

PERBANDINGAN KUALITAS UDARA DALAM RUANG GEDUNG D1 FMIPA BERDASARKAN ARAH SINAR MATAHARI

Laila Zulaiha Amalia Rahmawati^{1*}, Toni Hartanto¹, Andini Sukma Pratiwi¹, Fathia Hanif Tiaraningrum¹, Sevianna Danah Zulfani¹, Abdul Jabbar¹, Trida Ridho Fariz¹

¹Ilmu Lingkungan, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, *Email korespondensi:
laila.zulaiha12@students.unnes.ac.id

ABSTRAK

Kualitas udara dalam ruangan adalah suatu hal yang mendeskripsikan kualitas udara ruang di dalam suatu bangunan yang sesuai untuk aktivitas dan kenyamanan manusia. Tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk mengetahui kualitas udara dalam ruang berdasarkan arah sinar matahari dan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara ruang terbuka hijau dengan kualitas udara ruangan. Penelitian dilakukan pada tanggal 11 Mei 2022 hingga 13 Mei 2022 di ruang D1-207 dan D1-202 Gedung D1 FMIPA Universitas Negeri Semarang, Sekaran, Kec. Gunungpati, Kota Semarang. Pada pagi hari saat pukul 08.00 WIB dan saat sore hari pukul 14.00 WIB dengan masing-masing pengukuran selama 20 menit. Metode penelitian yang dipakai dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan teknik analisis data yang digunakan meliputi penggunaan uji-T dan analisis deskriptif. Pada ruang 202 dan 207, suhu ruang memenuhi NAB sedangkan kelembaban dan laju ventilasinya tidak memenuhi NAB. Hasil pengujian hipotesis (Uji T) memperlihatkan bahwa variabel suhu, kelembaban dan laju ventilasi di ruangan D1-202 dan 207 tidak mempunyai pengaruh terhadap arah sinar matahari.

Kata kunci: Kualitas Udara; Sinar Matahari; Udara Dalam Ruangan

PENDAHULUAN

Kualitas udara di dalam ruangan (*indoor*) merupakan sebuah hal yang mendeskripsikan kualitas udara ruang di dalam suatu bangunan yang sesuai untuk aktivitas dan kenyamanan manusia. Definisi serta standar dari kualitas udara di dalam ruangan biasanya memakai ventilasi kualitas udara dalam ruangan yang dapat diterima (*ventilation of acceptable indoor air quality*) (ASHRAE, 2001). Berdasarkan definisi EPA, ada empat faktor yang berpengaruh pada sistem polusi udara di dalam ruangan (PUDR). Artinya, riwayat penyakit pekerja, bersumber dari internal maupun eksternal ruangan, sistem ventilasi, media pembawa (udara dalam ruangan), dan penyakit yang ditularkan melalui udara dalam ruang yang terkontaminasi. Dari perspektif kesehatan, bahaya polusi udara dalam ruangan jauh lebih besar daripada polusi udara luar ruangan. Oleh karena itu, WHO menyatakan bahwa polusi udara yang berada di dalam ruangan bisa 1000 kali lebih cepat mungkin sampai ke paru-paru daripada polusi udara luar ruangan. Diperkirakan ada sekitar 3 juta orang yang meninggal setiap tahun karena terdampak polusi udara, yang dibagi menjadi 2,8 juta di antaranya disebabkan oleh polusi udara dalam ruangan dan sisanya karena polusi udara luar ruangan (Hidayat, 2012).

Dalam penelitian Purwanita (2009) telah dilakukan analisis risiko kontaminasi timbal pada petugas parkir dalam ruangan di Lapangan Semarang, kandungan timbal dalam ruangan yaitu sebesar 0,03376 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Namun apabila menurut Kepmenkes RI No 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri, untuk suhu udara normal berkisar antara 18 °C-28 °C. Kelembaban ruangan yang dianggap nyaman bagi tubuh manusia sekitar 40- 60%. Apabila kelembaban ruang melebihi 60% dapat menjadi tempat berkembangbiaknya organisme patogen maupun organisme yang bersifat alergen di ruangan tersebut. Tetapi apabila kelembaban ruang kurang dari 40% (misalnya antara 20-30%) maka bisa mengakibatkan ketidaknyamanan, iritasi mata, dan kekeringan dalam membran mukosa seperti di tenggorokan. Tetapi ada satu ruangan pada pada kampus yg memiliki potensi tinggi dalam mengalami permasalahan polusi udara pada ruang merupakan ruang perpustakaan. Berbagai macam polutan yg mempunyai masalah yang paling berbahaya terhadap kesehatan merupakan terdapatnya kapang atau fungi pada udara dalam ruangan. Dampak kapang terhadap gangguan kesehatan pada ruang perpustakaan bisa dialami pada orang yang melakukan aktivitas pada ruangan perpustakaan.

Tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk mengetahui kualitas udara dalam ruang berdasarkan arah sinar matahari dan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara ruang terbuka hijau dengan kualitas udara ruangan. Langkah yang harus dilakukan adalah menentukan ketersediaan ruang terbuka hijau di sekitar gedung D1 FMIPA. Setelah data tersebut diperoleh dilakukan perbandingan kualitas udara di D1 202 dan 207 dan menganalisis hubungan antara ketersediaan ruang hijau dan kualitas udara, yang pada akhirnya akan menghasilkan kesimpulan dan rekomendasi bagi yang berkepentingan. Solusi untuk manajemen polusi udara yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah polusi dalam ruangan di gedung FMIPA D1 202 dan 207 adalah dengan penggunaan kipas angin dan pipa yang panjang (*long exhaust*) untuk menguapkan sisa gas hasil pembakaran ke luar ruang. Solusi ini dianggap cocok karena tidak perlu mengubah konstruksi bangunan yang ada, cukup menggunakan pemasangan saluran pembuangan dan blower yang akan menarik dan membuang sisa gas yang mudah terbakar. Dengan solusi penggunaan blower dan pipa untuk membuang sisa gas yang mudah terbakar dapat dikatakan cukup efektif dalam menghilangkan polusi di luar ruangan.

METODE PENELITIAN

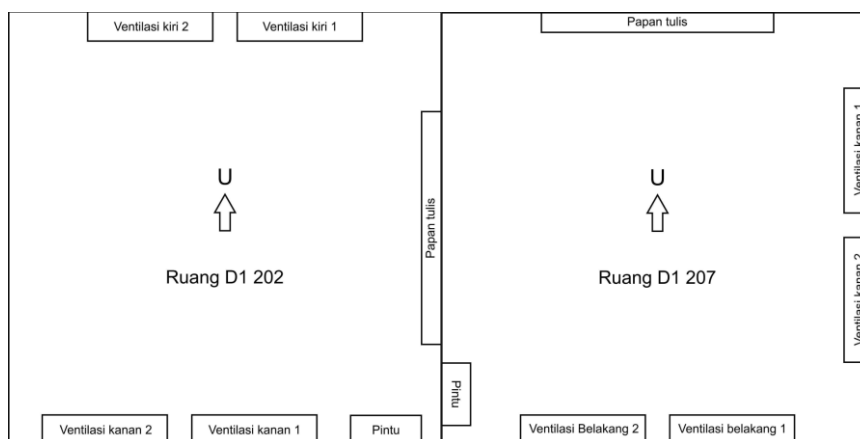
Penelitian dilakukan pada tanggal 11 Mei 2022 hingga 13 Mei 2022 di ruang D1-207 dan D1-202 Gedung D1 FMIPA Universitas Negeri Semarang, Sekaran, Kec. Gunungpati, Kota Semarang (Gambar 1). Pada pagi hari saat matahari dari arah sebelah timur pukul 08.00 WIB dan saat sore hari saat matahari berada di sebelah barat pukul 14.00 WIB dengan masing-masing pengukuran selama 20 menit per periode waktu. Metode penelitian yang dipakai dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data kualitas udara dalam ruangan yang meliputi suhu ruangan, laju ventilasi dan kelembaban udara dalam ruang.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Metode pengumpulan data yg dipakai pada penelitian ini yaitu dengan metode survey lapangan. Metode survey lapangan adalah metode yang melakukan pengamatan langsung terhadap ruangan dengan melakukan pengukuran parameter yang telah ditentukan dengan menggunakan alat sesuai parameter yang akan diukur. Pengukuran suhu ruangan dengan menggunakan termometer, pengukuran laju ventilasi dengan menggunakan anemometer, dan pengukuran kelembaban dalam ruang dengan menggunakan hygrometer.

Pengukuran dilakukan pada waktu yang sama di dalam ruangan D1-207 dengan D1-202 untuk melihat perbedaan suhu ruangan, laju ventilasi, dan kelembaban udara dalam ruang. Perbedaan posisi dan desain ruangan ini memudahkan untuk dilakukan analisis sehingga dapat terlihat jelas perbedaan hasil masing-masing parameter yang diukur pada setiap ruangan. Desain ruangan D1-202 dan D1-207 beserta lokasi untuk pengambilan data dapat dilihat pada Gambar. 2.



Gambar. 2 Denah ruangan D1-202 dan D1-207

Teknik analisis data yang digunakan meliputi penggunaan uji-T dan analisis deskriptif. Uji-T atau T-test merupakan uji statistik yang menguji validitas suatu hipotesis yang diajukan oleh peneliti dengan cara membedakan mean dari dua populasi. Pengujian statistik parametrik memiliki beberapa jenis pengujian yang digunakan untuk menarik kesimpulan tentang populasi dari sampel yang diambil. Sedangkan metode deskriptif adalah metode penelitian yang perhatiannya dipusatkan pada fenomena nyata pada saat dilakukan penelitian, kemudian dijelaskan fakta kebenaran terkait masalah yang diteliti disertai penjelasan yang akurat dan masuk akal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran kualitas udara dalam ruang pada penelitian ini berfokus pada parameter suhu, tingkat kelembaban, dan laju ventilasi. Waktu pengukuran dilakukan berdasarkan arah sinar matahari yakni sesi pagi hari dan sesi sore hari. Sesi pagi hari ketika matahari berada di sebelah timur ruangan dilakukan pada pukul 08.00 WIB dan sesi sore hari ketika matahari berada di sebelah barat ruangan dilakukan pada pukul 14.00 WIB.

Pencemaran udara pada ruang adalah sub kajian pencemaran udara yang lokasi penelitiannya berfokus pada sebuah ruangan atau indoor. Meskipun memiliki konsep dasar yang sama dengan pengukuran pencemaran udara ambien dan pencemaran udara emisi, pengukuran pencemaran udara dalam ruang memiliki indikator-indikator yang lebih spesifik. Hal ini dikarenakan ruang lingkup pengukuran pencemaran udara dalam ruang lebih sempit sehingga fenomena-fenomena pencemaran yang terjadi lebih bisa diamati dan dikendalikan. Namun, hal inilah yang mengakibatkan pergerakan udara menjadi sangat terbatas. Jika terjadi pencemaran sebuah polutan dalam ruang dan tidak disertai dengan struktur ruangan yang bagus, maka akan menciptakan kondisi ruangan yang tidak sehat yang berdampak negatif terhadap penghuni ruangan. Kualitas udara dalam ruang juga berpengaruh dari struktur bangunan. Persyaratan kualitas udara pada ruang terbagi sebagai tiga aspek, antara lain:

- A. Kualitas fisik, yang parameternya yaitu partikulat (PM_{2,5} dan PM₁₀), temperatur, pencahayaan, kelembaban, dan laju ventilasi
- B. Kualitas kimia, yang parameternya yaitu Sulfur dioksida, Nitrogen dioksida, Karbon monoksida, Karbon dioksida, Timbal, asap rokok, debu asbestos, Formaldehid, Volatile Organic Compound (VOC);
- C. Kualitas biologi yang parameternya yaitu bakteri dan jamur.

Tabel.1 Hasil perhitungan kualitas udara dalam ruang di D1-202 dan D1-207

Ruangan	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Laju Ventilasi (m/s)
---------	-----------	----------------	----------------------

	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
202	26,9	28,4	80,3	78	0,57	0,69
207	27,1	28,1	78	77,3	0,53	0,41
Baku Mutu	18-30		40-60		0,15-0,25	

Berdasarkan tabel diatas, suhu yang berada di ruang 202 sebesar 26,9 pada pagi hari dan 28, pada sore hari. Sedangkan 27,1 untuk pagi hari dan 28,1 untuk sore hari pada ruang 207. Suhu ruangan pada D1-202 & D1 207 dikatakan melampaui Nilai Ambang Batas (NAB) yg sudah ditetapkan sebesar 18-30 untuk suhu normal. Kondisi suatu ruangan yang dikatakan cukup baik akan berpengaruh langsung dengan kinerja dari orang-orang yang berada di dalam ruangan tersebut. Kondisi ruangan yang baik adalah kondisi dimana minimal 80% bagian dari penghuni merasa nyaman berada di dalam ruangan itu. Kondisi ruangan yang baik akan berpengaruh secara pribadi terhadap performa berdasarkan orang-orang yang berada pada dalamnya. Kondisi ruangan yang baik merupakan syarat dimana minimal 80% bagian dari penghuninya merasa nyaman berada pada ruangan itu. Tingkat kenyamanan suhu ruangan sangat dibutuhkan untuk aktivitas penghuni di dalam suatu ruangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas bangunan dan orientasi bangunan tidak terlalu mempengaruhi keadaan kenyamanan ruangan Apabila semakin luas ukuran ruangan & arah bangunan tidak menjamin kenyamanan pada ruangan tersebut. Dengan semakin majunya teknologi untuk menambah tingkat kenyamanan dapat menggunakan kipas angin atau pendingin ruang (AC).

Untuk nilai kelembaban sendiri yaitu sebesar 80,3% dan 78% pada ruang 202 untuk pagi hari dan sore hari sedangkan ruang 207 saat pagi dan sore hari yaitu 78% dan 77,3%. Dimana kedua ruangan tersebut mempunyai kelembaban yang melebihi NAB yang sebesar 40-60%. Gedung D1 di Universitas Negeri Semarang yang berlokasi di desa Sekaran Gunungpati dengan ketinggian kurang lebih 259 meter di atas permukaan laut dengan curah hujan rata-rata 1.853 mm/bulan, sehingga udaranya relatif sejuk karena topografinya berada di ketinggian. Selain itu juga, keberadaan pepohonan di sekitar gedung D1 juga menyebabkan tingginya angka kelembaban yang berada di ruang kelas gedung D1. Akibat dari tingginya kelembaban, maka adanya bercak-bercak yang disebabkan oleh jamur dan terkelupasnya lapisan cat dinding. Jamur pada dinding dapat mengakibatkan berbagai masalah serius seperti alergi yang berujung bersin dan gatal selama berada di ruangan tersebut, sulit bernapas untuk orang yang mengidap asma karena terhirup oleh spora jamur, sinusitis atau peradangan pada rongga pernapasan serta infeksi oleh bakteri E.coli yang dapat menimbulkan berbagai jenis penyakit ke tubuh manusia, seperti pneumonia, infeksi saluran kemih, dan diare.

Laju ventilasi yang berada di ruang 202 sebesar 0,57 m/s dan 0,69 m/s untuk pagi dan sore hari. Sedangkan di ruang 207 saat pagi hari sebesar 0,53 m/s dan saat sore sebesar 0,41 m/s. Untuk laju ventilasi yang berada di gedung D1 202 dan 207 termasuk melebihi nilai ambang batas yang telah ditentukan yaitu sebesar 0,15-0,25 m/s. Dampak dari laju ventilasi yang tidak memenuhi NAB dapat menyebabkan suburnya pertumbuhan mikroba di dalam ruang, sehingga dapat mengakibatkan gangguan terhadap kesehatan manusia.

Menurut Baharuddin (2016) untuk memenuhi kondisi kenyamanan termal khususnya pada bangunan pada gedung perkuliahan, penggunaan sistem ventilasi yang benar dan tepat sangatlah penting. Untuk mengefisiensi energi pada gedung ruang kuliah, penggunaan sistem ventilasi alami sangat dianjurkan. Namun apabila sistem alami ini tidak dapat memenuhi kondisi tingkat kenyamanan pada penghuni gedung dapat diganti dengan sistem ventilasi mekanis yang hemat energi. Oleh karena itu, ventilasi pada bangunan, baik alami maupun mekanis, sangat penting untuk menciptakan bangunan hemat energi yang dapat membuat nyaman penghuninya.

Fungsi dari ventilasi sendiri bertujuan sebagai media pertukaran gas CO₂ pada suatu ruangan. Perlu melengkapi ruangan yang dapat digunakan di kantor, pabrik, dan ruang kerja, dengan ketentuan volume ventilasi tidak kurang dari 10% dari luas ruangan yang akan di ventilasi dengan sistem ventilasi silang. Ventilasi yang baik juga memiliki arah posisi yang bersyarat, seperti arah ventilasi yang menghadap ke ruang terbuka dengan ukuran yang sesuai, dan wajib melakukan pergantian udara dengan cara membuka jendela minimal pada saat pagi hari tiap harinya. Sedangkan untuk ventilasi mekanis seperti penempatan exhaust fan harus tepat untuk melepaskan aliran udara secara maksimum dan juga memperhitungkan agar masuknya asupan udara segar. Untuk bangunan yang tertutup diusahakan menghilangkan udara kotor dari dalam gedung dan seminimal terdapat $\frac{2}{3}$ volume udara yang harus berada didalam ruang dengan memiliki ketinggian 0,6 m dari lantai.

Menurut Vector Olygay pada Lippsmeier (1995) menetapkan batas kecepatan laju ventilasi dalam ruang yang valid adalah :

1. 0,1-0,25 m/s : merasa nyaman, pergerakan udara tidak bisa dirasakan
2. 0,25-0,5 m/s : merasa nyaman, pergerakan udara sudah bisa terasa oleh kulit
3. 0,5-1,0 m/s : pergerakan udara terasa ringan
4. 1,0-1,5 m/s : aliran udara terasa ringan sampai tidak nyaman
5. >1,5 m/s : tidak nyaman, pergerakan udara perlu dikondisikan

Hasil penelitian yg sudah dilakukan membuktikan bahwa dalam ruangan 202 dan 207 mempunyai nilai laju ventilasi antara 0,5 - 1,0 m/s. Dimana hal tadi bisa dikatakan bahwa gerakan laju ventilasi terasa ringan.

Tabel 2. Uji analisis T pada kualitas udara dalam ruang

Keterangan:

H₀ = tidak adanya pengaruh terhadap arah sinar matahari pada ruang kelas D1-202 dan D1-207

H₁ = adanya pengaruh terhadap arah sinar matahari pada ruang kelas D1-202 dan D1-207

Pagi hari

Parameter	P Value	Kesimpulan
Suhu	0,20176	Tidak ada pengaruh sinar matahari pada suhu ruang kelas D1-202 dan D1-207
Kelembaban	0,354521	Tidak ada pengaruh sinar matahari pada suhu ruang kelas D1-202 dan D1-207
Laju Ventilasi	0,481606	Tidak ada pengaruh sinar matahari pada suhu ruang kelas D1-202 dan D1-207

Sore hari

Parameter	P Value	Kesimpulan
Suhu	0,488037456	Tidak ada pengaruh sinar matahari pada suhu ruang kelas D1-202 dan D1-207
Kelembaban	0,281574	Tidak ada pengaruh sinar matahari pada suhu ruang kelas D1-202 dan D1-207

Laju Ventilasi	0,125378	Tidak ada pengaruh sinar matahari pada suhu ruang kelas D1-202 dan D1-207
----------------	----------	---

Apabila nilai signifikansi (t) atau P Value > 0.05, maka H0 diterima, maka tidak terdapat pengaruh terhadap arah sinar matahari. Hasil yang didapat dari pengujian hipotesis (Uji T) dalam tabel di atas memperlihatkan bahwa nilai signifikansi variabel suhu, kelembaban dan laju ventilasi saat pagi hari yaitu sebanyak 0.21 m/s, 0.35 m/s dan 0.48 m/s serta pada sore hari sebesar 0.489 m/s, 0.281 m/s dan 0.125 m/s yang mana lebih besar dibandingkan 0,05. Hal ini membuktikan bahwa variabel suhu, kelembaban dan laju ventilasi di ruangan D1-202 dan 207 tidak mempunyai pengaruh terhadap arah sinar matahari.

KESIMPULAN

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu ruangan pada gedung kelas D1-202 dan D1-207 Universitas Negeri Semarang masih sesuai pada nilai ambang batas yang ditentukan. Rata-rata temperatur suhu ruang di ruang D1-202 pada pagi hari sebesar 26,9 °C, dengan kondisi yang berbeda untuk sore hari yaitu sebesar 28,4 °C. Sedangkan untuk rata-rata temperatur suhu di ruang D1-207 pada pagi hari sebesar 27,1 °C dan pada sore hari 28,1 °C. Hal inilah yang membuat pengguna ruangan dapat merasa nyaman.

Untuk kelembaban udara di dalam ruang, hasil pengukuran memperlihatkan bahwa kelembaban udara di ruang D1-202 pada pagi hari sebesar 80,3 % serta pada sore hari yaitu sebesar 78%. Sedangkan untuk kelembaban udara di D1-207 pada pagi hari sebesar 78 % dan pada sore hari sebesar 77,3 %. Hal inilah yang dapat menyebabkan terdapatnya bercak-bercak di dinding ruang yang disebabkan oleh jamur serta dapat terkelupasnya lapisan cat dinding.

Kondisi laju ventilasi di ruang D1-202 pada pagi hari sebesar 0,57 m/s dengan kondisi yang berbeda pada sore hari yaitu sebesar 0,68 m/s. Sedangkan untuk kondisi laju ventilasi di D1- 207 dipagi hari sebesar 0,52 m/s dan sore harinya sebesar 0,40 m/s. Laju ventilasi pada kedua ruangan tersebut tidak memenuhi NAB yang telah ditetapkan sehingga dapat menyebabkan suburnya mikroorganisme dalam ruang dan menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia.

Saran yang bisa didapatkan dari penelitian ini yaitu :

1. Menambahkan jumlah kipas angin pada ruangan bisa membantu meningkatkan sirkulasi udara
2. Memberikan lebih banyak ventilasi di setiap sisi ruangan
3. Mengubah warna kain hordeng menjadi warna yang lebih terang
4. Mengganti warna cat dinding di ruangan ruangan kelas untuk menyediakan ruangan yang nyaman bagi para mahasiswa
5. Penelitian ini dapat menjadi saran untuk lebih bisa meningkatkan ruangan kelas agar terhindar dari pencemaran udara yang berada di dalam ruang.

DAFTAR PUSTAKA

- Baharuddin, M. T. I., Beddu, S., & Yahya, M. (2016). Kenyamanan Termal Gedung Kuliah Bersama Kampus Baru Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Febrina, D., Hamzah, B., & Mulyadi, R. (2018). Pengaruh Elemen Fasad Terhadap Laju Pergerakan Aliran Udara Di Ruang Kelas. *PURWARUPA Jurnal Arsitektur*, 1(2), 19-28.
- Fitria, L., Wulandari, R. A., Hermawati, E., & Susanna, D. (2008). Kualitas udara dalam ruang perpustakaan universitas "x" ditinjau dari kualitas biologi, fisik, dan kimiawi. *Makara kesehatan*, 12(2), 77-83.
- Gunawan, G., & Ananda, F. (2017). Aspek kenyamanan termal ruang belajar gedung sekolah menengah umum di wilayah Kec. Mandau. *Inovtek Polbeng*, 7(2), 98-103.

- Huboyo, H. S., Istirokhatun, T., & Sutrisno, E. (2016). Kualitas Udara dalam Ruang di Daerah Parkir Basement dan Parkir Upperground (Studi Kasus di Supermarket Semarang). *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 13(1), 8-12.
- Lippsmeier, G. (1994). *Bangunan Tropis Alih bahasa Syahmir Nasution*. Erlangga. Jakarta.
- Nasional, B. S. (2001). *SNI 03-6572-2001* Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung.
- PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 1077/MENKES/PER/V/2011 TENTANG PEDOMAN PENYEHATAN UDARA DALAM RUANG RUMAH
- Sarinda, A., Sudarti, S., & Subiki, S. (2017). Analisis Perubahan Suhu Ruangan Terhadap Kenyamanan Termal di Gedung 3 Fkip Universitas Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 6(3), 312-318.
- Widuri, S. R., & Ardi, S. Z. (2019). Hubungan Suhu dan Kelembaban Dengan Keluhan Sick Building Syndrome Pada Karyawan di Kampus 4 Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. *FKM Ahmad Dahlan*, 270, 1-10.