

Analisis Desain Ventilasi Alami dengan Metode *Computational Fluid Dynamic* Software *Ansys Workbench* pada Gedung Olahraga

Faizah Tri Rakhmawati¹, Beta Suryokusumo², Heru Sufianto²

¹Mahasiswa Menempuh Tugas Akhir Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

²Dosen Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145, Indonesia

Alamat Email penulis: faizah1393@gmail.com

ABSTRAK

Ventilasi alami pada sebuah gedung olah raga dengan kegiatan berat dan bentang yang lebar penting untuk penghawaan secara alami bagi penonton dan pemain. Faktor yang mempengaruhi penghawaan alami yaitu (a) bentuk massa (b) orientasi bukaan terhadap arah angin (c) *overhang* horizontal (d) rasio jendela (e) jenis jendela (f) perbedaan jarak tinggi bukaan dan (g) perletakan serta penataan vegetasi terhadap inlet. Simulasi menggunakan program *Computational Fluid Dynamic* software *Ansys Workbench* untuk menguji faktor-faktor di atas. Hasil akhir dari desain Gedung Olahraga Kota Batu adalah bentuk massa persegi panjang dengan sisi miring di bagian depan, orientasi *inlet* tegak lurus dengan arah angin, *overhang* memiliki jarak dengan *inlet*, rasio jendela antar *inlet* lebih besar dari *outlet*, penataan vegetasi bersilangan dan. Aliran angin merata pada seluruh ruang dan laju udara sudah di atas batas minimal yaitu 1.1 m/s. Aliran angin merata pada setiap sudut ruang.

Kata kunci: gedung olahraga, ventilasi alami, angin

ABSTRACT

Natural ventilation on a sports building with heavy flow of activities and wide range of span becomes important for natural cooling for both player and spectator. Factors that influence the natural ventilation among other forms of (a) mass (b) the orientation of the openings to the wind direction (c) horizontal overhangs (d) the ratio of windows (e) type of windows (f) high distance difference openings and placement and (g) arrangement of vegetation to the inlet. Simulations using Computational Fluid Dynamic, from Ansys Workbench software to test the factors mentioned above. The end result of the Batu Sports Hall design is a rectangular shape mass with inlet orientation perpendicular to the wind direction, the overhang at a certain distance from the inlet, the ratio between the inlet window is larger than the outlet, with crossed arrangement of vegetation. Wind flow is even throughout the room and air rate is already above the minimum limit is 1.1 m / s. Wind flow is even to every corner of the room.

Keywords: sport hall, natural ventilation, wind

1. Pendahuluan

Olahraga merupakan kebutuhan utama setiap manusia untuk tetap menjaga kesehatan fisik maupun psikisnya. Dalam kegiatan berolahraga, manusia melakukan aktivitas yang lebih berat dibanding dengan aktivitas biasanya, sehingga membuat

manusia lebih banyak mengeluarkan keringat. Ini merupakan salah satu hal yang mengurangi kenyamanan saat melakukan aktivitas olahraga.

Aktivitas olahraga merangsang peningkatan laju metabolisme dan juga mengakibatkan gesekan antar komponen otot/organ yang menghasilkan panas. Latihan olahraga dapat meningkatkan suhu 38.3°C - 40°C sehingga otak menanggapi dengan memberikan reaksi melepaskan panas ke lingkungan, yaitu dengan kemampuan kulit untuk mengeluarkan kelenjar keringat. Hal ini yang dapat mengurangi kenyamanan, karena dengan kondisi tersebut dapat mengurangi konsentrasi pemain sehingga tidak dapat fokus di dalam pertandingan atau latihan. Ketidaknyamanan juga dirasakan penonton pertandingan, karena dengan kondisi yang padat dan ramai saat menonton pertandingan, pastinya ketidaknyamanan karena panas dan kurang mendapatkan udara dirasakan oleh penonton. Hal ini dapat diselesaikan dengan memberikan aliran udara pada kulit dengan tujuan membawa panas menjauhi tubuh.

Dengan demikian akan dirancang suatu gedung olahraga baru yang dapat menampung beberapa olahraga yang banyak diminati dan berprestasi di Kota Batu. Fasilitas olahraga yang akan dirancang dalam gedung olahraga tersebut akan memberikan fasilitas lapangan basket yang juga dapat digunakan sebagai lapangan voli, selain itu akan disediakan tribun untuk penonton agar dapat menjadi tempat untuk pertandingan dengan skala regional maupun nasional, dan ditambahkan area serbaguna yang dapat digunakan untuk olahraga tenis meja dan ruang untuk olahraga karate. Selain itu akan diberikan beberapa fasilitas penunjang, seperti *fitness centre*, *cafeteria*, mushollah, dan lainnya.

2. Bahan dan Metode

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam SK SNI-T26-1991-03, Menpora, 1994 dijelaskan gedung olahraga dapat menggunakan ventilasi alami dan buatan. Di dalam tata udara di dalam gedung olahraga harus memenuhi persyaratan yaitu luas bukaan minimal 6% dari luas lantai efektif dan pergerakan ventilasi alami harus diatur berdasarkan pergerakan udara silang. Di dalam SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi Dan Pengkondisian Udara pada bangunan gedung di atur standar minimal laju udara ventilasi gedung olahraga, yaitu 1.1 m/s. Tujuan dari penghawaan alami adalah untuk dapat mengalirkan udara bersih ke dalam bangunan. Udara mengalir karena adanya perbedaan suhu maupun tekanan sehingga udara dapat mengalir, selain itu juga karena terjadi arus konveksi natural (Lechner, 2007:293). Arus udara bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah. Gerakan udara menimbulkan pelepasan panas dari permukaan kulit oleh penguapan. Semakin besar kecepatan udara, semakin besar panas yang hilang bila temperatur udara luar lebih rendah daripada temperatur tubuh manusia (Lippsmeimer, 1994).

2.2 Metode

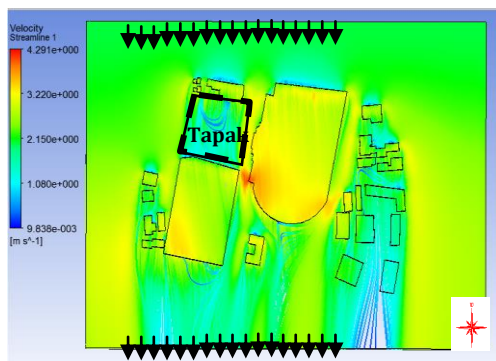
Metode analisis faktor-faktor arsitektur yang mempengaruhi ventilasi alami melalui metode simulasi pergerakan dan kecepatan angin di dalam bangunan dengan menggunakan program *Computational Fluid Dynamic* software *Ansys Workbench*. Dalam proses perancangan beberapa tahapan antara lain.

- A. Dimulai dengan identifikasi permasalahan di dalam tapak, iklim, aktivitas, pelaku. Dengan mengetahui permasalahan dan isu pada tapak, maka dapat ditemukan penyelesaian-penyelesaian yang harus dilakukan.
- B. Merumuskan tinjauan pustaka tentang gedung olahraga dan penghawaan alami, kebutuhan kualitas udara pada ruang, dan sistem penghawaan alami berupa ventilasi silang.
- C. Menganalisis kebutuhan penghawaan alami pada lapangan olahraga, menganalisis sistem penghawaan, menganalisis kondisi tapak dengan mengamati arah, dan kecepatan angin untuk menyusun strategi penghawaan alami pada bangunan.
- D. Proses perancangan berupa analisis bukaan bangunan terhadap arah dan kecepatan angin dan strategi penghawaan alami bangunan.
- E. Proses terakhir berupa evaluasi desain dengan simulasi *Computational Fluid Dynamic* software *Ansys Workbench* untuk membuktikan tingkat keberhasilan desain dalam memberikan penghawaan alami dalam bangunan.

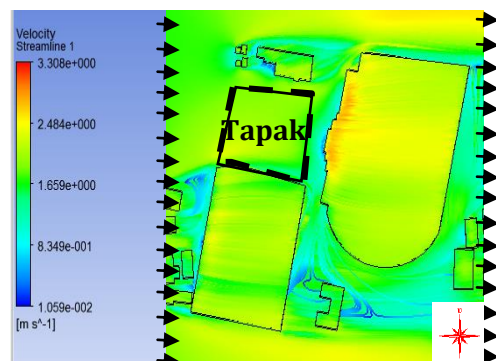
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Tapak

Area pembangunan gedung olahraga berada pada kawasan Stadion Brantas yang merupakan area olahraga tepatnya pada $-7.877927^{\circ}\text{S}$, $112.525181^{\circ}\text{E}$ yang merupakan pecahan dari Kabupaten Malang dan baru resmi menjadi kota sendiri pada tahun 2001. Berdasarkan data BMKG, angin yang berhembus di dalam tapak pada bulan Februari hingga Juni berhembus dari barat ke selatan, dan pada Januari dan Juni sampai Desember. Rata-rata kecepatan angin dari barat adalah 1.128 m/s sedangkan kekuatan angin dari arah utara adalah 2.03 m/s . Berikut kondisi tapak saat terjadi angin dari utara dan barat, seluruh bagian tapak mendapatkan aliran angin.



Gambar 1. Arah angin dari utara



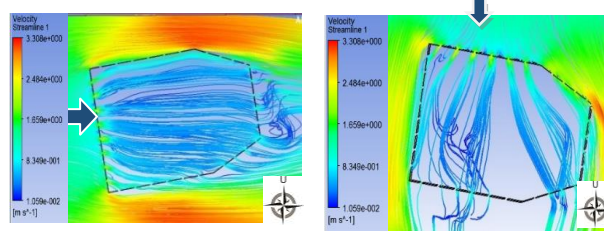
Gambar 2. Arah angin dari barat

3.2 Analisis dan Hasil Bangunan

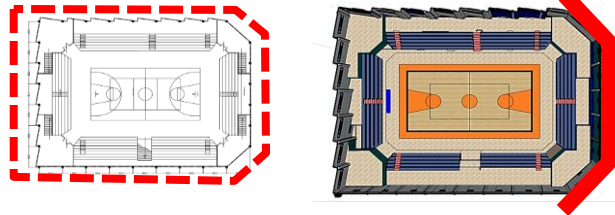
Fungsi bangunan dibagi menjadi tiga, yaitu fungsi primer berupa lapangan olahraga, sekunder berupa *fitness centre*, pengelola dan fungsi tersier berupa retail.

3.2.1 Analisa dan Hasil Bentuk Bangunan menggunakan simulasi *Ansys Workbench*

Dari analisa bentuk bangunan dibagi menjadi tiga, yaitu persegi panjang, setengah lingkaran, dan persegi panjang dengan lekukan di bagian depan. Simulasi dilakukan sesuai kondisi angin di tapak.



Gambar 3. Analisa Bentuk Persegi panjang miring bagian depan menggunakan simulasi Ansys Workbench



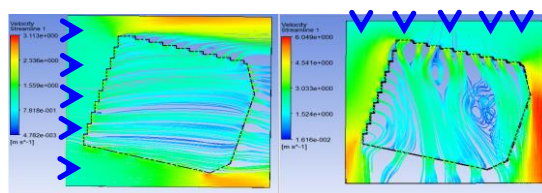
Gambar 4. Konsep bentuk bangunan

Dari analisa bentuk persegi panjang dengan sisi miring di bagian depan tersebut adalah yang paling efektif karena angin yang masuk ke dalam bangunan lebih rata dibandingkan dengan bentuk lainnya. Angin dapat menjangkau setiap sudut di dalam ruangan. Selain itu, kecepatan angin yang dihasilkan di dalam ruang sesuai dengan kebutuhan kelajuan udara di dalam gedung udara yaitu 1.05m/s. Rata-rata kecepatan di dalam bangunan adalah 1 m/s.

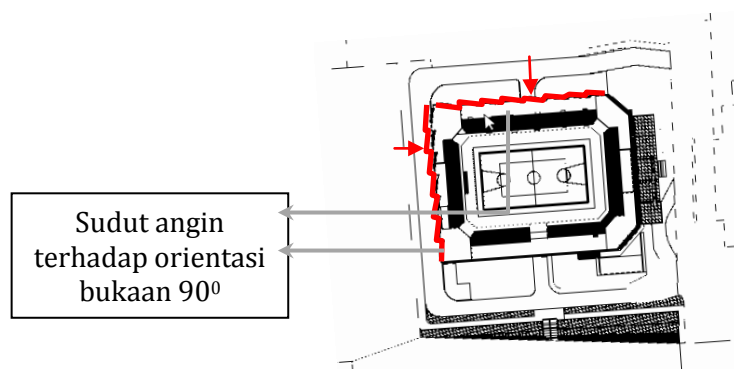
3.2.2 Analisa Strategi Penghawaan dengan Simulasi Ansys Workbench

A. Orientasi Bukaannya

Orientasi bukaan sangat mempengaruhi kecepatan dan arah angin yang masuk ke dalam bangunan. Pada kondisi tapak terpilih tapak tidak tegak lurus dengan arah angin datang. Berikut merupakan alternatif orientasi bukaan terhadap arah datang angin di dalam tapak.



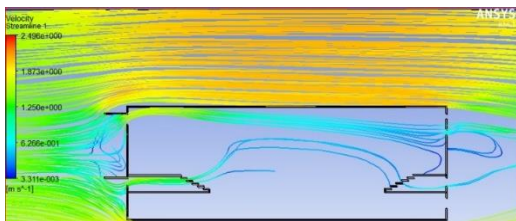
Gambar 5. Analisa orientasi bukaan 90° dari arah angin datang



Gambar 6. Hasil orientasi bukaan 90° dari arah angin

Orientasi yang dapat mengoptimalkan angin masuk ke dalam bangunan adalah orientasi bukaan yang tegak lurus 90° dengan arah datang angin. Penyebaran angin di dalam bangunan lebih merata, sehingga setiap sudut di dalam ruangan mendapatkan aliran udara. Kekuatan angin juga cukup rata yang menyebar di dalam bangunan, yaitu rata-rata 1.1 m/s.

B. Overhang Horizontal



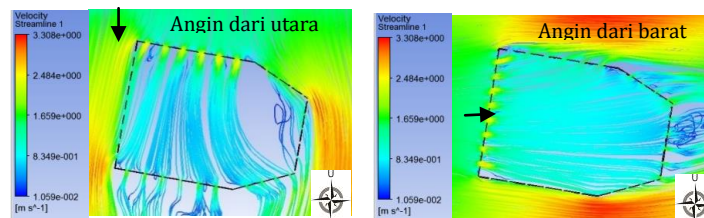
Gambar 7. Analisa *overhang* langsung di atas bukaan



Gambar 8. Kosep *overhang*

Alternatif pada overhang disimulasikan dengan dua model, yaitu overhang diletakkan langsung di atas bukaan dan overhang di atas bukaan diberikan jarak. Dari hasil simulasi ini paling efektif adalah saat overhang di atas bukaan dengan ada jarak, angin yang masuk ke dalam bangunan lebih diarahkan ke bawah, karena kebutuhan angin pada bagian bawah bukaan, yaitu pada tribun penonton dan lapangan.

C. Rasio



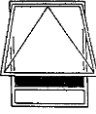
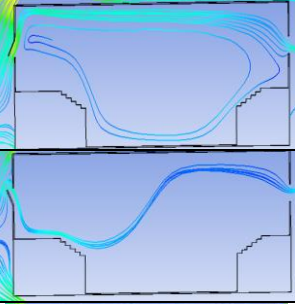

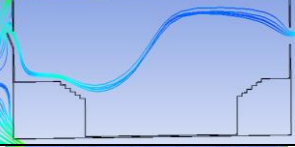

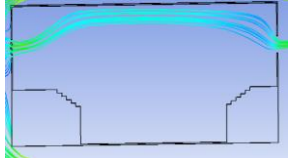

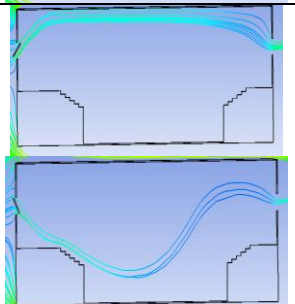
Gambar 9. Rasio *inlet*>*outlet*

Simulasi rasio bukaan *inlet* dan *outlet* yang terdiri dari perbandingan *inlet* dan *outlet* sama, rasio inlet lebih besar daripada *outlet*, dan rasio *inlet* yang lebih besar daripada *outlet*. Dari hasil simulasi perbandingan inlet lebih besar daripada outlet paling efektif karena angin di dalam bangunan lebih merata, dan kecepatan angin yang masuk ke dalam bangunan dapat memenuhi standar kecepatan angin untuk gedung olahraga, yaitu **1.1m/s**.

D. Jenis Bukaan

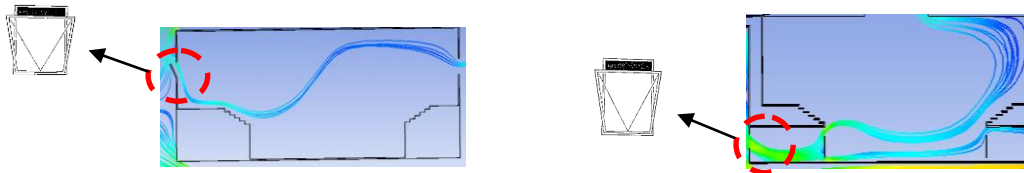
Simulasi pada bukaan dilakukan pada semua jenis bukaan, dengan tujuan angin yang dihasilkan di dalam bangunan dapat mengalirkan udara ke bagian tribun dan lapangan olahraga. Pemilihan bukaan adalah yang dapat mengalirkan udara ke bagian bawah, karena bukaan akan diletakkan di bagian atas agar kebisingan tidak ikut masuk.

Tabel 1. Analisis jenis bukaan

Jenis Jendela	Aliran Udara	Keterangan
<p><i>Top Hung</i></p> 		Aliran angin yang dihasilkan bisa horisontal dan ke atas langit-langit tergantung sudut yang digunakan.
<p><i>Bottom Hung</i></p> 		Aliran udara yang dihasilkan menuju ke bawah tergantung sudut bukaan
<p><i>Louvre Window</i></p> 		Aliran udara horisontal dan dapat diarahkan berdasarkan sudut baik ke atas atau ke bawah
<p><i>Project To Hung</i></p> 		Jendela dapat diatur lebar dan arahnya untuk mengatur kecepatan serta arah angin ke bagian atas atau bagian bawah. Jendela dapat terbuka 100% dengan aliran udara horisontal bisa dengan menyesuaikan sudut bukaan

Kesimpulan :

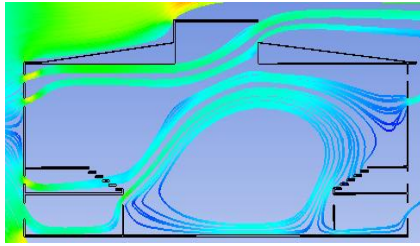
Dari hasil analisa jenis bukaan yang paling tepat untuk kebutuhan ruang adalah Pada analisis terdapat berbagai macam jenis bukaan. Untuk jenis bukaan yang diletakkan di bagian atas sama dengan bukaan yang diletakkan di bagian tengah dan bawah bangunan.



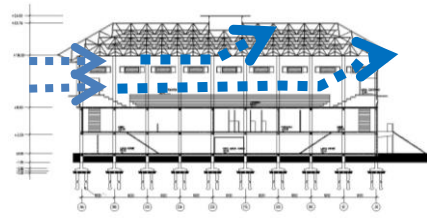
Semua bagian juga tetap menggunakan bottom hung, karena angin sengaja diarahkan ke bagian lantai, agar lantai terasa dingin dan dapat keluar ke bagian atas.

G. Stack Effect

Simulasi penataan *stack effect* dilakukan dengan memberikan beberapa model memasukan udara ke dalam bangunan yang tepat digunakan yaitu angin yang masuk ke dalam bangunan melewati bukaan yang diletakkan pada bagian atas, kemudian dialirkan ke sebuah cerobong dan pengeluaran angin di bagian atas, angin masuk ke dalam bangunan melewati bukaan yang berada pada bagian atas dan bawah kemudian dialirkan secara langsung menuju bukaan di bagian atas bangunan juga, angin masuk ke dalam bangunan lewat cerobong udara dan dikeluarkan di lewat bukaan di atap dan cerobong juga.



Gambar 10. Analisa *stack effect*

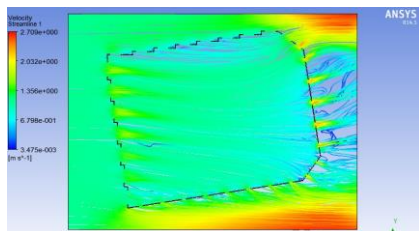


Gambar 11. Konsep *stack effect*

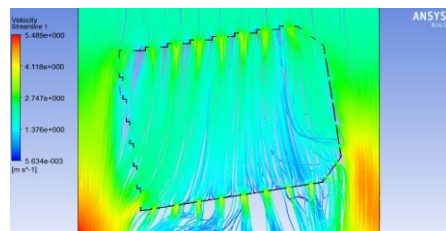
Dalam memasukkan udara di dalam bangunan yang menggunakan alternative ke 2 dengan sistem stack efek akan digunakan sistem yang memberikan *inlet* di bagian atas dan *outlet* pada bagian atas dinding dan pada atap. Pada bangunan dapat terjadi *cross ventilation* dengan memberikan bukaan pada bagian atas dan barah tribun, maka seluruh bagian dari lapangan dan tribun penonton bisa mendapatkan aliran udara.

3.3 Hasil Evaluasi Akhir Selubung Bangunan

Dari hasil analisis faktor-faktor arsitektur yang mempengaruhi penghawaan alami di dalam Gedung Olahraga akan dilakukan evaluasi akhir sebagai ukuran keberhasilan desain. Hasil evaluasi akhir dilakukan pada denah dan potongan bangunan.

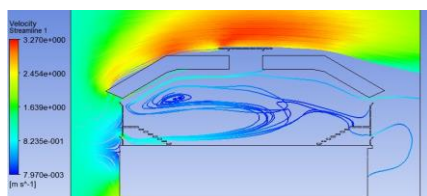


Gambar 12. Evaluasi akhir saat angin dari barat kecepatan 1.128m/s

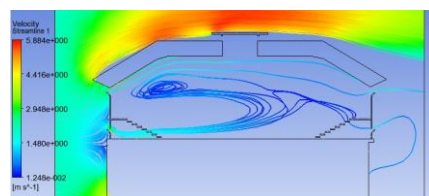


Gambar 13. Evaluasi akhir saat angin dari utara kecepatan 2.03m/s

Dari hasil evaluasi akhir pada denah bangunan saat angina dari barat dengan kecepatan 1.128m/s dapat menghasilkan angin di dalam bangunan 1.2m/s-1.3m/s dan saat angin dari utara dengan kecepatan cukup tinggi 2.03m/s dapat berkurang sehingga sesuai dengan kebutuhan di dalam bangunan, yaitu 1/3m/s-1.5m/s. Kedua hasil analisis terbukti pemerataan di dalam bangunan pula, angina dapat menyebar ke setiap sisi bangunan.



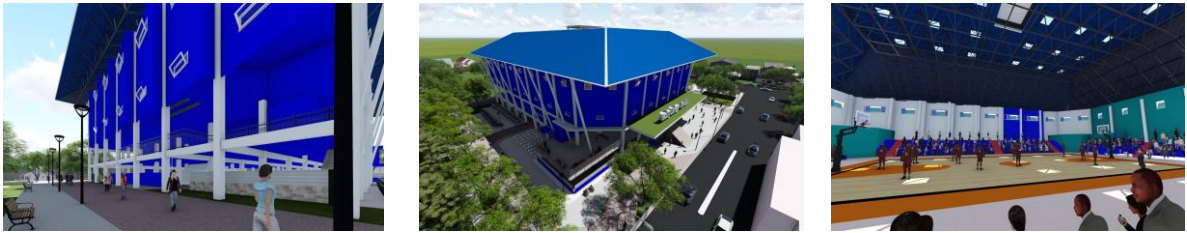
Gambar 14. Evaluasi akhir pada potongan saat kecepatan angin 1.128m/s



Gambar 15. Evaluasi akhir pada potongan saat kecepatan angin 2.03m/s

Evaluasi akhir dilakukan pada potongan bangunan dengan kecepatan rata-rata angin di dalam tapak, yaitu 1.28m/s dan 2.03 m/s. Pada evaluasi dengan kecepatan angina dari luar bangunan 1.128m/s angin yang dihasilkan di dalam bangunan 1.1m/s sedangkan saat angin dari luar bangunan 2.03m/s menghasilkan angina di dalam bangunana sebesar 1.5 m/s tidak melebihi standar kebutuhan kecepatan udara. Hasil

akhir dari simulasi potongan dapat mengalirkan udara ke tribun penonton dan lapangan olahraga.



Gambar 16. Hasil Desain Gedung Olahraga Kota Batu

4. Kesimpulan

Sistem penghawaan yang digunakan di dalam gedung olahraga ini adalah sistem penghawaan silang. Faktor yang mempengaruhi penghawaan alami antara lain bentuk massa, orientasi bukaan terhadap arah angin, *overhang* horizontal, rasio jendela, jenis jendela, perbedaan jarak tinggi bukaan dan perletakan serta penataan vegetasi terhadap inlet. Hasilnya bentuk massa persegi panjang dengan ada sisi miring di bagian depan, orientasi inlet tegak lurus dengan arah angin, *overhang* memiliki jarak dengan inlet, rasio jendela antar *inlet* lebih besar dari *outlet*, penataan vegetasi bersilangan dan. Aliran angin merata pada seluruh ruang dan laju udara sudah di atas batas minimal yaitu 1.1 m/s.

Daftar Pustaka

- Carmona, M., Tim Heath, Taner Oc, & Steve Tiesdell. 2003. *Public Places Urban Spaces: The Dimensions of Urban Design*. Oxford: Architectural Press.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2011. *Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung SK SNI 6390*. Bandung: Yayasan LPMB.
- Frick, Heinz. 1997. *Dasar-dasar Eko-arsitektur*. Yogyakarta: Kanisius.
- Lippsmeier, Georg. 1994. *Bangunan Tropis*. Terjemahan Syahmir Nasution. Jakarta: Erlangga