

EVALUASI PENGHAWAAN ALAMI RUANG KELAS DI SEKOLAH DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK SIMULASI CFD

Mahizar Mandika Muhammad, Heru Sufianto, Beta Suryokusumo Sudarmo

*Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65141, Indonesia
Alamat Email penulis: izar_3m@yahoo.com*

ABSTRAK

Sekolah merupakan salah satu fasilitas yang digunakan untuk menerapkan pendidikan sebagai proses aktivitas edukasional. Ketidaknyamanan suasana ruang kelas dapat menimbulkan efek negatif yang mempengaruhi efektifitas kegiatan belajar mengajar. Salah satu faktor yang mempengaruhi efektivitas penghawaan alami yakni kesesuaian penggunaan sistem penghawaannya. Sistem penghawaan alami yang tidak sesuai dengan kondisi ruangan akan mengakibatkan sirkulasi udara dalam ruangan tidak berjalan dengan optimal. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kecepatan dan persebaran angin di dalam ruang kelas di SMA Negeri 4 Malang, yang nantinya diberikan rekomendasi jendela agar memenuhi standar angin dalam ruang yang telah ditetapkan oleh SNI 03-6572-2001 dan juga meninjau dari literatur - literatur yang terkait dengan penghawaan alami bangunan. Metode yang dipakai dalam penelitian ini yaitu simulasi digital, menggunakan software Autodesk Flow Design 2015. Software dapat menunjukkan kecepatan, arah, dan persebaran angin dalam bentuk grafis - kuantitatif. Hasil dari evaluasi dan rekomendasi jendela yang kemudian dibuktikan dengan simulasi, menunjukkan adanya perubahan pada persebaran dan kecepatan angin. Penghawaan alami bangunan pada tiap tipe ruang kelas menjadi lebih optimal.

Kata kunci: sekolah, ruang kelas, penghawaan alami, bukaan

ABSTRACT

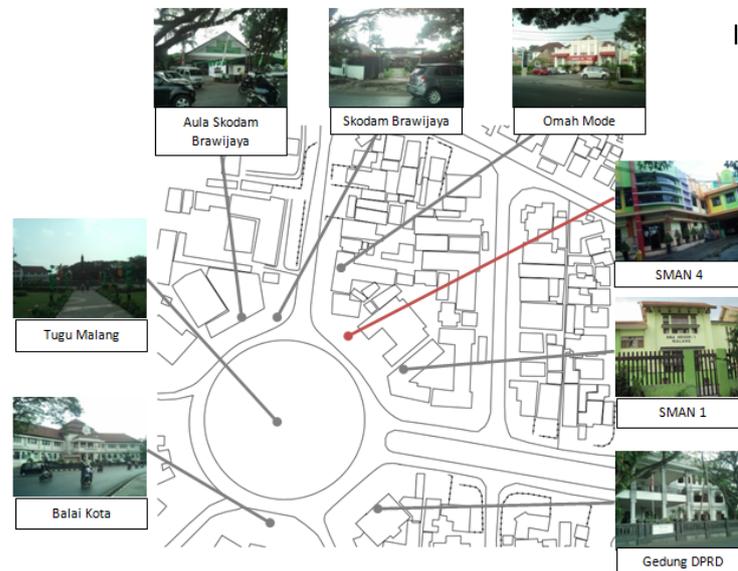
School is one of the facilities used to implement education as a process of educational activity. Discomfort classroom atmosphere can cause negative effects that affect the effectiveness of teaching and learning activities. One of the factors that influence the effectiveness of the suitability of the use of natural ventilation system. Natural ventilation system that does not comply with the conditions of the room will result in indoor air circulation is not running optimally. This study was conducted to evaluate the speed and spread of wind in the classroom at SMAN 4 Malang, which will be given on the window in order to meet the standards of the wind in the space that has been set by SNI 03-6572-2001 and also review of the literature - literature related to natural ventilation building. The method used in this study is a digital simulation, using software Autodesk 2015 Software Design Flow can show the speed, direction, and wind distribution in graphic form - quantitative. Results of the evaluation and recommendation of the window which then proved by simulation, show changes in the distribution and wind speed. Natural ventilation building on each type of classrooms become more optimal.

Keyword: school, classroom, passive cooling, natural ventilation, window

1. Pendahuluan

Berdasarkan hasil pengamatan (visual), dibandingkan dengan SMA negeri lain di Kota Malang, SMAN 4 Malang memiliki variasi tipe kelas yang paling banyak. Sekolah ini terletak di Jalan Tugu Utara No.1 Malang. Berdampingan dengan SMA Negeri 1, dan SMA Negeri 3 Malang. SMA Negeri 4 Malang mengalami beberapa kali renovasi agar dapat menampung lebih banyak siswa dan guru. Terdapat total 26 ruang kelas dan 5 laboratorium yang menampung \pm 766 siswa, aktif digunakan Senin sampai Sabtu, 7 - 8 jam sehari (website resmi SMA4).

Berdasarkan hasil survey lapangan yang dilakukan pada tanggal 24-27 Desember 2014, ruang-ruang kelas di SMA Negeri 4 Malang tidak nyaman secara termal. Hal tersebut diperkuat dengan hasil wawancara dan pembagian kuesioner pada sejumlah siswa yang dilakukan pada tanggal 2 - 7 Februari 2015. Hasil kuesioner menunjukkan bahwa siswa di dalam ruang kelas merasa gerah, terutama pada jam 10 keatas.



Gambar 1. Lokasi Objek Kajian

Berada di kompleks Tugu Kota Malang, berbatasan langsung dengan Omah Mode (utara) dan SMA Negeri 1 Malang (Timur). Bangunan - bangunan tersebut berpotensi menghalangi angin yang akan berhembus ke SMA Negeri 4 Malang.

2. Metode

Pengumpulan data dilakukan untuk mencari segala informasi yang berkaitan dengan tema penelitian yang nantinya akan dikaji lebih lanjut. Metode pengumpulan data yaitu, tinjauan lapangan, pengukuran langsung, dan wawancara.

Tinjauan lapangan bertujuan untuk memperoleh informasi dan data - data eksisting dari objek kajian, seperti: dimensi ukuran ruang kelas; ukuran bukaan, penempatan bukaan, sistem ventilasi yang digunakan; dan untuk mengetahui jenis jendela yang digunakan.

Wawancara guru meliputi kelengkapan sarana - prasarana sekolah dan ruang kelas; sejarah sekolah yang berkaitan dengan renovasi sekolah; dan kenyamanan guru (berkaitan dengan penghawaan alami) pada saat kegiatan belajar mengajar. Selain tinjauan secara langsung, diperlukan juga data - data sekunder sebagai input seperti

literatur dari Boutet (1987) dan Frick (2008) serta Permen 24, 2007 dan SNI 03-6572-2001 dalam melakukan simulasi.

Sebagian besar proses analisis menggunakan software digital. Penggunaan software digital bertujuan untuk mendapatkan data – data yang akurat. *Modeling* menggunakan bantuan software *googlesketchup*, sedangkan simulasi penghawaan menggunakan *Autodesk Flow Design*.

Google sketchup 8 dipilih karena relatif mudah untuk dipoerasikan dan *compatible* untuk berbagai software lainnya. Sedangkan *Autodesk flow design* mudah dioperasikan dan cukup akurat dibandingkan software lain seperti *ANSYS* atau *CFD*.

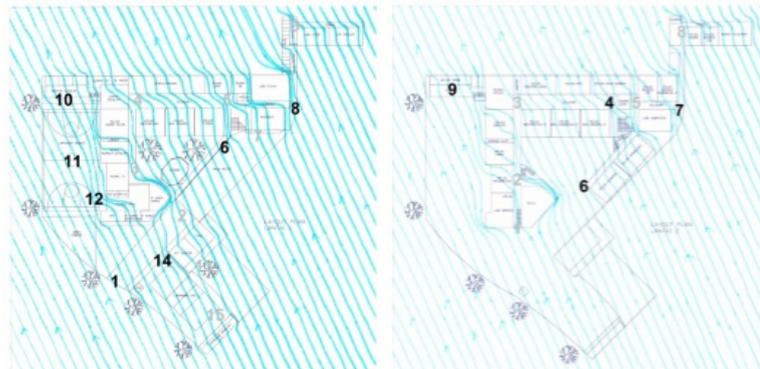
Ruang kelas yang penghawaan alaminya tidak optimal (kecepatan dan persebaran) akan diberikan rekomendasi desain ruang kelas. Rekomendasi yang diberikan sebisa mungkin tidak banyak mengubah eksisting ruang kelas. Berikut tingkatan dan tahapan rekomendasi:

1. Ruang kelas yang penghawaan alaminya tidak memenuhi standar pertama – tama akan diberikan rekomendasi minor, yakni mengganti tipe jendela baik inlet maupun outlet
2. Apabila tahap satu masih belum memenuhi, dilakukan rekomendasi lagi dengan mengubah lebar bukaan

3. Hasil dan Pembahasan

Dari data yang diperoleh dari BMKG Karangploso pada bulan Desember 2014, angin berhembus dari tenggara menuju barat laut dengan kecepatan rata – rata 2.1 m/s.

Angin berhembus mengenai sekolah, melewati atas bangunan dan lorong – lorong di sekolah, serta melewati jendela ventilasi pada tiap ruangan. Sehingga angin yang menerpa sekolah dapat dimanfaatkan untuk penghawaan alami ruang kelas.



Gambar 2. Pergerakan Angin di Gedung SMA Negeri 4 Malang

Pergerakan angin pada sekolah kemudian digambarkan secara grafis. Perubahan arah dan kecepatan angin pada persimpangan dan koridor sekolah digambar secara manual merujuk teori dari Boutet dan Frick.

Kemudian, angin yang masuk ke dalam ruang kelas dianalisis menggunakan software CFD. Gambar akan menunjukkan seberapa optimal persebaran dan kecepatan angin, dan dibandingkan dengan SNI 03-6572-2001. Dari 13 sampel tipe ruang kelas di SMA Negeri 4 Malang, persebaran dan kecepatan angin yang tidak optimal akan diberikan rekomendasi berupa merekayasa bukaan. Terdiri dari 2 tahap, yang pertama mengganti tipe jendela, dan yang kedua mengganti lebar bukaan.

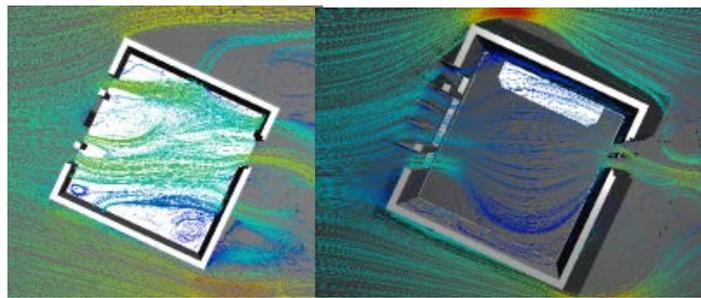
Tipe 1

Ruang kelas tipe 1 memiliki Luas 60.8 m², dengan panjang 8 meter dan lebar 7.6 meter, serta memiliki ketinggian 5.5 meter.



Gambar 3. Kondisi Eksisting Ruang Tipe 1

Hasil simulasi yang diterapkan pada objek kajian ruang kelas tipe 1 menunjukkan pola pergerakan angin yang kurang merata, yakni $\pm 55\%$ dari luas lantai ruangan (kiri). Selain itu kecepatan udara di dalam ruangan yang berkisar antara 0 – 0.5 m/s, sedikit lebih tinggi apabila dibandingkan dengan standar SNI yang maksimalnya hanya diijinkan 0.25 m/s.



Gambar 4. Simulasi Eksisting dan Rekomendasi 1 Ruang Kelas Tipe 1

Rekomendasi tahap 1 berupa penggantian jenis jendela pada ruangan. Pola persebaran udara pada ruang kelas tipe 1 tidak merata. Oleh karena itu angin dari luar perlu diarahkan sedemikian rupa untuk pemerataan persebaran udara. Jendela tipe single casement cukup efektif digunakan untuk pemerataan sekaligus mengarahkan udara di dalam ruangan. Persebaran udara yang awalnya hanya 55% dapat dioptimalkan menjadi $\pm 82.3\%$. Selain itu kecepatan udara yang awalnya 0.5 m/s dapat diturunkan hingga 0.2 m/s.

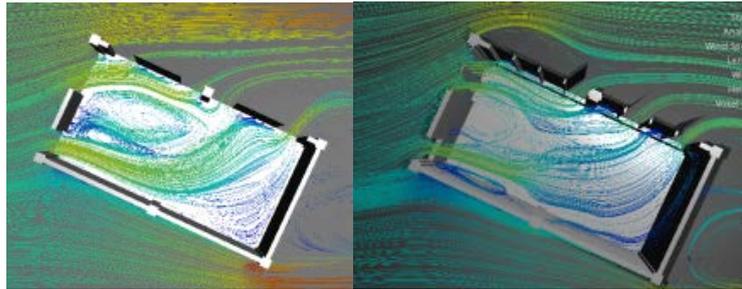
Tipe 4

Ruang kelas tipe 4 memiliki luas 30.4 m², dengan panjang 7.6 meter, lebar 4 meter dan tinggi langit – langit 3.5 meter



Gambar 5. Kondisi Eksisting Ruang Tipe 4

Hasil simulasi yang diterapkan pada objek kajian ruang kelas tipe 4 menunjukkan pola pergerakan angin yang tidak merata, persebarannya $\pm 47\%$ dari luas lantai ruangan. Kecepatan udara di dalam ruangan berkisar antara 0 – 0.6 m/s, jadi sudah memenuhi standar SNI yaitu antara 0.15 – 0.25 m/s. Rekomendasi tahap 1 (satu) pada ruang kelas tipe 4 yakni dengan cara mengubah tipe jendela. Mengganti tipe awning menjadi tipe casement pada bukaan inlet. Dan mengganti tipe fixed dan awning pada outlet dengan menggunakan tipe casement. Selain itu, mengubah jendela tipe awning menjadi tipe fixed yang berada di dekat pintu jalusi.



Gambar 6. Simulasi Eksisting dan Rekomendasi 1 Ruang Kelas Tipe 4

Hasil simulasi menunjukkan persebaran udara meningkat, dimana persebaran awalnya 47% menjadi 70%, sehingga sudah memenuhi SNI.

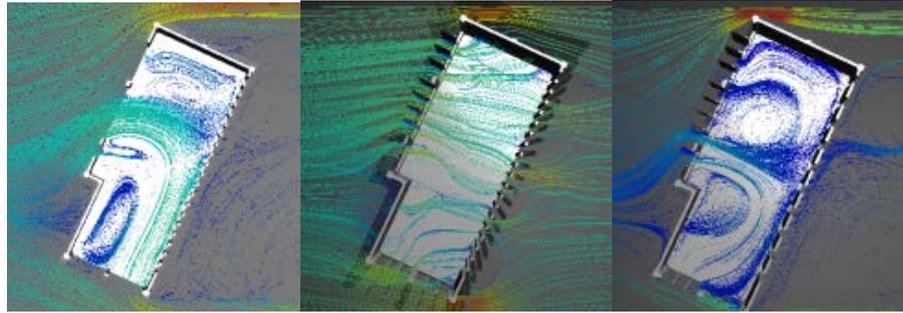
Tipe 7

Ruang kelas tipe 7 memiliki luas 72.9 m², tingginya 3.5 meter, dengan panjang 9 meter, dan lebar 5.7 meter, dan terdapat penambahan luas di area belakang dengan panjang 4.8 meter dan lebar 4.5 meter.



Gambar 7. Kondisi Eksisting Ruang Tipe 7

Hasil simulasi yang diterapkan pada ruang kelas tipe 7 menunjukkan pola pergerakan angin yang kurang merata, yakni $\pm 57\%$ dari luas lantai ruangan. Sehingga tata letak bukaan perlu diatur lagi agar udara dapat tersebar lebih merata. Kecepatan udara di dalam ruangan berkisar antara 0 – 0.7 m/s, relatif lebih tinggi bila dibandingkan standar SNI yang berkisar antara 0.15 – 0.25 m/s. Oleh karena itu solusi tahap 1 yang dilakukan adalah mengganti tipe jendela ruangan.

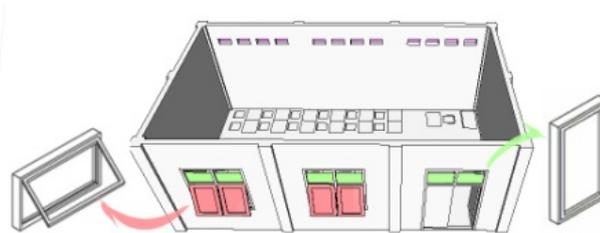


Gambar 8. Simulasi Eksisting dan Rekomendasi 1 – 2 Ruang Kelas Tipe 7

Tipe jendela yang awalnya tipe awning diubah menjadi tipe casement dengan bukaan sebesar 90 derajat. Hasil simulasi menunjukkan persebaran udara dalam ruangan menjadi lebih merata, yakni 87% dari luas lantai. Kecepatan angin juga berubah yakni menjadi 0.6 m/s. Sehingga dilakukan rekomendasi tahap 2 dengan mengganti luas bukaannya. Dan diperoleh hasil akhir dari rekomendasi, yaitu persebaran 82% dan kecepatan 0.2 m/s.

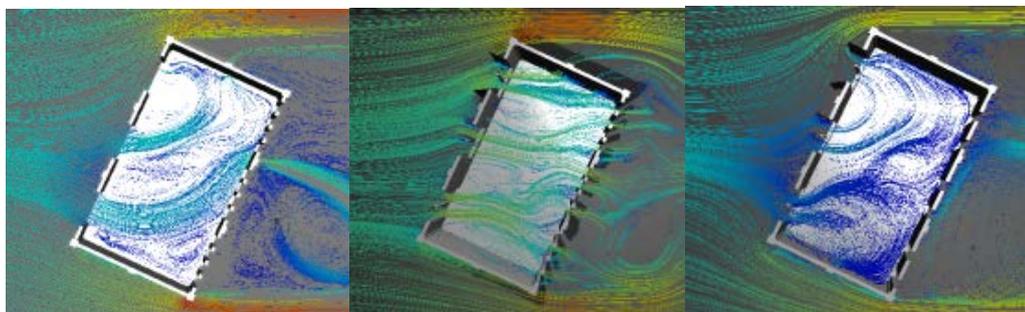
Tipe 12

Ruangan tipe 12 memiliki luas 45.9 m², dengan panjang x lebar = 9 x 5.1 m. tinggi plafon 3.5 meter terhitung dari muka lantai.



Gambar 9. Kondisi Eksisting Ruang Tipe 12

Hasil simulasi yang diterapkan pada objek kajian ruang kelas tipe 12 menunjukkan pola pergerakan angin yang kurang merata, persebaran udara hanya $\pm 50\%$ dari luas lantai ruangan. Kecepatan udara di dalam ruangan berkisar antara 0 – 0.6 m/s, lebih tinggi bila dibandingkan standar SNI yang berkisar antara 0.15 – 0.25 m/s. Rekomendasi pertama yang diberikan adalah dengan mengganti tipe jendela.



Gambar 10. Simulasi Eksisting dan Rekomendasi 1 – 2 Ruang Kelas Tipe 12

Jendela – jendela yang berada di bidang inlet diubah menjadi tipe casement, kemudian diarahkan sedemikian rupa agar persebaran udaranya lebih merata. Dari

yang sebelumnya 50% meningkat menjadi 74%. Namun kecepatan udaranya juga bertambah menjadi 0.7 m/s. Sehingga dilakukan rekomendasi tahap 2 dengan mengganti luas bukaan. Dan diperoleh hasil akhir dari rekomendasi, yaitu persebaran 76% dan kecepatan 0.15 m/s.

Tabel 1. Rekap Hasil Rekomendasi

Ruang Kelas	Eksisting		Tahap 1		Tahap 2	
	V (m/s)	%	V (m/s)	%	V (m/s)	%
Tipe 1	0.5	55	0.2	82.3	-	-
Tipe 2	0.6	63.6	0.2	65.3	-	-
Tipe 3	0.7	50	0.2	61	-	-
Tipe 4	0.6	47	0.2	70	-	-
Tipe 5	0.25	52.7	0.2	92	-	-
Tipe 6	0.7	79	0.25	85	-	-
Tipe 7	0.7	57	0.6	87	0.2	82
Tipe 8	0.2	34	0.5	82	0.2	79
Tipe 9	0.6	66	0.6	89.8	0.25	88
Tipe 10	0.7	59	0.25	67.8	-	-
Tipe 11	1.1	26	0.25	69	-	-
Tipe 12	0.6	50	0.7	74	0.15	74
Tipe 13	0.6	73	0.15	94	-	-

Dari hasil sintesis data diperoleh bahwa penghawaan alami ruangan tidak optimal. Ruang kelas tipe 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, dan 13 rata – rata kecepatan melebihi titik optimal, sehingga perlu untuk direduksi. Dan untuk persebaran udara di dalam ruangan, tipe 1, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, dan 12 masih di bawah titik optimal.

Rekomendasi tahap 1, yakni dengan mengganti jenis bukaan jendela tipe awning, menjadi tipe casement, dapat menyelesaikan permasalahan persebaran udara pada semua tipe. Untuk kecepatan angin, tipe 7, 8, 9 dan 12 masih terlalu tinggi dan belum mencapai titik optimal. Sehingga perlu dilakukan rekomendasi tahap 2.

Rekomendasi tahap 2, yakni dengan mengubah luas bukaan, dapat mengubah kecepatan angin hingga mencapai titik optimal. Persebaran udara juga mengalami perubahan, tetapi masih berada di titik optimal.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan hasil analisis dari objek kajian yang telah dilakukan sebelumnya. Dapat disimpulkan beberapa hal, antara lain:

- Persebaran dan kecepatan angin pada semua tipe kelas di SMA Negeri 4 Malang tidak optimal
- Rekomendasi tahap 1, menyelesaikan permasalahan persebaran udara pada semua tipe. Pemilihan tipe jendela memiliki pengaruh terhadap persebaran angin.
- Rekomendasi tahap 2, dapat mengubah kecepatan angin hingga mencapai titik optimal. Persebaran udara juga mengalami perubahan, tetapi masih memenuhi standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Boutet, T.S.1987. *Controlling Air Movement – A Manual for Architects and Builders*. New York: McGraw-Hill.
- Frick, H., Ardiyanto, A., Darmawan. 2008.*Ilmu Fisika Bangunan*.Jakarta.
- Martin, E. 1980. *Housing, Climate, and Comfort*. London: The Architectural Press Limited.
- Permen no. 24 Tahun 2007. 2007.*Standar Sarana dan Prasarana Sekolah / Madrasah Pendidikan Umum*. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional
- SNI 03-6572-2001.2001.*Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi san Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.