

Sistem Ventilasi Alami sebagai Dasar Perancangan JFC Center di Kabupaten Jember

Nastiti Kusumawardani¹, Jusuf Thojib², dan Indyah Martiningrum²

¹Mahasiswa Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

²Dosen Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

nastewardani@gmail.com

ABSTRAK

JFC Center sebagai tempat untuk menampung seluruh kegiatan yang berhubungan dengan acara tahunan JFC di Kabupaten Jember. Terdiri dari fasilitas pelatihan, fasilitas penerima, fasilitas pengelola, fasilitas servis, serta fasilitas pendukung. Menerapkan sistem ventilasi alami sebagai dasar perancangan pada bangunan terdiri dari sistem ventilasi silang dan sistem *stack effect* melalui desain bukaan yang sesuai, yaitu ukuran, letak, dan jenis. Kriteria yang diterapkan, yaitu bukaan, pemerataan, dan turbulensi. Metode terbagi menjadi dua tahap, yaitu evaluasi pada bangunan eksisting untuk menemukan permasalahan termal kemudian melakukan perancangan bangunan yang baru pada tapak yang baru pula berdasarkan permasalahan yang telah ditemukan. Letak bukaan terdiri dari bukaan bawah, bukaan tengah, dan bukaan atas. Jenis bukaan yang digunakan adalah *vertical pivot*, *the project sash*, *awning*, *horizontal pivot*, *jalousie*, dan jendela mati. Rasio inlet cenderung sama dengan outlet karena rata-rata kecepatan angin yaitu 0,33 m/s sudah memenuhi standar kecepatan angin yang paling sesuai dan dapat diterima dengan nyaman oleh penghuni bangunan. Pemerataan dan turbulensi ditunjukkan dari hasil analisis menggunakan software ANSYS Lisensi Laboratorium Studio Perancangan dan Rekayasa Sistem, Teknik Mesin, Universitas Brawijaya.

Kata kunci: sistem ventilasi alami, JFC Center, Jember

ABSTRACT

As a place to accommodate all activities related to the JFC Annual Event in Jember, JFC Center has training facilities, receiving facilities, management facilities, servicing facilities, and supporting facilities. It also apply natural ventilated system as the basic design of its building which are consist of cross ventilation system and stack effect system. It was shown by the opening's design such as its measure, location, and type. Natural ventilation system has its own criteria which are the opening, evenness, and the turbulence. The methods divided into two phase, first is evaluation toward the existing building to find out the problems, and then second, design a new building in a new place based on the determined problems. The location of the opening divided into three locations: bottom, central, and top. While the types that being used are vertical pivot, the project sash, awning, horizontal pivot, jalousie, and dead window. The inlet ratio is commonly the same as the outlet because with 0.33m/s average of wind-speed has complied the wind-speed standard and it was the most proper speed to be accepted by the dwellers. The evenness and turbulence were demonstrated by the analysis result using ANSYS software, that was licensed by the Laboratory of Design and System Engineering, the Faculty of Mechanical Engineering, University of Brawijaya.

Keywords: natural ventilation system, JFC Center, Jember

1. Pendahuluan

Indonesia berada pada daerah beriklim tropis. Dalam keilmuan arsitektur dikenal suatu bidang yang mempelajari mengenai iklim tropis di Indonesia yaitu arsitektur tropis nusantara. Dalam kajian ini menggunakan bangunan Jember Fashion Carnaval (JFC) Center sebagai objek kajian. Jember Fashion Carnaval (JFC) merupakan kegiatan tahunan bagi Kabupaten Jember yang sudah berskala internasional hingga mampu menarik minat wisatawan lokal maupun mancanegara. Kegiatan di luar kegiatan tahunan tersebut diwadahi dalam bangunan JFC Center yang merupakan tempat berkumpul bagi seluruh pengguna bangunan yang berkaitan dengan penyelenggaraan JFC tersebut. Fasilitas yang tersedia mulai dari kantor dan tempat rapat bagi pengelola, tempat bertukar pikiran bagi pengelola dan panitia kegiatan, ruang produksi butik, serta segala persiapan hingga latihan peserta diselenggarakan disana. Pada studi kasus JFC Center, bangunan tersebut berada di Kabupaten Jember yang termasuk kawasan beriklim tropis lembab, dengan titik koordinat $113^{\circ}30'$ - $113^{\circ}45'$ BT dan $8^{\circ}00'$ - $8^{\circ}30'$ LS. Kabupaten Jember memiliki suhu rata-rata $26,1^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban $91,3\%$ dan kecepatan angin $0,33\text{ m/s}$ menuju ke arah tenggara (BMKG, 2013).



Gambar 1. Peta Kabupaten Jember
(Sumber: diolah dari Googlemap, 2014)

Bangunan JFC Center yang ada saat ini berada pada suatu perumahan padat penduduk yang kondisi fisik bangunannya masih cukup baik. Namun terdapat permasalahan termal saat bangunan sedang digunakan, terutama pada area aula, yaitu rasa pengap yang dirasakan oleh pengguna bangunan pada saat melakukan aktivitas di dalam ruang yang menuntut pengguna bangunan untuk bergerak aktif sehingga semakin menyebabkan bertambah gerah dan menimbulkan banyak keringat. Rasa pengap dan tidak nyaman muncul karena kurangnya bukaan pada ruangan tersebut, walaupun memiliki luasan yang besar dan ketinggian atap mencapai 7 m tetap tidak mampu memberikan rasa nyaman bagi pengguna. Rasa nyaman yang seharusnya dicapai dalam hal ini yaitu pengguna bangunan dapat beraktivitas dengan leluasa dan tetap merasa segar, sehingga bisa mengurangi rasa lelah yang ditimbulkan oleh aktivitas yang dilakukan.



Gambar 2. Lokasi Eksisting JFC Center
(Sumber: diolah dari Googleearth, 2014)

Lokasi objek kajian, orientasi bangunan, dan aktivitas pengguna bangunan yang digunakan sebagai pertimbangan untuk desain bangunan dan penempatan lokasi yang baru. Pemilihan lokasi yang baru ini berdasarkan pertimbangan lokasi yang lama sudah tidak memungkinkan untuk pengembangan bangunan lebih lanjut agar sanggup mewadahi aktivitas yang ada. Bangunan JFC Center memerlukan fasilitas-fasilitas yang mampu menampung semua aktivitas terkait dengan persiapan kegiatan tahunan JFC dan kegiatan-kegiatan lainnya bagi pengguna bangunan yaitu terdiri dari pengelola dan peserta JFC. Oleh sebab itu perlu dilakukan evaluasi pada bangunan JFC Center yang sudah ada saat ini kemudian merancang kembali bangunan baru pada lokasi yang baru sesuai dengan hasil evaluasi yang telah dilakukan. Perancangan diharapkan agar mampu mencapai tujuan yaitu desain bangunan JFC Center baru yang mampu memberikan kenyamanan termal bagi pengguna bangunan dengan memanfaatkan sistem ventilasi alami.

2. Bahan dan Metode

Pendekatan penelitian ini menggunakan dua metode, yaitu metode programatik dan metode diagramatik. Terbagi menjadi dua langkah, yaitu penelitian dan perancangan. Penelitian dilakukan dengan mengevaluasi bangunan eksisting untuk menemukan permasalahan utama yang terjadi kemudian penyelesaian permasalahan diterapkan ketika proses perancangan pada bangunan yang baru. Evaluasi yang dilakukan meliputi iklim, lingkungan sekitar, dan kondisi bangunan serta aktivitas di dalamnya dengan menggunakan alat termometer dan anemometer untuk mengukur suhu dan kecepatan angin, meteran untuk mengukur luas ruangan, kamera dan alat tulis untuk menghasilkan gambar.

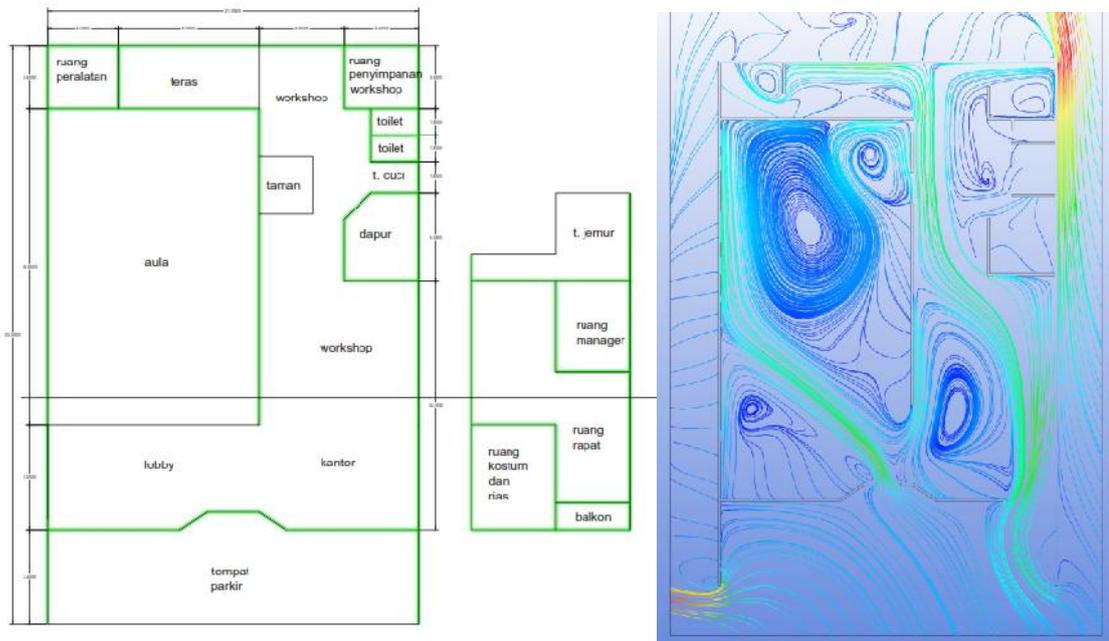
Selanjutnya mengidentifikasi berbagai permasalahan yang ada, kemudian melakukan pengumpulan data berupa data primer yaitu hasil evaluasi bangunan eksisting dan wawancara pengelola JFC Center. Data sekunder yang berkaitan dengan perancangan bangunan JFC Center yang sesuai dengan permasalahan utama yang muncul, yaitu permasalahan termal sehingga pada perancangan bangunan yang baru menerapkan sistem ventilasi alami, yaitu jurnal dan buku yang berkaitan dengan sistem ventilasi alami, serta data iklim dan cuaca yang diperoleh dari BMKG sebagai acuan untuk proses perancangan yang baru.

Tahap selanjutnya adalah menganalisis data. Analisis dilakukan untuk menentukan solusi atau konsep desain dari permasalahan yang ada. Tahap awal perancangan adalah membuat konsep desain tata massa dan orientasi berdasarkan kondisi angin dan lingkungan sekitar didasarkan pada teori mengenai penghawaan alami. Kemudian menentukan sistem ventilasi alami pada bangunan dan membuat bukaan pada masing-masing ruang sesuai kebutuhan berdasarkan teori dan standar dari SNI-03-6572-2001 (BSNI, 2014). Tahap akhir evaluasi desain berkaitan dengan pemerataan dan turbulensi menggunakan software ANSYS Lisensi Laboratorium Studio Perancangan dan Rekayasa Sistem, Teknik Mesin, Universitas Brawijaya.

3. Hasil dan Pembahasan

Bangunan eksisting JFC terdiri dari resepsionis yang langsung bergabung dengan ruang produksi dan aula. Batas diantara ruang-ruang tersebut tidak permanen, yaitu berupa partisi kayu. Kondisi tersebut sangat kurang ideal bagi aktivitas yang ada. Kemerataan aliran udara pada bangunan eksisting belum maksimal karena pada ruangan lantai satu kurang adanya bukaan sehingga terjadi turbulensi yang sangat besar

terutama pada ruang aula. Tidak adanya ruang terbuka hijau menyebabkan aliran udara menjadi tidak lancar. Pada lantai dua cenderung lebih merata aliran udaranya karena sedikit penghalang sehingga angin dapat leluasa masuk



Gambar 3. a. Denah, b. Analisis Kemerataan dan Turbulensi pada JFC Center
(Sumber: kondisi eksisting dan hasil analisis, 2014)

Tapak baru berada dekat dengan bangunan eksisting ($\pm 50\text{m}$) yaitu berada pada ujung perempatan jalan utama karena lokasi lebih strategis, diapit oleh jalan DI. Panjaitan dan Jalan Madura. Selain itu, pada lokasi yang baru memiliki potensi angin yang cukup tinggi. Dilalui angkutan umum (line E) dan nantinya bangunan lebih terlihat dari empat penjuru jalan. *View* yang dapat dilihat dari tapak sangat mencirikan kawasan perkotaan, yaitu berupa bangunan-bangunan dengan ketinggian satu sampai tiga lantai. Batas tapak yaitu:

- Utara : permukiman penduduk,
- Timur : bangunan komersial,
- Selatan : JL. DI. Panjaitan,
- Barat : JL. Madura



Gambar 4. Tapak Baru JFC Center
(Sumber: diolah dari Pemkab Jember, 2014)

Jalan utama berada pada selatan tapak sehingga pintu masuk utama berada pada selatan tapak. Posisi tapak yang berada pada posisi hoek sehingga memiliki dua tampak, oleh sebab itu pada sisi barat terdapat pintu masuk tambahan. Area permukiman penduduk berada pada sisi timur tapak sehingga dibutuhkan jarak yang cukup jauh dari bangunan JFC Center untuk mengendalikan bising yang ditimbulkan dari aktivitas latihan. JFC Center termasuk bangunan klas 6 menurut SNI 03-6572-2001, sehingga jendela, bukaan, pintu atau sarana lainnya dengan luas ventilasi tidak kurang dari 10% terhadap luas lantai, tidak lebih dari 3,6 m di atas lantai. Kecepatan rata-rata di Kabupaten Jember: 0,33 m/s. Arah angin yang kuat memiliki kecenderungan dari arah timur dan kecenderungan kedua dari arah barat. Hambatan setempat yang terjadi yaitu tapak yang berada di kawasan perkotaan dengan bangunan yang padat.



Gambar 5. a. Analisis Lingkungan Sekitar, b. Analisis Fungsi sesuai Kebutuhan Angin (Sumber: Hasil analisis, 2014)

Terdapat tiga alternatif orientasi bangunan dengan kelebihan dan kekurangan masing-masing, yaitu:

Tabel 1. Analisis Orientasi Bangunan sesuai Arah Datang Angin Dominan

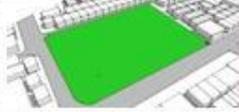
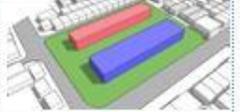
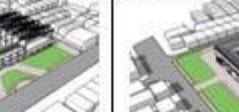
No	Gambar	Orientasi	Pengaruh	Kesimpulan
1		Mengikuti kemiringan tapak	Lebih efisien saat proses konstruksi, kemiringan bangunan bermanfaat sebagai penangkap angin yang datang, mengurangi radiasi matahari karena cenderung memanjang ke arah barat-timur. Tidak langsung mengikuti arah datang angin.	Alternatif pertama dipilih karena lebih sesuai dengan kondisi pada tapak dan penghawaan alami.
2		Mengikuti arah datang angin memanjang barat-timur	Bangunan bisa langsung mendapat angin, arah datang angin sama dengan lintasan matahari sehingga masa bangunan dibuat memanjang barat-timur untuk mengurangi radiasi. Membutuhkan bantuan penangkap angin pada bangunannya pada sisi selatan-utara, tidak sesuai bentuk tapak sehingga pengolahan tapak kurang efisien.	
3		Mengikuti arah datang angin memanjang utara-selatan	Bangunan bisa langsung mendapat angin. Bangunan memanjang utara-selatan untuk memaksimalkan angin. Arah angin sama dengan lintasan matahari sehingga radiasi matahari tinggi ketika mengenai bangunan dan aliran angin tidak mampu mengatasi hal tersebut.	

(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Proses terbentuknya bangunan adalah diawali dengan bentuk kotak yang dipilih karena lebih mengutamakan efisiensi ruang sebagai bangunan dengan fungsi JFC Center dan lebih mudah mengatur letak inlet-outlet untuk proses pertukaran udara. Dari dua

fungsi utama disatukan dengan membentuk massing huruf L sehingga saling terkait. Adanya atrium di tengah bangunan memiliki banyak fungsi, yaitu sebagai penangkap angin sehingga memperbesar tekanan untuk memasuki ruangan, sebagai pemisah dari kedua fungsi bangunan, dan sebagai *innercourt* berupa taman sebagai elemen estetika.

Tabel 2. Proses Terbentuknya Bangunan JFC Center

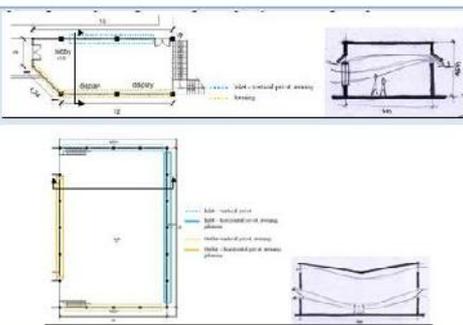
Proses terbentuknya bangunan				
				
Tapak berada pada ujung persimpangan jalan dengan luas ±8100 m ²	Masing awal terbagi menjadi 2 fungsi utama, yaitu area JFC (biru) dan Butik (merah)	Dari dua fungsi utama disatukan dengan membentuk massing huruf L sehingga saling terkait	Fungsi atrium, sebagai penangkap angin, pemisah kedua fungsi bangunan, dan sebagai <i>innercourt</i> berupa taman sebagai elemen estetika.	Pada area JFC massa bangunan diangkat bertujuan untuk memasukkan aliran udara ke tengah bangunan, membuat ruang baru. Mengurangi kelembaban pada aula.
Proses terbentuknya bangunan				
				
Bangunan ditopang dengan baja pada bagian aula lantai dua dan beton pada bangunan lantai satu dengan modul 6x6	Kebutuhan aula yang bebas kolom sehingga menggunakan bentang lebar.	Penataan ruang luar dengan pintu masuk di sebelah selatan. Bisa langsung keluar atau menuju ke area parkir dibelakang bangunan dengan pintu keluar di sisi selatan tapak. Terdapat pintu masuk tambahan di barat tapak untuk langsung menuju butik.	Bangunan berlantai satu menggunakan atap pelana dengan material genteng aspal dan aluminium untuk atap lipat dengan rangka baja truss.	

(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Bukaan pada bangunan terbagi dalam tiga posisi, yaitu bukaan tengah sebagai bukaan utama yang berfungsi mengalirkan udara pada tingkat penghuni, bukaan atas untuk mengeluarkan udara panas di dekat atap, dan bukaan bawah untuk mengurangi kelembaban pada ruangan (Satwiko, 2009). Tabel berikut merupakan analisis mengenai kebutuhan bukaan pada masing-masing ruangan.

Tabel 3. Analisis Kebutuhan Bukaan pada Ruang

Area R/C	Volume	Luas	Outlet	Vertikal	The project	Swaine	Horizontal	Aluminium	Jendela
8 th , 5	10,08	9,12		✓	✓				✓
City Receptions									
5/4	97,96	89,6		✓	✓	✓			✓
Aula									

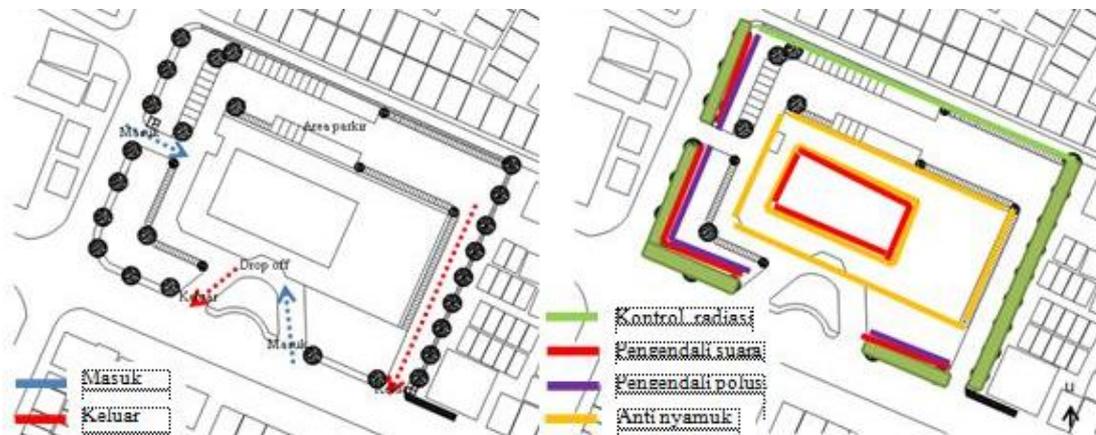


Kantor	77	Inlet: 10,08 Outlet: 10,08	✓	✓	✓	
Ruang sias, Ruang ganti	72 36	Inlet: 15,12 Outlet: 15,12	✓	✓		
Koridor	72	Inlet: 6,72 Outlet: 6,72				
Tempat	49,5	Inlet: 5,04 Outlet: 4,8	✓	✓	✓	
Ruang tidur	9	Inlet: 1,68 Outlet: 1,44	✓	✓		
Toilet	36	Inlet: 2,88 Outlet: 1,92	✓			
Tidur Ruang tunggu Reception	72	Inlet: 7,2 Outlet: 6,72	✓		✓	
Kantor	36	Inlet: 5,04 Outlet: 5,04	✓	✓	✓	
Area pembangunan poko Area pembangunan Area penjajanan Area obor dan boardir Area finishing	288	Inlet: 40,32 Outlet: 40,32	✓	✓	✓	
Toilet	27	Inlet: 2,88 Outlet: 1,92	✓			
Pos satpam	6	Inlet: 1,2 Outlet: 0,96	✓	✓	✓	
Gudang barang JPC	45	Inlet: 4,8 Outlet: 4,8	✓			
Gudang bahan dan perbaikan budi.	36	Inlet: 1,36 Outlet: 3,36				

(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Sirkulasi di dalam tapak yaitu melalui satu pintu masuk kemudian pengunjung menuju ke arah *drop off*. Selanjutnya pengunjung bisa langsung menuju pintu keluar

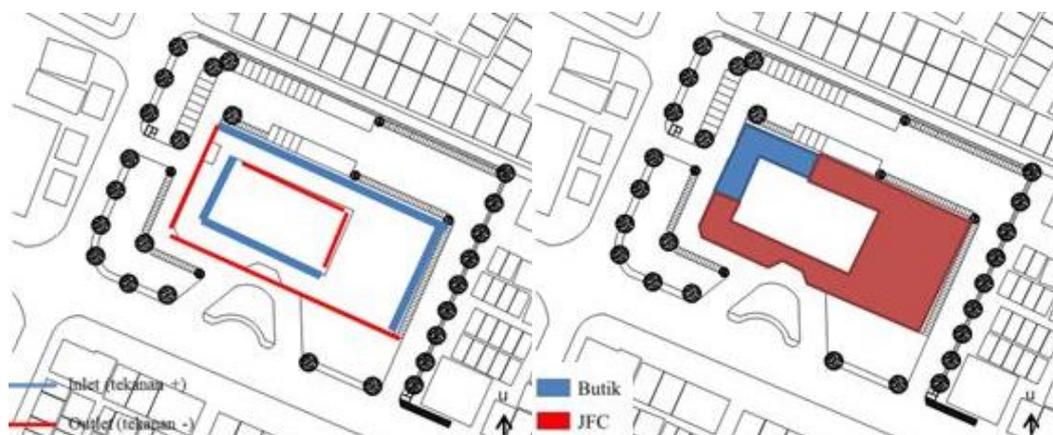
atau menuju ke area parkir yang berada di bagian utara tapak. Pintu keluar dari area parkir tersedia melalui jalan di sisi timur tapak yang langsung menuju ke Jalan Panjaitan. Area parkir ini disediakan di belakang tapak agar tidak mengganggu *view* dan aktivitas area publik.



Gambar 9. a. Konsep Sirkulasi, b. Konsep Vegetasi
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Penggunaan vegetasi pada tapak seperti yang telah diuraikan pada analisis yaitu terbagi menjadi empat bagian, yaitu kontrol radiasi dan suhu serta pengendali angin, pengendali bising, penyerap polusi, dan anti nyamuk. Peletakan sesuai fungsi, yaitu vegetasi kontrol radiasi dan suhu serta pengendali angin ditanam pada seluruh tapak yang berbatasan dengan jalan serta pada sisi timur bangunan. Pada bagian tapak yang berbatasan dengan jalan umum diberi tambahan vegetasi penyerap polusi karena tingkat kendaraan yang cukup tinggi. Vegetasi peredam bising ditanam pada aula terbuka yang digunakan untuk latihan *marching band*, serta ada tambahan menggunakan vegetasi anti nyamuk mengelilingi seluruh bangunan untuk mengurangi masuknya serangga ke dalam bangunan karena bangunan menggunakan ventilasi alami tanpa kasa serangga pada bagian bukaanannya.

Secara fungsional bangunan memiliki konsep pemisahan yang masif antara fungsi sosial yang dilaksanakan pada kegiatan JFC dan fungsi usaha pada butik karena kedua fungsi tersebut sangat bertolak belakang yang berdasarkan pada sistem ventilasi alami. Untuk menyesuaikan dengan konsep tersebut, maka nantinya bangunan akan terdiri dari beberapa massa untuk memisahkan fungsi utama dan memaksimalkan pemanfaatan ventilasi alami untuk bangunan.

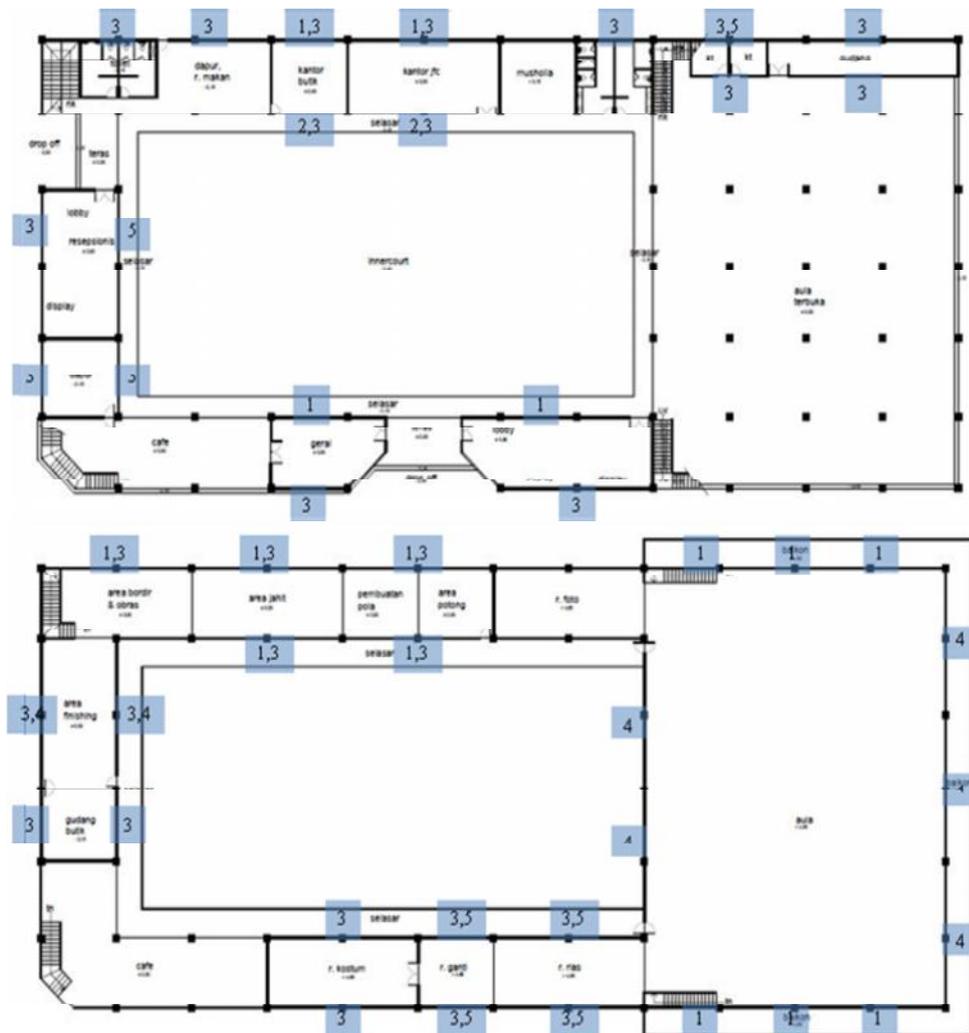


Gambar 9. a. Konsep Sirkulasi, b. Konsep Vegetasi
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Pelaku dan aktivitas dipisahkan menjadi dua kelompok, yaitu pada kegiatan JFC dan Butik. Pemisahan dilakukan secara masif atau tidak adanya ruang penghubung secara langsung diantara dua aktivitas tersebut dengan alasan bahwa kedua kegiatan merupakan kegiatan yang sangat bertolak belakang.

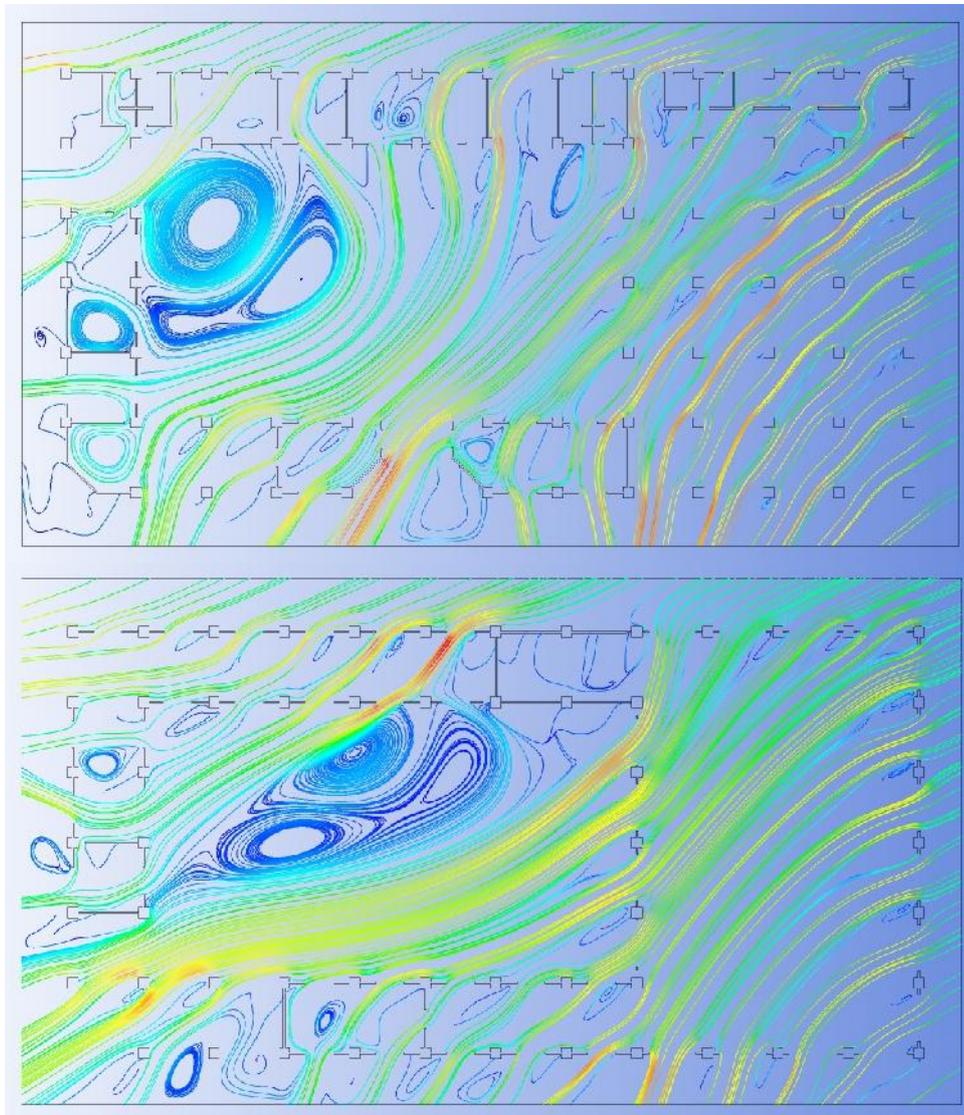
Hasil desain yang diterapkan pada bangunan JFC Center yang baru yaitu pada letak, luas, dan desain bukaan. Dari hasil analisis maka bangunan JFC Center menerapkan lima jenis bukaan, yaitu satu: *vertikal pivot*, dua: *the project sash*, tiga: *awning*, empat: *horizontal pivot*, dan lima: *jalousie*.

Vertical pivot diletakkan pada bangunan di sisi utara dan selatan karena daun jendelanya dapat berfungsi sebagai sirip dinding sederhana untuk menangkap angin yang melintas agar memasuki ruangan. *The project sash* khusus digunakan pada kantor karena jenis bukaan tersebut dapat mengalirkan angin pada tingkat penghuni namun tidak mengenai bidang kerja. *Awning* diletakkan hampir pada keseluruhan ruangan sebagai bukaan atas dan berfungsi sebagai outlet. *Horizontal pivot* diletakkan pada bangunan di sisi timur dan barat karena dapat langsung memasukkan udara ke dalam ruangan. *Jalousie* diletakkan pada ruangan yang membutuhkan privasi namun tetap mendapat aliran udara yang cukup.



Gambar 10. Peletakan Jenis Bukaan a. Lantai 1, b. Lantai 2
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Diagram aliran udara dibuat untuk menggambarkan proses pergerakan angin memasuki ruangan. Angin datang dari sisi timur bangunan. Angin sudah memasuki seluruh ruangan secara merata. Proses ventilasi silang juga sudah terjadi.



Gambar 10. Peletakan jenis bukaan a. Lantai 1, b. Lantai 2
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Berikut merupakan hasil desain pada keseluruhan bangunan. Tampak interior aula sebagai area latihan utama. *Innecourt* berfungsi sebagai area latihan *outdoor* seperti *marching band* dan *fashion*.



Gambar 11. a. Perspektif Interior Aula, b. Perspektif Eksterior *Innecourt*
(Sumber: Hasil perancangan, 2014)



Gambar 12. a. Perspektif Eksterior *Main Entrance*, b. Perspektif Eksterior Mata Burung
(Sumber: Hasil perancangan, 2014)

4. Kesimpulan

JFC Center sebagai tempat untuk menampung seluruh kegiatan yang berhubungan dengan acara tahunan JFC di Kabupaten Jember. Terdiri dari fasilitas pelatihan (aula, ruang rias, ruang ganti, ruang kostum, dan ruang foto), fasilitas penerima (*lobby*, resepsionis, dan ruang tunggu), fasilitas pengelola (kantor dan ruang produksi), fasilitas servis (toilet, dapur, musholla, ruang tidur, dan gudang), serta fasilitas pendukung (gerai dan cafe).

Kriteria sistem ventilasi alami, yaitu bukaan, pemerataan, dan turbulensi. penerapan sistem ventilasi alami terdiri dari sistem ventilasi silang dan sistem *stack effect* melalui desain bukaan, yaitu ukuran, letak, dan jenis bukaan. Cara menentukan luas inlet menggunakan standar SNI-03-6572-2001 untuk bangunan publik minimal adalah 10% dari luas lantai. Letak bukaan terdiri dari bukaan bawah, bukaan tengah, dan bukaan atas. Jenis bukaan yang digunakan adalah *vertical pivot*, *the project sash*, *awning*, *jalousie*, dan jendela mati. Rasio inlet cenderung sama dengan outlet karena rata-rata kecepatan angin yaitu 0,33 m/s sudah memenuhi standar kecepatan angin yang paling sesuai dan dapat diterima dengan nyaman oleh penghuni bangunan. Penambahan elemen vegetasi juga sebagai bagian dari strategi pemanfaatan penghawaan alami adalah untuk mereduksi hawa panas yang dibawa oleh angin ketika memasuki ruangan.

Kemerataan dan turbulensi ditunjukkan dari hasil analisis menggunakan software ANSYS Lisensi Laboratorium Studio Perancangan dan Rekayasa Sistem, Teknik Mesin, Universitas Brawijaya. Analisis tersebut menunjukkan pemerataan angin pada ruang-ruang di JFC Center. Terjadi turbulensi pada beberapa bagian namun tidak terlalu

berpengaruh sehingga hasil perancangan dianggap sudah memenuhi sistem ventilasi alami.

Daftar Pustaka

- BMKG. 2013. Data Cuaca dan Iklim Kabupaten Jember Tahun 2013.
- Googleearth. 2014. "Kecamatan Sumpalsari, Kabupaten Jember". <https://earth.google.com/> (diakses tanggal 9 Agustus 2014)
- Googlemap. 2014. "Kabupaten Jember". <https://maps.google.com/> (diakses tanggal 9 Agustus 2014)
- Pemerintah Kabupaten Jember. 2014. Peraturan Daerah Kabupaten Jember Tahun 2009 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Jember.
- Satwiko, Prasasto. 2009. Fisika Bangunan. Jogjakarta: Andi Offset.
- BSNI. 2014. SNI 03-6572-2001. ciptakarya.pu.go.id/pbl/doc/sni/SNI_VENTI.PDF (diakses tanggal 14 Agustus 2014)