam Rumah Tinggal*. Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.
13. Tayeb, M., & Rahim, R. (2016). *Pengaruh Luasan Bukaannya Terhadap Kenyamanan Termal Ruang Kelas Siswa Pada Bangunan Sd Negeri Sudirman 1 Kota Makassar*. 55(1970), 480–485.
14. Tika, I. I. (2010). *Variasi Suhu Dan Kelembaban Udara Di Taman Suropati Dan Sekitarnya*. 24–33.
15. Widyanawati, A. (2010). *Universitas Indonesia Kualitas Udara Mikrobiologis Ruang Kelas: Studi Kasus Gedung Perkuliahan a Dan K Ftui Kualitas Udara Mikrobiologis Ruang Kelas*

