

# ARSITEKTUR ALGORITMIK

Johansen Cruyff Mandey

## ABSTRAK

*Arsitektur Algoritmik menggunakan algoritma yang dapat memberikan solusi pada permasalahan desain dalam arsitektur seperti perletakan ruang, pola struktur, bahkan nilai estetika. Namun masalah algoritmik dalam desain adalah kepastian hubungan timbal balik antara angka dan konsep bagi beberapa desainer terlihat terlalu menentukan. Banyak desainer tidak tertarik pada komposisi matematis desain, melainkan hanya pada komposisi itu sendiri. Selagi hal ini diinterpretasikan sebagai mekanisme pertahanan diri terhadap kemungkinan rasionalisasi desain, juga menjadi penghalang dalam menjelajahi batasan dari rasionalisasi desain.*

*Dengan cara berpikir yang baru untuk menghasilkan desain arsitektur, maka dipakailah komputer sebagai alat bantu dalam mengaplikasikan suatu desain. Komputer bukan otak manusia, juga bukan perancang untuk manusia, melainkan rekan pendamping untuk imajinasi manusia, sumber ide, dan pintu menuju dunia lain yang baru dalam pikiran manusia.*

*(Kata kunci: algoritma, arsitektur, komputer).*

## PENDAHULUAN

Arsitektur telah mengalami perubahan cara berpikir untuk mendapatkan suatu desain. Awalnya desain didapatkan dengan memakai alat manual menjadi desain bentuk berbasis komputer. Transformasi ini, walaupun mengesankan, belum mencapai potensi penuh. Sebagian karena kurangnya pendidikan komputasi dari arsitek atau kebanyakan literatur yang membingungkan tentang desain digital, hampir tidak ada contoh jelas penggunaan komputer dalam potensi penuh sebagai alat desain.

Sebagian besar arsitek sekarang ini banyak menggunakan komputer sebagai efisiensi alat desain sambil terus mengembangkan desain secara tradisional dalam arti manual, dan praktisi-praktisi menonjol, seperti Gehry, Morphosis, atau Zaha Hadid, gunakan komputer sebagai sarana pemasaran dan presentasi.

Apa yang harus menjadi istilah yang tepat dari keterlibatan komputer dengan desain arsitektur?. Pertanyaan ini telah ada sejak awal dari arsitektur berbantuan komputer. Dasarnya yaitu saat percobaan pertama mengenai kemungkinan komputasi atau cybernetic arsitektur di tahun 1950-an dan 1960-an. Hal ini tidak menghilang dengan munculnya pasca-modernisme. Ini kembali selama dekade terakhir, dengan pengembangan grafis komputer yang spektakuler dan pesona yang diberikan oleh bentuk-bentuk aneh, gumpalan dan lain-lain yang mulai membayangi para desainer, tapi pertanyaan ini sejenak ditanggihkan. Sekarang daya tarik ini mulai memudar kembali dengan segala kompleksitasnya.

Kostas Terzidis seorang arsitek sekaligus professor pengajar di Harvard University, mengatakan dalam bukunya bahwa tak ada istilah yang lebih baik dari *Algorithmic Architecture* untuk keterlibatan computer dalam desain arsitektur. Pada dasarnya, posisi mengenai peran computer dalam desain arsitektur terbagi menjadi dua kategori besar. Bagi kebanyakan desainer, komputer hanyalah sebuah alat canggih dengan program yang memungkinkan mereka untuk menghasilkan bentuk lanjutan dan kontrol yang lebih baik dalam realisasinya. Bagi mereka yang lain,

meskipun mesin mengubah secara signifikan sifat alami dari arsitektur yang dihasilkan, mereka merasa tidak diperlukan bahkan tidak diinginkan untuk masuk ke dalam rincian prosesnya. Namun bagi para arsitek seperti *Kostas Terzidis*, tidak dapat dihindari untuk masuk ke dalam kotak hitam pemrograman untuk membuat hal yang benar-benar kreatif dari komputer.

## PEMBAHASAN

### Pengertian Algorithmic Architecture

Menurut Kostas Terzidis, Arsitektur Algoritmik adalah istilah yang diciptakan di sini untuk menunjukkan penggunaan algoritma dalam arsitektur. Hal ini dibedakan dari CAD atau komputer grafis dalam arti bahwa proses algoritmik tidak selalu berdasarkan computer. Tapi ada beberapa masalah seperti kompleksitas, ketidakpastian, ambiguitas, atau berbagai solusi yang mungkin dibutuhkan hubungan sinergis antara pikiran manusia dan sistem komputer. Sinergi ini hanya mungkin melalui penggunaan strategi algoritmik yang menjamin komplementer dan dialektika hubungan antara pikiran manusia dan mesin.

Arsitektur Algoritmik adalah suatu area penelitian yang mempelajari tentang aplikasi algoritma (Ilmu Komputer) didalam arsitektur. Menurut Kamus Oxford, Algoritma adalah "suatu proses atau seperangkat aturan yang harus diikuti dalam operasi perhitungan atau pemecahan masalah. *Kostas Terzidis* dalam bukunya, menjelaskan bahwa algoritma adalah suatu prosedur komputasi untuk mengatasi masalah dalam jumlah langkah yang terbatas(finite). Hal ini melibatkan pemotongan, induksi, abstraksi, generalisasi, dan logika terstruktur. Strategi algoritmik memanfaatkan pencarian pola yang berulang, prinsip-prinsip universal, modul yang dapat dipertukarkan, dan hubungan induktif.

Kekuatan dari sebuah algoritma terletak pada kemampuannya untuk menyimpulkan dan untuk memperluas batas-batas tertentu dari pemikiran manusia.

Secara teoritis, algoritma adalah abstraksi dari suatu proses dan berfungsi sebagai pola sekuensial yang mengarah ke pemenuhan tugas yang diinginkan. Misalnya, algoritma untuk memasak kentang dapat terdiri dari langkah-langkah berikut: 1. Mengupas; 2. Merebus; 3. Memotong; 4. Menyajikan.

Jika ada langkah yang terbalik atau ditambahkan atau dihapus, resep alternatif dapat terbuat dengan hasil yang berbeda. Hasil ini mungkin lebih baik, sama, atau lebih buruk dari target awal. Namun, seperti dalam memasak, perubahan, keacakan, atau kecelakaan dalam proses dapat menyebabkan solusi baru, dan solusi itu seringkali berbeda secara signifikan dari target awalnya. Dalam kasus ini, algoritma berfungsi sebagai pola pikir yang membantu dalam memahami masalah, mencari kemungkinan solusi, dan / atau sebagai kendaraan untuk mendefinisikan masalah baru.

Walaupun definisi umum dari istilah algoritma melibatkan kata *terbatas(finite)* yang berkaitan dengan jumlah yang dapat dibedakan, dapat dihitung, dibatasi, atau serangkaian langkah yang telah ditentukan, ini tidak berarti bahwa masalah itu sendiri harus terbatas, dibatasi, atau ditentukan. Misalnya, yang umum di dunia algoritma adalah sesuatu yang disebut sebagai "infinite loop" situasi seperti ini dianggap sebagai sebuah kemalangan dan sering mengakibatkan penghentian pekerjaan. Sementara langkah-langkah yang menggambarkan infinite loop mungkin terbatas dan spesifik, situasi yang dihasilkan tak tentu dan tak terbatas.

## Algoritma Dalam Arsitektur

Hubungan antara algoritma, parameter dan output dalam komputasi juga terdapat dalam arsitektur. Parameter dalam komputasi menyamai urutan yang merupakan sesuatu yang menciptakan dan memaksa metode dalam arsitektur. Ada sifat formalistik tak terlihat dalam arsitektur yang sesuai dengan algoritma dan hasil fisik atau bentuk seperti output dalam komputasi.

Jadi, dalam arsitektur, kita bisa mengatakan bahwa teori di balik bentuk yang berbeda adalah algoritma dalam arsitektur. Dengan perkembangan teknologi komputer yang drastis, banyak hal tidak mungkin yang dimungkinkan. Perkembangan teknologi menyadari analisis fisika nonlinear yang memperluas daerah prediksi dari sistem yang kompleks seperti alam semesta atau fenomena iklim, mengakibatkan pergeseran paradigma akan pemahaman kita tentang ilmu pengetahuan alam. Ada sebuah super komputer yang disebut "earth simulator" di Jepang merupakan salah satu contoh utama dari kemajuan teknologi komputer tersebut. Super computer ini dikonfigurasi untuk menemukan dan memprediksi perubahan iklim pada skala global dan digunakan untuk mensimulasikan hal seperti pemanasan global, gerakan kerak bumi, dll.

Dari contoh diatas kita bisa melihat, kemajuan komputer memberikan kontribusi untuk memperluas pemahaman kita dalam bidang non-linearitas. Dan arsitektur bukanlah suatu pengecualian karena penggunaan komputer meningkat dengan cepat di lapangan. Jelas dari tren terakhir, bahwa bentuk non-linear atau algoritma berkembang besar di daerah teknologi berbantuan komputer,

Dalam dunia arsitektur, masalah yang dihadapi desainer tidak selalu terpecahkan dalam arti untuk menemukan jalan antara A dan B. Selain itu juga jumlah masalah dalam pola konstruksi, formal umum, estetika, atau pertimbangan perencanaan yang hampir tidak dieksplorasi sebagai diskrit pemecahan masalah. Dalam desain, algoritma dapat digunakan untuk memecahkan, mengatur, atau mengeksplorasi masalah dengan peningkatan visualisasi atau pengorganisasian kompleksitas.



Gambar Algoritma dalam Arsitektur

Algoritmik arsitektur melibatkan penggunaan program lunak untuk menghasilkan ruang dan bentuk dari aturan yang berbasis dan melekat dalam program-program arsitektur, tipologi, kode bangunan, dan bahasa itu sendiri. Alih-alih pemrograman langsung, kodifikasi desain menggunakan scripting tersedia dalam paket 3D (yaitu Maya Embedded Language (MEL), 3dMaxScript, dan FormZ) dapat membangun konsistensi, struktur, koherensi, ketertelusuran, dan kecerdasan ke dalam bentuk 3D komputer. Dengan menggunakan bahasa script, desainer dapat melampaui mouse, melampaui keterbatasan pengaturan pabrik dari perangkat lunak 3D saat ini. Desain algoritmik tidak menghilangkan perbedaan tapi menggabungkan kedua kompleksitas komputasi dan kreatifitas penggunaan computer.

### **Penerapan Algoritma Pada Bangunan**

Cecil Balmond meminta Toyo Ito untuk berkolaborasi dengan dia dalam merancang Serpentine Galeri Pavilion yang merupakan proyek yang sangat singkat dimana mereka hanya memiliki tiga bulan untuk mendesain dan tiga bulan untuk membangun. Dengan batas waktu tersebut, Ito memutuskan, pada awalnya, untuk membuat bentuk kubus 17m x 17m dengan rencana ketinggian 4,5m. Ito menunjukkan dua gambar kepada Balmond untuk desain nya. Satu desain adalah untuk atap mengambang (terlihat) yang didukung oleh lantai yang dinaikan. Ito sketsa sesuatu yang mirip dengan model konseptual yang dibuat untuk Mediatheque Sendai.

Desain lain adalah ruangan seperti kotak pembungkus dimana atap datar dibangun dengan garis silang acak yang hanya ditopang oleh dinding luar. Toyo Ito memikirkan ruang tanpa pilar/kolom yang mirip dengan Paviliun Brugge buatannya.



Gambar Serpentine Galeri Pavilion

Dengan jumlah sketsa tak terhingga, Cecil Balmond mempelajari kemungkinan dua ide-ide desain oleh Toyo Ito. Dengan berbagai korespondensi antara mereka, mereka memutuskan pada desain terakhir mereka yang basisnya lebih dekat dengan gagasan kedua Ito. Seperti yang dapat dilihat dari gambar di bawah, desain akhir terdiri dari apa yang tampaknya menjadi pola acak. Namun, jika kita melihat pola dengan hati-hati, orang dapat melihat bahwa itu adalah pola yang dibentuk oleh algoritma yang terbuat dari kotak berturut-turut yang ukurannya membesar saat berputar. Segitiga dan trapezoid diciptakan sebagai hasilnya dibuat dengan panel aluminium dan panel kaca bergantian. Melalui proses kolaborasi itu, ruang dengan fluiditas diwujudkan.

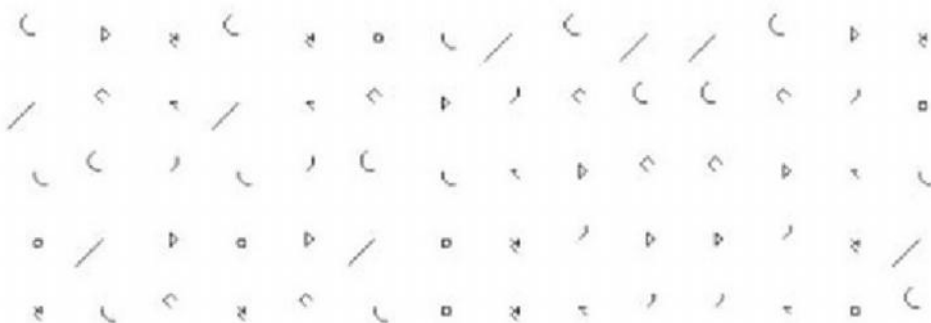


Gambar Brugge Paviliun Belgia

Ito berpendapat bahwa arsitektur abad ke-20 yang dicontohkan oleh Le Corbusier dan Mies Van der Rohe. Terutama bagi Le Corbusier yang mengatakan bahwa geometri murni merupakan keindahan terpenting dan bahwa geometri seperti lingkaran, bola, dan kubus adalah bentuk yang paling indah. Juga, Mies Van der Rohe meninggalkan kita dengan ide grid dimana prosesi sumbu ortogonal yang memiliki sifat homogen. Ini adalah salah satu dari dua hal yang dibentuk arsitektur pada abad ke-20. Di sisi lain, Cecil Balmond mendefinisikan lebih jauh dengan mengatakan "Geometri hanyalah jalan yang diambil oleh sebuah titik yang bergerak". Dia mengartikulasikan bahwa lingkaran dan persegi adalah hanya beberapa contoh dari jalan tersebut dimana solusi tertentu didapat dari titik yang bergerak. Cecil Balmond mengatakan geometri yang dalam arsitektur tidak hanya bisa dibentuk dengan geometri Euclidean, tetapi bisa direalisasikan melalui geometri non-linear. Definisi Balmond seperti inilah yang dipercaya Ito telah benar-benar mengubah ide geometri dalam arsitektur.

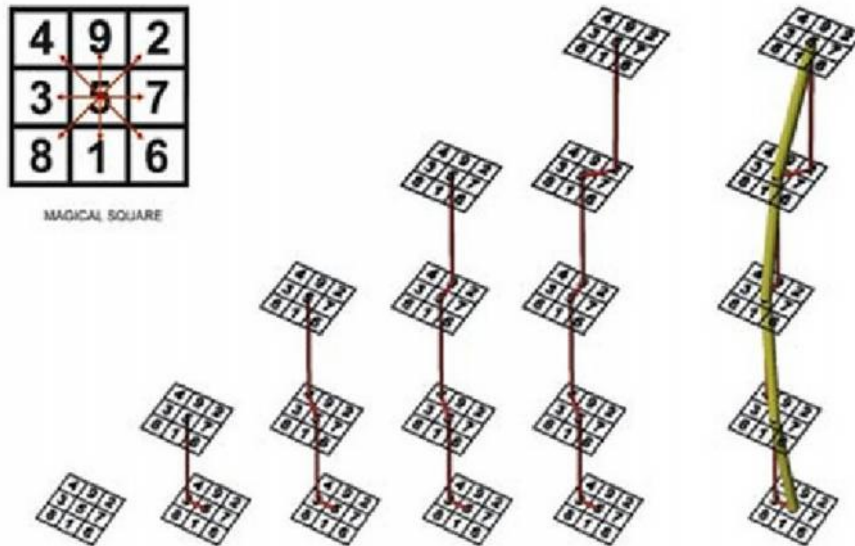
Selain itu, Cecil Balmond menganggap apa yang tampaknya bukan geometri adalah geometri seperti apa yang terjadi ketika tanaman dan hewan dalam proses tumbuh. Sebagai contoh, ketika pohon tumbuh, ia pergi melalui banyak percabangan untuk membentuk bentuk yang rumit pada akhirnya. Setiap individu pohon dalam bentuk yang berbeda dari pohon tetangga, tetapi prinsip percabangan sederhana, cabang divergen menjadi dua cabang. Proses divergen seperti ini ditentukan oleh lingkungan sekitar dan keseimbangan pohon itu sendiri yang menyimpulkan bahwa segala sesuatu adalah relatif.

Ada aturan dibalik apa yang tampaknya tanpa aturan, seperti pilar miring dalam proyek Selfridges, di mana pilar terlihat tidak terkait satu sama lain, tetapi ternyata mereka dapat berdiri karena mereka berkaitan satu sama lain. Toyo Ito sangat bersimpati dengan realisasi keanekaragaman oleh Cecil Balmond.



Gambar *Orbits of algorithmic inclined columns of Selfridges project*





Gambar *Algorithm for inclined columns of Selfridges project*

Arsitektur yang dibentuk oleh geometri abad ke-20 selalu berusaha untuk mengartikulasikan kemerdekaan dari alam. Namun, apa yang Cecil Balmond coba untuk lakukan adalah untuk memperlakukan arsitektur seperti sistem pemeliharaan alam. Bahkan, Ito memuji metode Balmond menciptakan bentuk-bentuk dari peraturan yang dibuat dari proses yang tidak stabil dan pendekatan yang rumit adalah pendekatan baru yang sangat berbeda dari arsitektur abad ke-20 dan bahwa itu adalah manifestasi dari abad ke-21.

Cecil Balmond membuat aturan atau prinsip-prinsip melalui algoritma. Ia menyarankan bahwa ide-ide mewujudkan "keacakan" yang dapat dipikirkan manusia sangat terbatas dan mengakibatkan ruang mudah menjadi konvensional. Ia percaya bahwa mendasarkan pada algoritma pada awalnya tampak nyaman, namun sebenarnya sangat bebas dan memungkinkan penciptaan rumit dan hibrida. Situasi yang tak terduga bagi manusia. Sikap seperti Cecil Balmond menunjukkan pikiran dan ekspresi terhadap arsitektur, ruang dan matematika sebagai pemikir, atau seorang filsuf daripada arsitek struktural. Meskipun struktur arsitektur dan di atas adalah sangat terkait, proses pendekatan analisis strukturalnya adalah unik dan menarik yang membuat Balmond berdiri keluar dari jutaan insinyur struktural saat ini.

Toyo Ito menyebutkan, sifat kompleks ruang yang dibuat dengan menggunakan algoritma sebagai "Solusi sub optimal". Pendidikan arsitektur abad ke-20 hanya memperbolehkan satu jawaban tunggal sebagai solusi optimal. Itu hanya diwujudkan melalui memperkecil kondisi ke minimum. Namun, Ito mengungkapkan bahwa ada banyak solusi yang optimal untuk arsitektur. Dia mengklaim bahwa dari beberapa solusi, arsitektur harus menyelesaikan semuanya untuk satu solusi atau mencapai keseimbangan di mana arsitektur dan lingkungan sekitarnya bisa puas. Kata-katanya diperkuat dengan kepercayaan diri yang diperoleh dalam keberhasilannya di proyek Sendai Mediatheque. Sebagai contoh, Ito menyadari rencana yang luas di mana kamar tidak ditentukan oleh fungsi membuat batas-batas ruang menjadi sangat kabur.

Jika arsitektur dapat menyediakan ruang untuk keragaman aktifitas ke dalam suatu tempat, itu sudah cukup. Tapi penting untuk berpikir tentang kesesuaian ruang sesuai dengan kegiatan dan hubungan antara ruang dan lingkungan juga. Pada latar belakang seperti yang disebutkan, Ito mengakui bahwa keragaman ruang diciptakan melalui algoritma dapat disesuaikan dengan keragaman nilai-nilai sosial dan telah merancang arsitektur itu sendiri.

Banyak proyek terbaru Ito memiliki sistem yang diatur dari bentuk yang diciptakan menggunakan algoritma yang dapat diperpanjang tanpa batas. Hal ini telah menjadi fitur dimana dapat melihat bagian bentuk berlanjutan seperti itu dipotong oleh masalah realistik seperti batas-batas dalam tapak atau pembatasan besaran volumenya yang ditentukan sebagai aturan dalam algoritma.



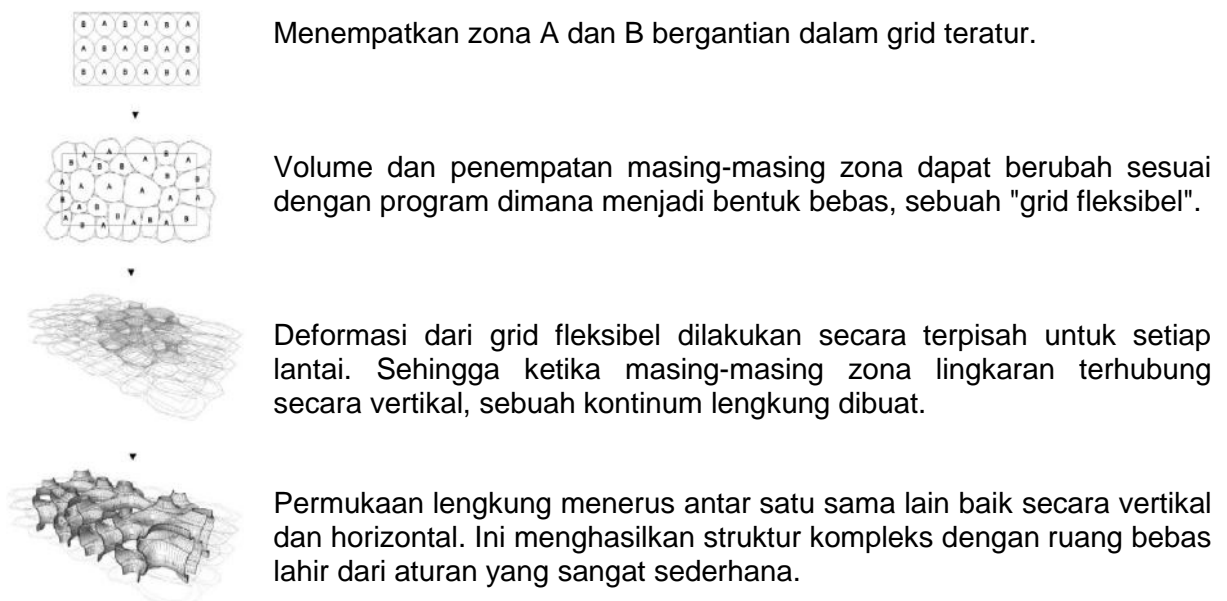
Gambar Taichung Metropolitan Opera

Dalam membuat metode arsitektur ini, ide di dalam dan luar dari ruang tidak ada lagi. Hal ini secara fisik hadir, tetapi secara ideologis tidak ada.

Seperti yang dapat dilihat di bawah, gambar Taichung Metropolitan Opera House ini mirip dengan sistem grid oleh Mies Van der Rohe di mana grid menerus bersifat homogen. Namun, Ito berusaha untuk mencapai homogenitas melalui sistem yang sama sekali berbeda. Sebagai sarana untuk mencapai itu, algoritma bekerja sangat efektif.

Taichung metropolitan opera house sedang dalam tahap pembangunan. Berlokasi di 7<sup>th</sup> metropolitan area of Taichung city, Taiwan. Memiliki luas kurang lebih 57,685 m<sup>2</sup>, dengan jumlah 2011 tempat duduk. Didesain oleh arsitek jepang, Toyo Ito. Dimulai pada 11 november 2009, konstruksi selama 45 bulan, diprediksi selesai pada tahun 2013.

#### Proses Desain Taichung Metropolitan Opera House oleh Toyo Ito



## KESIMPULAN

Arsitektur algoritma yang berawal dari penggunaan komputer dalam desain ini merupakan suatu penerapan algoritma ke dalam arsitektur, yang bisa memperluas batas pemikiran manusia dalam menghadirkan atau menciptakan bentuk-bentuk geometri non-linear, membantu memecahkan masalah perletakan ruang, bahkan masalah struktur, dengan solusi-solusi alternative yang berkelanjutan.

Algoritma dalam arsitektur membuat seorang arsitek melompat dan berpetualang ke dalam dunia baru yang tak diketahui. Ini bukanlah sebuah produk akhir, namun sebagai kendaraan untuk eksplorasi dalam pemecahan masalah. Yang membedakan hal ini dari pemecahan masalah umum adalah sifatnya yang tak dapat diprediksi dan hasil yang mengagumkan bahkan bagi penciptanya sendiri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Calter, Paul A .2008. *Squaring the Circle. Geometry in Art and Arhitecture*. Published Jhon Wiley and Sons,Inc. USA.
- Jencks, Charles & Baird, George .1970. *Meaning in Architecture*. George Braziller Publisher, New York
- Mizushima, N. \_\_\_\_ *Algorithm and Architecture*\_\_\_\_.
- Sebestyen, Gyula. 2003. *New Architecture and Technology*. Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP. 200 Wheeler Road, Burlington MA 01803.
- Terzidis, K. 2006, *Algorithmic Architecture*, Elsevier Ltd, United States.