

Self-kinetic Jalousie sebagai Penerapan Teknologi Climate Responsive-Adaptable Architecture

Wulani Enggar Sari^{1*}) Heri Andoni²⁾

*) Corresponding author email : wulani.enggar@unpar.ac.id

1) Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung - Indonesia

2) Master Graduate program, Institut Teknologi Bandung, Bandung - Indonesia

Article info

MODUL vol 18 no 2, issues period 2018

Doi : 10.14710/mdl.19.2.2019.119-126

Received : 10th october 2019

Revised : 12nd november 2019

Accepted : 15th november 2019

Abstract

Kenyamanan termal adaptif adalah model utama yang digunakan untuk mempelajari kenyamanan termal di bangunan berventilasi alami, sehingga salah satu pemanfaatan alam untuk bangunan dapat menyelaraskan dengan iklim dan salah satunya adalah aliran udara. Upaya seminimal mungkin menggunakan energi dan merespon potensi aliran udara dapat dilakukan dengan desain adaptif pada bangunan. Inovasi teknologi bukaan jalousi adaptif dilakukan untuk merespon iklim dan meadaptasi kondisi aliran udara untuk mencapai kenyamanan termal tujuan penelitian ini adalah menerapkan strategi desain adaptif dengan pendekatan desain komponen bangunan yang bekerja self kinetic sebagai bentuk penyesuaian terhadap konteks iklim setempat. Penelitian ini dilakukan dengan studi literatur tentang pemikiran self kinetik yang dapat dijadikan referensi atau pengembangan desain berikutnya.

Hal menarik yang dapat dilihat pada penelitian ini dilihat dari perkembangan teknologi desain adaptif yang terus dilakukan dan melihat arsitektur merupakan pemikiran bangunan yang selalu beradaptasi untuk merespon perubahan kebutuhan manusia dan fluktuasi kondisi lingkungan. Bangunan yang mampu bereaksi terhadap gangguan dan berfluktuasi kondisi lingkungan khususnya merespon termal dan aliran udara.

Kata kunci: self-kinetic; jalousi adaptif; climate-responsive; adaptable architecture; kenyamanan termal; gangguan iklim; aliran udara

PENDAHULUAN

Peran arsitektur dan bangunan telah berkembang seiring dengan perkembangan zaman. Akan tetapi fungsi dasar dari bangunan untuk menyediakan perlindungan dari lingkungan adalah hal fundamental yang telah melekat semenjak bangunan dirancang dari awal (Vitruvius). Seiring dengan perkembangan zaman dan tuntutan efisiensi energi, arsitektur juga dituntut untuk mampu menyediakan bangunan yang efisien dari sisi energi, baik untuk pembangunan baru maupun perbaikan dari bangunan eksisting. Bangunan tidak lagi sekedar menjalankan fungsi sebagai shelter dan merespon iklim, akan tetapi juga menjawab tantangan efisiensi energi, terlebih bangunan merupakan penyumbang dari 40% konsumsi energi dunia (U.S.Department of Energy, 2011). Oleh karena itu dibutuhkan bangunan yang mampu beradaptasi dan mampu menyesuaikan dengan perubahan kondisi lingkungan dan juga hemat energi.

Lewat teknologi yang semakin maju, hal ini dimungkinkan dengan adanya teknologi hybrid architecture dan teknologi dynamic/kinetic architecture. Teknologi adaptif hybrid architecture mengkombinasikan strategi pasif dan strategi aktif untuk memodifikasi iklim. Seperti yang kita ketahui desain pasif merupakan desain yang dianjurkan untuk pembangunan berkelanjutan yang efisien dari segi energi akan tetapi memiliki kekurangan dari sisi pemerataan udara. Di lain sisi, desain aktif mampu menyediakan pemerataan udara dan kenyamanan termal karena peran mesin dalam mengontrol iklim dalam ruangan, akan tetapi memiliki kelemahan dari konsumsi energi yang sangat besar. Teknologi adaptif hybrid architecture mampu mengkombinasikan desain pasif dan aktif dengan menyediakan pemerataan pada bangunan akan tetapi dengan konsumsi energi yang minimal, bahkan hingga zero energy.

Dalam penelitian ini, dilakukan penggabungan teknologi hybrid architecture dan teknologi dynamic/kinetic architecture dalam menjawab tantangan arsitektur dalam penyediaan bangunan dinamis yang responsif iklim dan hemat energi. Teknologi

dynamic/kinetic architecture adalah teknologi desain bangunan yang dihasilkan dari gerakan melalui komponen-komponen bangunan. Menurut sejarah, kinetic architecture telah diterapkan sejak zaman dahulu, berawal dari gerbang bangunan yang diturunkan dengan menggunakan rantai dan kemudian sekaligus berfungsi sebagai jembatan. Akan tetapi, butuh waktu yang lama dan teknologi yang maju sebelum kinetic architecture berkembang. Sekitar awal abad ke-20, penggunaan gerakan/kinetic dalam bangunan mulai bermunculan. Desain kinetik tidak hanya digunakan sebagai alat untuk mengatur sinar matahari, memaksimalkan ruang atau memvariasikan tampilan, tetapi juga dikembangkan untuk mengartikulasikan artistik, politik dan filosofis baru (Fouad, 2012).

Dalam tulisan ini dilakukan penjabaran dan penggabungan teori dari climate-responsive design (hybrid design) dan adaptable architecture (kinetic architecture) melalui kasus self-kinetic jalousie yang responsif terhadap iklim, inovatif, namun juga efisien dari sisi energi. Diharapkan tulisan ini dapat dijadikan sebagai salah satu acuan ke depannya dalam bidang adaptive architecture, adaptable architecture, dan kinetic architecture dalam menghadirkan penerapan inovatif dalam arsitektur yang mampu secara adaptif menjawab tantangan energi dan juga iklim.

KAJIAN LITERATUR

Untuk menjelaskan self-kinetic jalousie sebagai penerapan climate responsive-adaptable architecture, digunakan dua sumber literatur utama yaitu climate-responsive design dan adaptable architecture. Kedua literatur kunci ini diharapkan dapat menjelaskan secara rinci mengenai konsep self-kinetic jalousie yang mampu beradaptasi dengan lingkungan dan merespon iklim melalui desain sistem kinetik/gerakan.

Bangunan dan Iklim dalam Konteks

Bangunan dan iklim merupakan suatu kesinambungan yang tidak dapat dipisahkan. Dalam merancang sebuah bangunan, seorang arsitek diharuskan untuk mempertimbangkan iklim dan lingkungan tempat bangunan tersebut dirancang. Pembahasan mengenai bangunan dan iklimnya sebenarnya telah jauh dilakukan semenjak dahulu. Vitruvius sebagai salah satu tokoh penting dalam arsitektur, menyatakan bahwa salah satu fungsi fundamental terpenting dari arsitektur adalah untuk menyediakan perlindungan dari kondisi dinamis/berubah-ubah dari lingkungan. Ia menyebutkan bahwa penting untuk memperhatikan lingkungan di sekitar bangunan sebagai parameter desain : “Kita harus sejak awal memperhatikan negara dan iklim tempat bangunan akan dibuat”. Seiring berkembangnya kemanusiaan, fungsi-fungsi arsitektur ikut mengalami perkembangan. Arsitektur mulai memiliki fungsi estetis

dan fungsi-fungsi lainnya, dan kemudian fungsi awal bangunan sebagai perlindungan/shelter bertransformasi menjadi fungsi penyediaan kenyamanan (Looman, 2007). Kenyamanan yang dimaksud terikat dengan konteks microclimate seperti kenyamanan dari temperatur udara, radiasi matahari, aliran udara, dan kelembaban/akibat hujan.

Teknologi self kinetic untuk merespon konteks microclimate ini berdasarkan pada Strategi hybrid building (Hyde, 2000) dan sesuai dengan konsep adaptable architecture yang memperlihatkan bahwa desain yang adaptif akan terikat dengan konteks yang melekat di sekitarnya (Schmidt III, 2017)

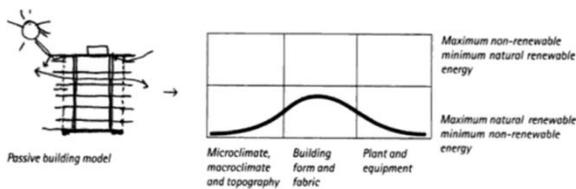
Climate-responsive Design

Climate responsive architecture, secara lebih spesifik climate-responsive design merupakan suatu konsep yang lebih maju dibandingkan dengan “bangunan sebagai penyedia kenyamanan”. Climate responsive design memiliki fondasi yang berkaitan erat dengan konteks environmental (ecological) sustainable design dan effective design management. Konsep climate-responsive design memiliki semangat untuk mendorong praktik desain yang bertanggung jawab terhadap lingkungan, dan untuk meminimalisir pengaruh negatif bangunan baik terhadap pengguna maupun lingkungan secara luas (Hyde, 2000). Climate responsive design sebagai turunan dari environmental design strmemeriksa secara menyeluruh hubungan antara bangunan dengan lingkungan.

Untuk menciptakan desain yang climate responsive, tentu dibutuhkan strategi yang mampu mengoptimalkan hubungan antara manusia dengan iklim. Untuk memodifikasi iklim, terdapat tiga strategi yang digunakan, yaitu passive building model, active building model, dan hybrid building model.

Passive building model

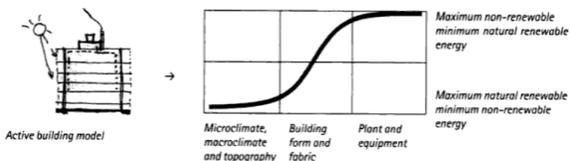
Strategi passive building model adalah strategi modifikasi iklim tanpa menggunakan mesin. Performa termal dari bangunan bergantung kepada fasad luar. Masalah dari strategi ini adalah ketika terjadi perolehan kalor/energi yang besar dari lingkungan (gambar 1). Ketika kenyamanan termal tidak tercapai dalam strategi ini, modifikasi perilaku akan dibutuhkan untuk meminimalisir ketidaknyamanan termal, misalnya menggunakan baju yang lebih tipis ketika panas atau lebih tebal ketika dingin. Dapat dilihat pada gambar di bawah, strategi passive building model membutuhkan pendekatan desain bentuk dan struktur bangunan yang besar, yang mengonsumsi embodied energy yang besar akan tetapi membutuhkan energi operasional yang sedikit.



Gambar 1. *Passive building model* dan efeknya terhadap konsumsi energi (Hyde, 2000)

Active building model

Strategi *active building model* adalah strategi modifikasi iklim dengan menggunakan peralatan mesin (gambar 2). Kenyamanan termal dipastikan tercapai lewat sistem aktif, misalkan pengkondisian udara lewat air conditioner. Masalah utama dari strategi ini bukanlah tidak tercapainya kenyamanan termal, akan tetapi efisiensi energi akibat penggunaan mesin untuk modifikasi iklim. Dapat dilihat pada gambar di bawah bahwa strategi *active building model* bergantung penuh pada mesin dan membutuhkan energi operasional yang besar.



Gambar 2. *Active building model* dan efeknya terhadap konsumsi energi (Hyde, 2000)

Hybrid building model

Strategi *hybrid building model* mengkombinasikan strategi pasif dan aktif untuk memodifikasi iklim. Hal ini dapat dilakukan salah satunya dengan hanya menggunakan strategi aktif saat iklim berada pada kondisi ekstrim, dan memanfaatkan iklim mikro sebagai penyedia pengontrol pasif untuk mengurangi energi (Hyde,2000). Istilah *passive low energy architecture* merupakan istilah utama dalam strategi ini. Strategi *hybrid building model* mencoba untuk menggunakan prinsip-prinsip desain pasif dengan inovasi teknologi yang efisien dari segi energi. Strategi ini mencoba untuk menyeimbangkan kebutuhan penyediaan kenyamanan, akan tetapi juga memperhatikan efisiensi energi supaya tidak membebani lingkungan.

Adaptable architecture

Sejalan dengan konsep *climate responsive design*, konsep *adaptable architecture* membawa semangat yang sama dalam payung *sustainability* untuk menciptakan sebuah bangunan yang lebih mampu beradaptasi, menciptakan lingkungan binaan yang lebih berkelanjutan (Schmidt III, 2017). Konsep *adaptable architecture* melihat bangunan sebagai sesuatu yang

belum selesai/unfinished, sebuah bentuk yang belum sempurna, untuk kemudian dapat dimodifikasi untuk perubahan fungsi, iklim, teknologi, permintaan estetis, dll. Sama halnya dengan *climate responsive design*, konsep *adaptable architecture* terikat dengan konteks yang melekat di sekitarnya (*context specific*).

Lima interpretasi dalam adaptable architecture

Dalam buku *Adaptable Architecture : Theory and Practice*, ada lima interpretasi yang menonjol mengenai istilah *adaptable architecture* dalam berbagai literatur konstruksi, antara lain :

Adaptive architecture/ responsive structure

Istilah ini mengacu pada kapasitas bangunan untuk berubah menyesuaikan dengan perubahan kondisi yang ada melalui kulit bangunan yang dinamis atau kemampuan strukturnya untuk bertransformasi. Istilah *adaptive architecture* merupakan lanjutan dari istilah *adaptable architecture*. Menurut jurnal *Adaptive Architecture : A Conceptual Framework (2010)*, arsitektur adaptif berbicara mengenai bangunan atau komponennya yang secara spesifik dirancang untuk mampu beradaptasi baik terhadap lingkungan sekitarnya, penghuninya, maupun objek-objek yang ada di dalamnya. Mekanisme adaptasi ini dapat dilakukan secara otomatis maupun dengan adanya intervensi manusia.

a. *Climate adaptation*

Istilah ini mengacu pada kemampuan bangunan untuk beradaptasi terhadap perubahan kondisi cuaca di lingkungan sekitarnya, termasuk kapasitas bangunan untuk mengurangi dampak ekologisnya pada lingkungan sekitar dengan mengurangi konsumsi energinya.

b. *Adaptive reuse*

Istilah ini mengacu pada adaptasi fungsi yang dijalankan pada sebuah bangunan tua atau kosong guna menyesuaikan dengan gelonjak pasar dan perubahan persepsi sosial. Konsep ini sekarang menjadi taktik utama dalam meregenerasi sebuah kawasan melalui keberlanjutan pemakaian sebuah bangunan.

c. *Accessibility for all/ inclusive design*

Istilah ini mengacu pada perancangan yang mempertimbangkan ketersediaan desain untuk semua pengguna dan perubahan kapabilitasnya selama hidup tanpa adanya perbedaan. Konsep ini berperan kuat dalam perancangan rumah atau bangunan publik.

d. *Increased user control*

Istilah ini mengacu pada peningkatan kemampuan bangunan untuk menerima perubahan dari pengguna untuk memenuhi kebutuhan fungsi

yang berbeda pada suatu ruang tanpa mengakibatkan gangguan dan biaya yang besar.

Strategi desain untuk adaptability

Strategi desain untuk *adaptability* secara garis besar dibagi menjadi dua yaitu secara spasial dan secara fisik. Strategi desain *adaptability* secara fisik terbagi menjadi *component design and capacity dan building configuration*.

Spatial

Strategi *adaptability* secara spasial didorong oleh kebebasan ruang. Strategi spasial ini terbagi menjadi dua, yaitu loose fit, dan open plan. Strategi loose fit erat kaitannya dengan paham fungsionalis (form follows function). Ruang-ruang dibentuk berdasarkan fungsi ruang, dan terikat satu sama lainnya. Strategi open plan memiliki perbedaan di mana strategi ini memiliki konsep ruang terbuka di mana tidak terdapat dinding permanen, dan terdapat fleksibilitas dalam menentukan fungsi ruang.

Physical

Strategi *adaptability* secara fisik didorong oleh pemisahan bentuk fisik. Strategi fisik ini terbagi menjadi dua, yaitu *component design and capacity dan building configuration*.

- *Component design and capacity*

Strategi *component design and capacity* terbagi menjadi 3 yaitu industrialised architecture, kinetic architecture, dan unfinished design

Industrialised architecture merupakan pendekatan *adaptability* yang membawa semangat to do more with less. Pendekatan ini berkembang pesat di era arsitektur modern di mana produksi baja meningkat dan dibutuhkannya efisiensi dalam pembangunan. Kinetic architecture memiliki akar konseptual struktur portabel pada jaman prehistoric. Kinetic architecture merangkum kemampuan untuk mengubah bentuk dan lokasi, mulai dari skala komponen hingga seluruh bangunan, dalam menanggapi perubahan kondisi. Unfinished design mendorong pengguna untuk menyesuaikan ruang sesuai dengan kebutuhan mereka.

- *Building configuration*

Strategi *building configuration* berfokus dengan mengkategorikan elemen bangunan menjadi tiga bagian, yaitu levels, layers, dan system design untuk pemahaman bangunan yang lebih baik.

Konsep levels dikenal dengan konsep open Building, konsep merancang sebuah bangunan yang berdasarkan pada perubahan dan stabilitas kebutuhan penghuni yang akan terjadi di masa

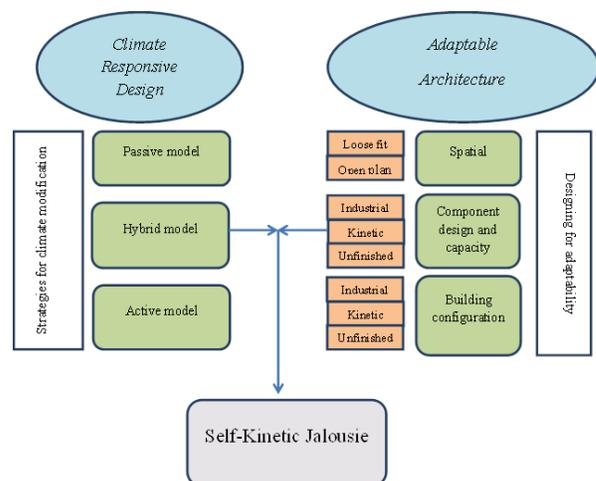
depan. Suatu pengambilan keputusan terdiri dari beberapa tingkatan, yaitu mulai dari kolektif ke individual (*land use-tissue-support-house allocation-infill-plan levels*) (Kendall, 2000).

Konsep *layers* menyatakan bahwa elemen-elemen bangunan memiliki jangka waktu hidup yang berbeda-beda sehingga harus dikonstruksikan dengan baik, misalnya struktur bangunan memiliki jangka waktu 30-300 tahun, fasad bangunan memiliki jangka waktu 20 tahun, dsb.

Konsep *system design* mengkategorikan bangunan ke dalam parameter sistem-sistem, seperti Vitruvius yang mengelompokkan elemen dasar arsitektur menjadi order-arrangement, eurhythmy, symmetry, propriety, economy (Wotton, 1903). Dengan mengkategorikan bangunan dalam sistem dan subsistem ini, akan mempermudah ketika terjadi perubahan kondisi.

MATERIAL DAN METODE

Dalam tulisan ini metode yang digunakan adalah penelitian eksplanatori, di mana self-kinetic jalousie akan dijabarkan dan dijelaskan melalui teori dan konsep yang mendasari (gambar 3). Penelitian eksplanatori atau eksplanatif bertujuan untuk menjelaskan hubungan antara dua atau lebih gejala atau variabel (Leedy, 2005). Dalam tulisan ini hubungan antara variabel dijelaskan dalam kerangka konseptual self-kinetic jalousie yang bersumber dari dua konsep yaitu *climate-responsive design* dan *adaptable architecture*.



Gambar 3. Kerangka teoritis penelitian

ANALISIS

Analisis Hubungan Climate-Responsive Design dan Adaptable Architecture

Iklim merupakan variabel yang sangat penting dalam arsitektur, terutama dalam menghadirkan kenyamanan termal penghuni dalam ruangan.

Gangguan dari luar yang diakibatkan oleh iklim dapat berhubungan dengan banyak faktor seperti radiasi matahari, temperatur udara, aliran udara, dan kelembaban udara. Bangunan sebagai sarana perlindungan manusia sudah sewajibnya mampu beradaptasi dan berperan dalam merespon gangguan yang berasal dari iklim. Salah satu yang menjadi bahasan utama dalam tulisan ini adalah peran dari arsitektur dalam merespon gangguan iklim yang berhubungan dengan aliran udara.

Self Kinetic Jalusi memperlihatkan desain yang adaptif dalam merespon gangguan dengan memperhatikan aliran udara yang berubah-ubah. Hal ini merupakan keadaan alami terutama pada iklim tropis lembap, yang tentu dampaknya akan dirasakan oleh penghuni dalam bangunan. Faktor perubahan dari cuaca serta fluktuasi pergerakan udara di luar bangunan adalah faktor utama yang menimbulkan gangguan, terutama pada koridor yang membentuk lorong angin yang ditandai dengan adanya kenaikan kelajuan udara (Sari, 2017). Hal ini dapat menyebabkan ketidaknyamanan penghuni dalam ruangan, dan oleh karena itu dibutuhkan desain arsitektur yang mampu merespon gangguan aliran udara ini dengan baik dan mampu beradaptasi dengan fluktuasi pergerakan udara yang berubah-ubah.

Konsep *adaptable architecture* merupakan konsep yang sangat dibutuhkan dalam desain arsitektur. Indonesia dengan iklim tropis lembapnya mengakibatkan terjadinya cuaca yang sangat dinamis dan berubah-ubah, sehingga *fixed design* terkadang tidak mampu mengatasi perubahan cuaca ini. Hal inilah yang mengakibatkan dibutuhkannya desain yang mampu beradaptasi dan fleksibel merespon perubahan cuaca ini. Dalam tulisan ini diajukan konsep *self-kinetic architecture* berupa jalusi adaptif sebagai kombinasi penerapan dari konsep *climate-responsive design* dan konsep *adaptable architecture* dalam menjawab gangguan dari iklim terutama yang berasal dari gangguan aliran udara.

Hybrid Design dan Kinetic Architecture sebagai Solusi Dualitas Thermal Comfort-Efficiency Energy

Masalah kenyamanan termal dan efisiensi energi seringkali dijadikan bahasan terpisah dalam berbagai tulisan akademis, baik dalam negeri maupun luar negeri. Seringkali dalam tulisan-tulisan tersebut, terjadi kontradiksi dualitas manusia dan lingkungan. Sebagai contoh, di satu tulisan dihadirkan solusi kenyamanan termal yang sangat efektif, di mana solusi tersebut benar-benar berpengaruh dalam menghadirkan kenyamanan termal terhadap penghuni ruangan, akan tetapi tidak efisien dari sisi energi. Di sisi lain, banyak tulisan yang

menghadirkan solusi efisiensi energi, akan tetapi hal-hal yang berhubungan dengan kenyamanan termal penghuni dalam bangunan dikesampingkan bahkan belum diperhitungkan. Kedua hal ini, kenyamanan termal dan efisiensi energi, seakan-akan dijadikan dua hal yang sangat terpisah jauh. Padahal, sudah seharusnya solusi-solusi yang dihadirkan dalam desain arsitektur mampu menjawab kedua masalah ini sekaligus, dan tidak dipandang sebagai dua hal yang terpisah. Sudah seharusnya kedua hal ini menjadi dua hal mendasar yang dipikirkan dalam tahap awal desain arsitektur.

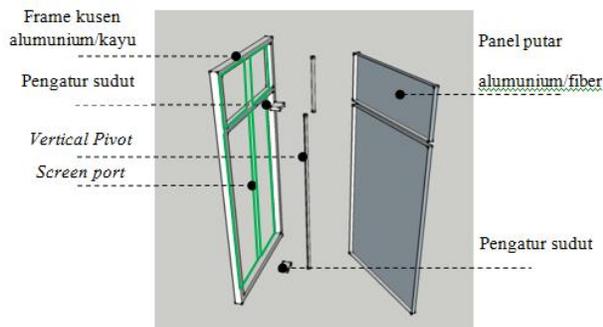
Konsep dualitas solusi kenyamanan termal-efisiensi energi ini juga tergambar dengan jelas pada solusi desain yang terbagi menjadi solusi desain pasif dan desain aktif. Sebagai contoh, karena fokus dalam tulisan ini adalah solusi responsif terhadap gangguan yang berasal dari aliran udara (laju udara dan pemerataan udara), dijabarkan solusi desain yang pasif dan aktif. Dalam tulisan ini, dihadirkan *self-kinetic jalusie* (jalusi adaptif) sebagai solusi kombinasi *hybrid-kinetic design* yang mampu berperan dalam menghadirkan kenyamanan termal dalam bangunan akan tetapi juga mampu menjawab tantangan efisiensi energi.

Self-kinetic jalusie (jalusi adaptif) merupakan desain inovatif *hybrid-kinetic*, kombinasi desain pasif-aktif yang menerapkan strategi desain pasif (tanpa mesin) dengan penggunaan teknologi mekanik yang mampu bergerak beradaptasi sesuai dengan kondisi pergerakan udara. Jalusi adaptif ini akan secara mandiri bergerak menutup ketika terjadi pergerakan udara yang besar dan akan membuka kembali ketika pergerakan udara telah normal, dengan energi kinetis tanpa bantuan mesin. Desain *self-kinetic* ini memungkinkan jalusi bergerak adaptif dalam merespon angin yang datang dengan kelajuan yang berbeda dan tidak terduga. Oleh karena jalusi adaptif ini bergerak secara mandiri tanpa bantuan mesin, tentunya jalusi adaptif ini efisien dari sisi energi. Dalam penelitian yang oleh Wulani Enggar Sari (2010), jalusi adaptif ini berpengaruh signifikan 18% lebih baik dibandingkan dengan jalusi tetap dalam merespon gangguan udara. Jalusi adaptif mampu memperbaiki kualitas ventilasi alami dengan mengurangi efek fluktuatif dari kelajuan angin yang tidak stabil dengan bergerak kinetis menutup ketika terjadi laju angin yang kencang dan membuka kembali pada situasi yang normal, yang menyebabkan tercapainya kenyamanan dalam ruang dan juga hemat energi akibat pergerakan *self-kinetic* tanpa listrik yang adaptif terhadap kondisi angin. Mekanisme bagaimana jalusi adaptif bekerja akan dijelaskan pada hasil dan diskusi.

HASIL DAN DISKUSI

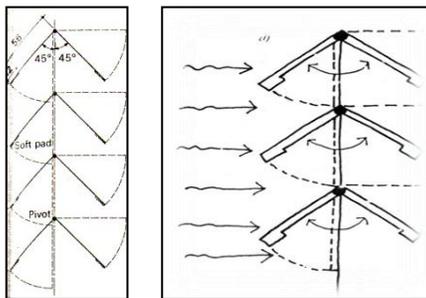
Self-Kinetic Jalousie sebagai Solusi Adaptif-Responsif terhadap Gangguan Aliran Udara yang Efisien Energi

Sebagaimana yang telah dijelaskan di atas, *self-kinetic jalousie* atau jalousi adaptif akan bergerak secara adaptif ketika terjadi pergerakan angin yang kencang dan akan menutup ketika keadaan normal. Hal ini dapat terjadi akibat dari adanya panel putar dan pengatur sudut pada konstruksi jalousi adaptif (lihat gambar 4). Pada penelitian tesis yang dilakukan oleh Wulani Enggar Sari (2009), penelitian dilakukan di laboratorium dengan lebih berfokus pada pergerakan rotasi jalousi. Untuk material, dapat digunakan panel rotasi berbahan aluminium atau fiber, sedangkan kerangka model kisi untuk pergerakan panel rotasi dapat menggunakan pegas kawat (Sari, 2009).



Gambar 4. Konstruksi jalousi adaptif (Sari, 2009)

Teori dasar yang digunakan dalam jalousi adaptif ini adalah jalousi tipe V yang dicetuskan oleh Koenigsberger (1973).

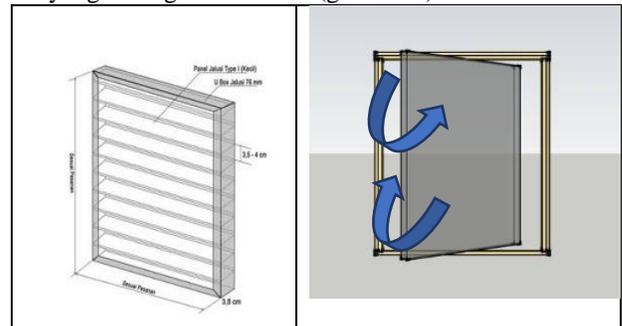


Gambar 5. Jalousi tipe V/ jalousi adaptif horizontal (Koenigsberger, 1973)

Jalousi tipe V ini merupakan tabir perlambatan yang berbentuk V terbalik, yang mampu mengurangi kecepatan angin yang masuk dengan menutup secara otomatis dan berputar pada sumbu tergantung dari kecepatan angin yang datang (gambar 5).

Penelitian mengenai penerapan jalousi tipe V atau horizontal ala Koenigsberger ini sebelumnya pernah dilakukan oleh Departemen Permukiman Dan Prasarana Badan Penelitian dan Pengembangan Kimpraswil (2003). Dalam penelitian tersebut terbukti bahwa jalousi adaptif tipe horizontal ini mampu merespon dengan baik gangguan udara dari luar dan dapat diterapkan pada fasad bangunan.

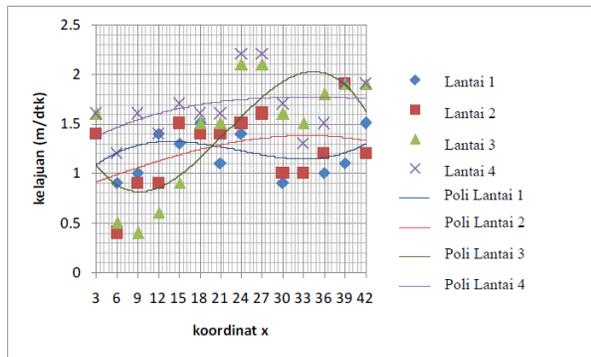
Penerapan jalousi adaptif tipe vertikal sebelumnya dilakukan oleh Wulani Enggar Sari dalam tesisnya pada tahun 2009, di mana jalousi adaptif ini berpengaruh signifikan 18% lebih baik dibandingkan dengan jalousi tetap dalam merespon gangguan udara yang datang dari koridor (gambar 6).



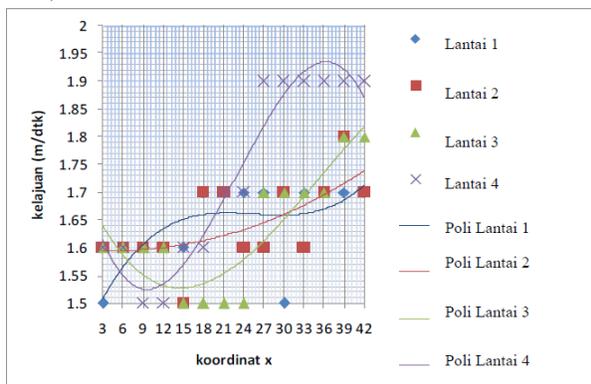
Gambar 6. Perbandingan tipe jalousi tetap (kiri) dan jalousi adaptif horizontal (kanan)

Penempatan Self-Kinetic Jalousie terbaik pada bangunan

Pemilihan penempatan jalousi adaptif vertikal dalam penelitian oleh Wulani Enggar Sari (2009) ini dilakukan pada koridor dikarenakan lonjakan kelajuan udara umumnya terjadi lebih besar di koridor dibandingkan pada fasad bangunan (gambar 7 dan 8). Dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7, lonjakan kelajuan udara lebih besar terjadi pada koridor dibandingkan dengan yang terjadi pada fasad. Hal ini adalah alasan mengapa *self-kinetic jalousie* ini paling diperlukan di koridor dalam mengatasi gangguan aliran udara pada bangunan. Akan tetapi, tidak menutup kemungkinan untuk dilakukan penelitian jalousi adaptif vertikal dengan penempatan pada fasad bangunan untuk merespon gangguan udara dari luar, mengingat aliran udara yang dapat berubah-ubah pada hari, bulan, maupun tahun yang berbeda.



Gambar 7. Lonjakan kecepatan udara pada fasad (Sari, 2009)



Gambar 8. Lonjakan kecepatan udara pada koridor (Sari, 2009)

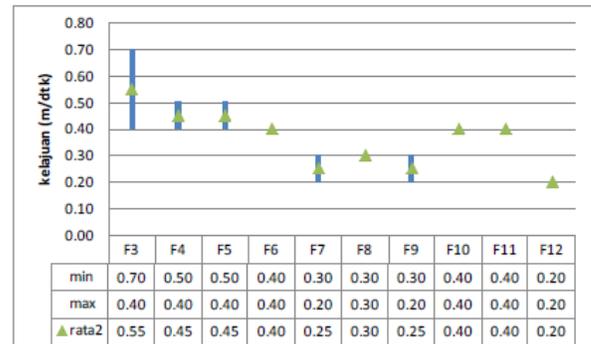
Kelebihan Self-Kinetic Jalousie

Dari segi mekanisme pergerakan *self-kinetic jalousie*, tentunya desain jalousi ini memiliki kelebihan dalam hal adaptasi terhadap gangguan udara. Jalousi tidak bergerak yang banyak ditemui saat ini kurang dalam merespon gangguan aliran udara yang datang, sedangkan *self-kinetic jalousie/ jalousi adaptif* bergerak secara otomatis dalam merespon gangguan aliran udara dengan menutup ketika terjadi aliran angin yang kencang dan membuka ketika aliran angin dalam kondisi normal untuk distribusi aliran udara. Secara lebih rinci dapat dilihat kelebihan dari *self-kinetic jalousie* ini dari kecepatan udara dalam ruang dan tanggapannya terhadap gangguan.

a. Kecepatan aliran udara dalam ruang

Dalam melihat kecepatan aliran udara dalam ruang, terdapat faktor yang disebut standar deviasi. Standar deviasi dapat melihat sejauh mana pemerataan kecepatan aliran udara terjadi dalam ruang baik kecepatan maksimum maupun minimum. Semakin kecil standar deviasi yang terjadi, maka semakin merata kecepatan aliran udara dalam ruangan tersebut. Hal ini disebabkan karena selisih kecepatan

aliran udara minimum dan maksimum yang tidak besar.

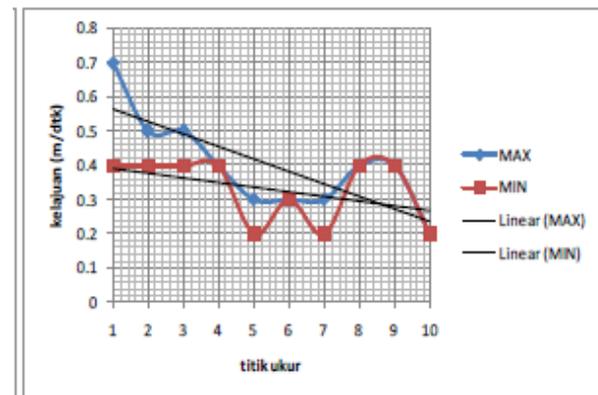


Gambar 9. Standar deviasi kecepatan aliran udara jalousi adaptif (Sari, 2009)

Dapat dilihat pada gambar 9, standar deviasi pada jalousi adaptif terlihat sangat kecil. Hal ini berarti kecepatan udara yang merata tercapai dengan penggunaan jalousi adaptif dikarenakan selisih kecepatan aliran udara minimum dan maksimum yang kecil. Pada saat tidak terjadi gangguan, jalousi adaptif ini juga dapat berfungsi sebagai jalousi yang biasa digunakan.

b. Tanggapan terhadap gangguan dari luar

Gambar 10 menunjukkan jalousi jalousi adaptif dalam merespon gangguan aliran udara. Dapat dilihat bahwa pergerakan udara yang terjadi pada jalousi adaptif lebih stabil dengan persebaran kecepatan aliran udara yang merata. Dapat dilihat terdapat kecenderungan penurunan kecepatan aliran udara pada daerah yang menjauhi *inlet*.



Gambar 10. Kecepatan aliran udara jalousi adaptif (Sari, 2009)

Dari poin-poin di atas dapat dilihat bahwa *self-kinetic jalousie/ jalousi adaptif* memiliki kelebihan dapat merespon gangguan aliran udara yang datang pada koridor dengan lebih baik, dan mampu mengurangi aliran udara tersebut dengan mereduksi dan pemerataan kecepatan udara. Jalousi tidak

bergerak sebagai ventilasi alami tentunya merupakan penerapan desain pasif yang dianjurkan dalam desain arsitektur. Akan tetapi, jalousi adaptif merupakan penerapan desain *hybrid* yang mampu memperbaiki kinerja desain pasif dengan tetap berpegang pada konsep tanpa menggunakan energi listrik dan menggunakan energi kinetis yang bergerak secara otomatis terhadap stimulus gangguan udara luar, yang tentu saja hemat energi dibandingkan dengan desain aktif.

KESIMPULAN

Dari tulisan di atas dapat disimpulkan bahwa *self-kinetic jalousie* atau jalousi adaptif vertikal merupakan bentuk penerapan teknologi *climate responsive-adaptable architecture*, yang mampu berperan aktif otomatis dan beradaptasi dalam merespon gangguan aliran udara terutama pada koridor bangunan. Sistem kinerja *self-kinetic* pada desain jalousi adaptif merupakan inovasi yang patut untuk dikembangkan lebih lanjut mengingat desain ini mampu secara responsif bergerak otomatis menanggapi gangguan, sehingga tidak diperlukan energi listrik dalam penerapannya, yang tentu saja dari sisi keberlanjutan sangat baik dalam hal efisiensi energi. Konsep pemikiran *self-kinetic* ini akan berguna ke depannya untuk pembuatan desain-desain *hybrid* lainnya yang mengambil prinsip desain pasif, akan tetapi dengan inovasi yang lebih maju yang mampu bersaing dengan desain aktif dalam hal kinerjanya dalam merespon iklim lingkungan.

SARAN

Penerapan *self-kinetic jalousie* atau jalousi adaptif vertikal yang dilakukan oleh Wulani Enggar Sari (2009) mengungkapkan bahwa pemerataan udara dalam ruang dengan penggunaan jalousi adaptif dan jalousi tetap tidak jauh berbeda. Hal ini berarti perlu adanya penelitian lebih lanjut dalam komponen jalousi adaptif sehingga jalousi adaptif ini dapat berperan lebih terutama dalam hal pemerataan dalam ruang sehingga mampu bersaing lebih baik dengan desain aktif.

Selain itu dapat pula dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan jalousi adaptif vertikal pada fasad bangunan, mengingat penelitian yang dilakukan oleh Wulani Enggar Sari (2009) menempatkan jalousi adaptif vertikal pada area koridor.

REFERENCES

Anonim, (2003). Laporan Tahunan 2003 Pengembangan Ventilasi Mekanik Untuk Bangunan Gedung dan Perumahan. Bandung. Badan Penelitian dan Pengembangan Kimpraswil. Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman.

- Fouad, S. (2012). Design Methodology : Kinetic Architecture. A Thesis presented to the Graduate School Faculty Of Engineering, Alexandria University In Partial Fulfillment Of The Requirements For The Degree Of Master Of Science In Architectural Engineering.
- Kendall, Stephen and Jonathan Teicher.(2000), Residential Open Building, E & FN Spon. New York.
- Koenigsberger. (1973). Manual of Tropical Housing and Building. New York: Longman.
- Leedy, P dan Jeanne.E. Ormrod. (2005). Practical Research: Planning and Design Research Edisi 8. Ohio : Pearson Merrill Prentice Hall. Page 145-187.
- Looman, R. (2007). Design strategy for the integration of climate-responsive building elements in dwellings. CIB World Building Congress, p 1106-1114.
- Hyde, R. (2000). Climate responsive design: A study of buildings in moderate and hot humid climates. E&FN Spoon: New York.
- Sari, Wulani Enggar. (2009). Kualitas Ventilasi Alami Rumah Susun Bertipologi Linier di Indonesia (Studi Kasus : Penerapan Jalousi Adaptif). Tesis : Institut Teknologi Bandung.
- Sari, Wulani Enggar. (2010). The Use of An Adaptive Vertical Jalousie in A Multi-storey Low Cost Housing Corridors, Proceedings of the 11th SENVAR, Surabaya Indonesia, Surabaya, 14-16 October 2010, pp. P1-21- P1-27. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sari, Wulani Enggar. (2017). Perletakan Jalousi Adaptif pada Koridor. Media Matrasain vol 14, no 1.
- Schnädelbach, H. (2010). Adaptive Architecture – A Conceptual Framework. MediaCity: Interaction of Architecture, Media and Social Phenomena, p 523-556.
- Schmidt III, R. (2017). Adaptable Architecture: Theory and practice. Routledge: New York.
- U.S.Department of Energy, Building Energy Data Book 2011, in, 2011.