|Vol 23|No. 1 | Juni 2022|
TEODOLITA : Media Komunikasi Ilmiah Dibidang Teknik

e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : 13 - 21

MODELING DIGITAL DALAM MENDUKUNG PERANCANGAN BANGUNAN

Muafani[1], LMF Purwanto[2]
[1]Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Sains Al-Qur'an Jawa Tengah di Wonosobo,
[2]Program Studi Doktor Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang,
email : muafani@unsiq.ac.id

Abstrak

Dunia arsitektur dalam kalangan akademisi maupun praktisi telah berkembang sangat cepat. Arsitektur digital merupakan istilah singkat untuk menggambarkan pemakaian teknologi komunikasi dan informasi dalam proses perencanaan dan perancangan arsitektur secara total. Arsitektur digital telah mewarnai Pendidikan Arsitektur di seluruh dunia karena dapat menjadi sarana mendekatkan kesenjangan kualitas antara Pendidikan Arsitektur di negara maju dengan di negara berkembang. Di Indonesia, sejak awal arsitektur digital telah menuai perdebatan antara yang setuju (pro) dan yang tidak setuju (kontra). Dan hingga saat ini sebagian besar masih berkeyakinan bahwa bagi seorang arsitek, komputer hanyalah sekedar alat baru layaknya alat gambar. Namun demikian perkembangan saat ini banyak program-program modeling komputer yang dapat dipakai sebagai pendukung dalam perancangan arsitektur, dengan demikian kondisi bangunan dapat terlihat sebelum dibangun. Sehingga mulailah bahwa konteks modeling bangunan secara digital sudah menjadi hal umum di konsultan dan institusi Pendidikan (dosen dan mahasiswa) serta modeling perkotaan (fisik dan non fisik) yang sudah mulai banyak juga dilakukan. Oleh karena itu akan dapat dipahami pengaruh teknologi informasi dalam perkembangan dunia arsitektur yang akan semakin mengandalkan program-program digital dalam mendukung perancangan bangunan.

Kata kunci: Perancangan, digital, arsitektur, modeling.

Abstract

The world of architecture in academics and practitioners has developed very quickly. Digital architecture is a short term to describe the use of communication and information technology in the planning process and total architectural design. Digital architecture has colored Architectural Education around the world because it can be a means of closing the quality gap between Architectural Education in developed and developing countries. In Indonesia, since the beginning of the digital architecture, there has been a debate between those who agree (pro) and those who disagree (con). And until now, most still believe that for an architect, the computer is just a new tool like a drawing tool. However, the current development of many computer modeling programs that can be used as a support in architectural design, thus the condition of the building can be seen before it was built. So it begins that the context of digital modeling of buildings has become a common thing in consultants and educational institutions (lecturers and students) as well as urban modeling (physical and non-physical) which has begun to be done a lot. Therefore, it will be understood the influence of information technology in the development of the world of architecture which will increasingly rely on digital programs to support building design.

Keywords: *Design, digital, architecture, modeling.*

e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : 13 - 21

1. PENDAHULUAN

Arsitektur memiliki arti sebagai seni dan ilmu merancang serta membuat konstruksi bangunan, jembatan dan sebagainya atau sebagai metode dan gaya rancangan suatu konstruksi bangunan. Sedangkan digital memiliki pengertian sesuatu yang berhubungan dengan angka-angka untuk sistem perhitungan tertentu yang berhubungan dengan penomoran. Jadi pemahaman tentang arsitektur digital bukanlah hanya sekedar kegiatan menggambar dengan menggunakan komputer saja, melainkan merupakan pemanfaatan produk teknologi komunikasi dan informasi (TKI) dalam melakukan proses desain arsitektur secara total. Atau dengan kata lain sesuai dengan pandangan Satwiko (2011) mengandung pengertian bahwa komputer tidaklah cukup menjadi *extended hands*, tapi harus menjadi *extended brains*, bagian dari berpikir, mengevaluasi dan mengambil keputusan. Digital arsitektur bukan sekedar kegiatan menggambar, melainkan memanfaatkan komputer sebagai proses desain secara total.

Arsitektur Digital dalam pendidikan arsitektur telah meluas dengan cepat baik dalam konsep maupun penerapannya. Sekalipun hingga saat ini perdebatan (baik pro maupun kontra) perihal pemakaian istilah arsitektur digital dalam Pendidikan Arsitektur masih lebih sering berkutat pada masalah filosofi, bahwa arsitektur digital hanya sekedar alat bantu ataukah berupa ilmu pengetahuan. Kecenderungan saat ini menunjukkan bahwa arsitektur digital telah mulai dipahami sebagai sebuah ilmu pengetahuan, metoda komputasi (digital) juga telah menjadi bagian dari penelitian arsitektur.

Pemakaian teknologi informasi (digital) dalam arsitektur menurut Satwiko dalam Darmawan (2009) dapat dibagi menjadi beberapa tahapan atau bagian sebagai berikut :

(1) Komunikasi (surat menyurat baik tertulis maupun tergambar dengan sarana manual maupun *electronic mail*),
(2) Pencarian Data (iklim, topografi, jaringan transportasi, jaringan utilitas, sebaran penduduk, peraturan daerah, produk bahan, hasil penelitian, dll),
(3) Pembuatan Sketsa Awal (gagasan awal sebagai materi diskusi dengan klien maupun tim perencana baik secara 2D maupun 3D, animasi maupun *virtual reality*),
(4) Perhitungan-perhitungan (olah data, simulasi berkaitan dengan konstruksi, biaya, fisika bangunan, utilitas, energi maupun pencemaran),
(5) Pengembangan Desain (menuju ke karya desain yang lebih terpadu dalam bentuk animasi maupun *virtual reality* yang dapat dilakukan secara manual maupun otomatis dengan teknik *morphing*),
(6) Pengenalan pemanfaat berbagai teknologi baru dalam bangunan (*solar energy*, *intelligent/smart buildings*),
(7) Presentasi dalam penyajian produk desain akhir (2D, 3D maupun animasi),
(8) Pembuatan Gambar Kerja,
(9) Pengarsipan Karya Desain (menyimpan karya desain secara sistematis dan aman untuk dipergunakan di lain waktu), dan
(10) Pembuatan Dunia Virtual.

Perlu pemahaman tentang beberapa hal berkaitan dengan Arsitektur Digital, yang pertama adalah Teknologi Informasi (*Information Technology*) yang merupakan penggunaan komputer untuk membuat, memproses, menyimpan, dan bertukar semua jenis data elektronik dan informasi. Yang kedua tentang Masyarakat Informasi (*Information Society*) yang mengandung arti bahwa masyarakat dengan penggunaan, penciptaan, distribusi, manipulasi dan integrasi informasi merupakan kegiatan yang signifikan.

Teknologi digital berkembang pesat sejalan dengan perkembangan teknologi komputer dan teknologi digital relatif memberi banyak keluwesan dalam pemakaian dibanding analog. Sepertihalnya konteks simulasi bangunan yang berawal atau dikarenakan mahalnya pembuatan laboratorium fisik.

e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : 13 - 21

Satwiko dalam Darmawan (2009) menerangkan bahwa beberapa hal di bawah ini dapat menjadi gambaran kelebihan simulasi bangunan secara digital, yaitu :

a. Komputer adalah alat multi guna,
b. Secara umum simulasi digital memiliki banyak keunggulan dibanding simulasi fisik,
c. Modal awal lebih rendah,
d. Biaya tenaga kerja lebih rendah,
e. Lebih hemat waktu,
f. Kebutuhan ruang lebih kecil,
g. Modifikasi model lebih mudah dan cepat,
h. Tidak tergantung skala,
i. Lebih presisi,
j. *Software* ilegal tersedia (telah banyak tergantikan oleh *freeware* → Legal)

Sedangkan kekurangan atau penghalangnya dikarenakan kebanyakan jurusan arsitektur tidak memberi dasar pengetahuan cukup yang diperlukan (matematika lanjut, aerodinamik, perpindahan panas, fluida, dan lain-lain). Sehingga kekurangan-kekurangan itu antara lain adalah :

(1) Kerja simulasi bangunan belum begitu dirasakan memberi keuntungan (bonus servis),
(2) Software dibuat oleh ahli dari negeri yang berbeda kondisi baik berbeda iklim maupun ketersediaan bahan bangunannya.

Namun perkembangan saat ini, institusi yang berkaitan dengan bangunan (standar, dan lain-lain) mulai mendorong dilakukannya simulasi bangunan sebelum dibangun. Sehingga mulailah bahwa konteks simulasi bangunan sudah menjadi hal umum di konsultan dan institusi Pendidikan (dosen dan mahasiswa) serta simulasi perkotaan (fisik dan non fisik) yang sudah mulai banyak juga dilakukan (Satwiko dalam Darmawan, 2009).

2. STUDI PUSTAKA / LANDASAN TEORI

Saat ini para arsitek pemakai arsitektur digital masih hanya sebatas disesuaikan dengan keperluan mereka masing-masing, mulai dari penelitian akademis hingga untuk merancang bangunan. Penggunaan program komputer canggih untuk mengevaluasi perilaku fisikawi bangunan juga sudah banyak dilakukan, bahkan mulai menjadi kelaziman di dunia praktis.

Pada awalnya, kegiatan atau proses pembangunan masih parsial, dalam arti masih berjalan sendiri-sendiri sehingga belum bisa terkoneksi antara satu tahapan dengan tahapan yang lainnya. Dan dalam perkembangannya setelah memanfaatkan teknologi komputer, kegiatan pembangunan juga masih parsial, sekalipun telah menggunakan komputer. Hingga perkembangan berikutnya sudah mengalami *semi connecting computing – fabrication*, yang pada akhirnya saat ini sudah mencapai tahap *digitalizing network-embedded*, baik dalam merancang (*designing*) maupun membangun (*contructing)*.

Menurut Putra (2018), apabila dilihat secara umum terkait tahapan teknologi digital yang masuk ke dalam dunia perancangan arsitektur, dapat dipisahkan menjadi dua tahap, yaitu pada tahap awal teknologi digital ini masuk hanya sebagai alat visualisasi desain. Namun sejalan dengan perkembangannya, teknologi digital ini, kini dapat digunakan sebagai bagian dari proses perancangan atau desain sehingga mampu berperan sebagai alat bantu berpikir dalam proses perancangan. Sehingga seorang arsitek akan dapat bereksplorasi dalam menemukan inovasi-inovasi desain yang baru. Dan seiring perkembangnnya, teknologi digital telah mampu melakukan beberapa analisa dan evaluasi terhadap desain. Sehingga hal ini tentunya sangat menguntungkan bagi kalangan arsitek karena akan mampu menghasilkan suatu desain yang lebih optimal.

e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : 13 - 21

Dalam Arsitektur Digital banyak hal yang menjadi unsur pendukungnya, salah satunya adalah Fabrikasi Digital dalam Arsitektur. Hal ini juga dapat diklasifikasikan menjadi beberapa hal, yaitu :

(1) *Sectioning*, menyusun permukaan dari serial potongan profil horizontal dan vertikal.
(2) *Tessellating*, menggabungkan potongan-potongan untuk menghasilkan suatu permukaan.
(3) *Folding*, lipatan yang dirancang lebih dinamis dan 3D.
(4) *Contouring*, memahat suatu material untuk membentuk suatu permukaan.
(5) *Forming*, menggunakan media digital dan CNC router untuk menghasilkan cetakan dari bentuk akhir yang diinginkan.

Saat ini telah menjadi trend bahwa arsitek menjadi pasar potensial dalam penggunaan software komputer. Banyak sekali software yang ada di pasaran dan telah banyak digunakan oleh arsitek, misalnya dalam kelompok sebagai berikut :

Drawing tools :

a. AutoCAD
b. ArchiCAD
c. Revit
d. SketchUp
e. Blender
f. FreeCAD
g. LibreCAD
h. OpenSCAD
i. My Virtual Home
j. Smart Draw
k. Sweet Home 3D
l. BRL-CAD
m. Sculptris
n. Meshmixer

Render Software :

a. 3DMax
b. Blender
c. Maxwell
d. Octane Render
e. Autodesk Refit
f. Cinema 4D
g. Lumion 3D
h. Viz Render
i. Punch Home Design Studio
j. Vray
k. Corona

Fisika Bangunan :

a. Therm & Window
b. Psi-Therm
c. WUFI
d. Physibel
e. HT Flux
f. WINISO
g. GLASGLOBAL
h. WINSLT
i. Dämmwerk
j. Comsol
k. Archipak
l. AGI 32
m. CalcuLuX
n. DIALux
o. Radiance
p. Microlux
q. LightCalc
r. Visual 3D

Sedangkan dalam bidang Motodologi Riset, dikenal beberapa software yang dapat digunakan, antara lain :

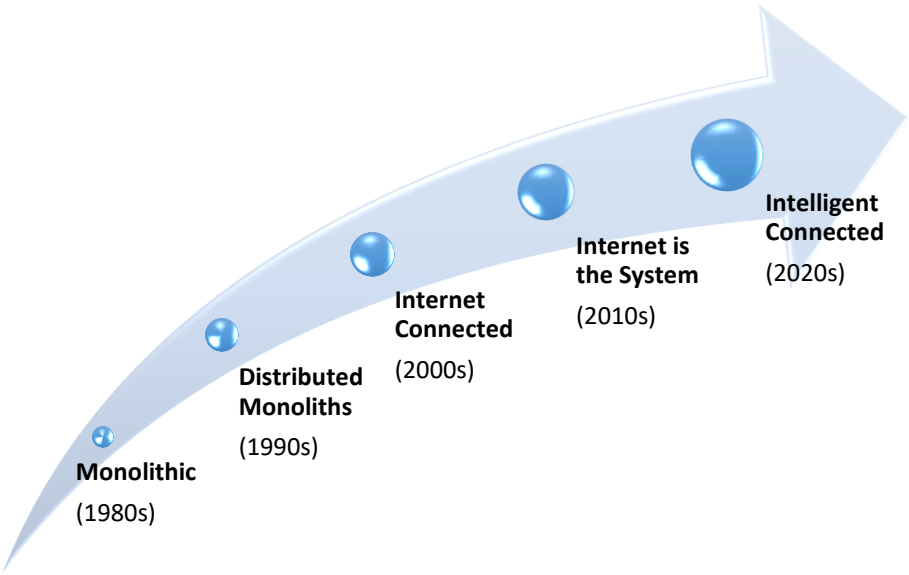
Kuantitatif	**Kualitatif**	
a. SPSS	a. Nvivo	g. Jira
b. MATLAB	b. Dovetail	h. Typeform
c. Tableau	c. Expertchoice	i. CDC EZ
d. AMOS	d. Quip	j. Atlas
e. SEM	e. Dovetail	
f. LISREL	f. Confluence	

e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : 13 - 21

Dan untuk software penelitian Urban antara lain :

a. CityEngine
b. Lumion
c. AcGIS Urban
d. Bentley OpenCities Planner
e. CityCAD
f. Modular
g. SimWalk
h. UrbanCanvas Modeler
i. UrbanFootprint
j. Urban ROI Designer
k. UrbanSim

Dan menurut Eoin Woods (2018), hingga saat sekarang, perkembangan Software Sistem dapat dibagi menjadi 5 tahapan, seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.1. The Five Age of Software System
Sumber : Eoin Woods, 2018

Pada era awal perkembangan, software sistem hanyalah sebagai layanan desain, namun sekarang dengan sistem terhubung, maka software dapat menjadi penggerak dalam sebuah sistem yang saling terkoneksi.

Di bagian lain, saat mempelajari arsitektur, sering muncul permasalahan terkait dengan perancangan maupun dalam pemahaman terahadap ruang. Simulasi mampu membantu untuk mendapatkan pengalaman dan pemahaman baru terhadap arsitektur. Dengan perkembangan teknologi saat ini, presentasi tentang keadaan sebenarnya mampu dihadirkan ke dalam sebuah komputer (Zakiri, 2009).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan riset saat ini ada beberapa tantangan yang akan dihadapi, misalnya terletak pada software yang telah banyak dibuat, *novelty* and *user friendly* dan *connecting* and *integrity*. Selain itu, perlu tahapan penyempurnaan data dan analis karena data dan analis yang diambil berasal dari negara 4 musim, perlu penyesuaian data dan analisis di negara tropis lembab dan pemahaman terhadap *tools*.

Dan dalam melakukan penelitian arsitektur digital, ada 4 langkah strategis yang bisa ditempuh, yaitu :

(1) Check the current landscape of the problem
(2) Define the vision
(3) Close the gap between the vision and what is achievable
(4) *Build strategies to close the gap between the current landscape and the vision.*

e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : 13 - 21

Sehingga sebuah teori pedagogi desain digital perlu dimodifikasi sebagai berikut :

a. Hambatan untuk berubah yang terkait dengan masalah kemampuan beradaptasi dan kelembaman sistem Pendidikan, ini biasanya terdiri dari tiga pengaruh, yaitu :
   - Pengaruh lingkungan media desain
   - Pengaruh pengetahuan dan teori, serta
   - Pengaruh model dan metodologi proses
b. *Changes in design media* (dari kertas ke internet)
c. *Changes in architectural knowledge base* (arsitektur sebagai disiplin desain telah menjadi kaya akan ide, mengubah metodologi dan konten konseptual yang unik).
d. *Changes in processes* (pencarian pemahaman model desain digital, desain menggunakan prinsip-prinsip pembelajaran yang menekankan *integrade* konten konseptual, metodologi eksperimental dan ketrampilan digital)
e. *Theoretical change* (pengenalan sumber-sumber filosofis, studi tentang inovasi teknologi dan relevansinya dengan desain, dan deskripsi proyek eksperimental. Kombinasi beragam ini sumber teoritis, filosofis, metodologis, teknis, dan professional adalah untuk mencarikan wacana desain digital dalam dekade pertama.

Hingga saat ini perkembangan karya teknologi dalam bahan bangunan adalah :

(1) Beton konvensional (perhitungan menggunakan SAP 200)
(2) Beton Prestressed (teknologi fabrikasi)
(3) Bahan material baru (metal, plastic)
(4) Bahan Prefab.

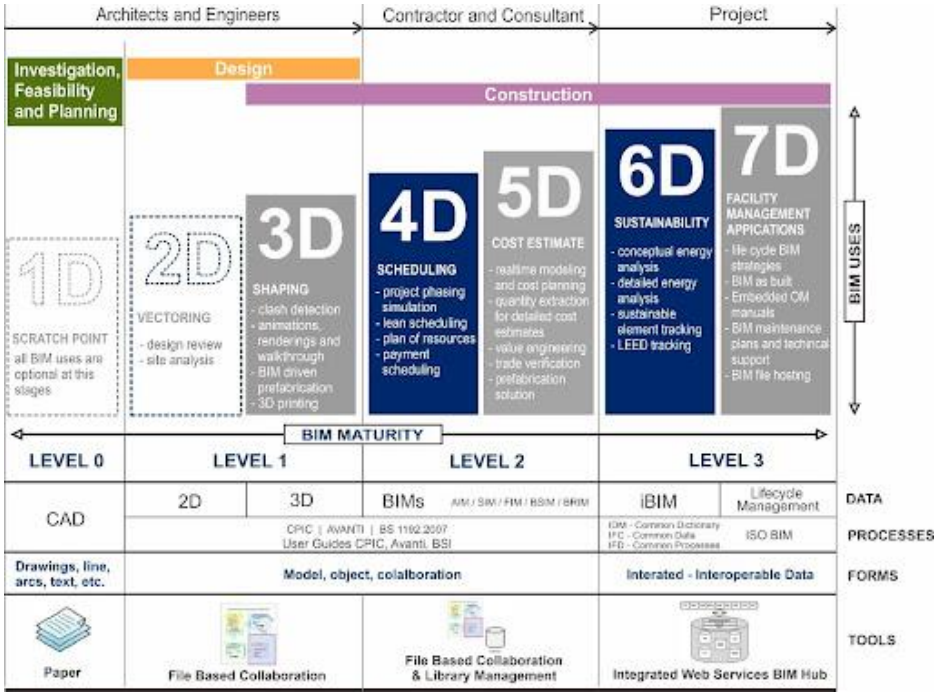
Sedangkan perkembangan terkait dengan temuan baru dalam arsitektur digital yaitu dengan adanya BIM (*Building Information Modeling*) yang merupakan sebuah analisa digital, yaitu memberikan informasi yang lebih detail dan akurat seputar RAB, kebutuhan material, estimasi biaya, performa bangunan, dan sebagainya.

Gambar 3.1. Berbagai Manfaat Penggunaan BIM
Sumber : Sarah, 2018

e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : 13 - 21

Dalam penerapannya, dapat digambarkan pembagian tahapan dalam BIM ini adalah sebagai berikut:

- Level 0, disaat kita membuat desain 2D di aplikasi CAD, seperti AutoCAD;
- Level 1, yaitu saat kita sudah bisa menampilkan desain secara 3D di aplikasi SketchUp maupun 3dsMax;
- Level 2, di saat kita sudah menghasilkan RAB dan detail data Analisa dari 3D model tersebut;
- Level 3, yaitu paa saat kita sudah berkolaborasi penuh dan semua pihak dapat mengakses secara online. Pada tahap ini data seputar estimasi biaya, penjadwalan konstruksi, dan sebagainya sudah harus ada.



Gambar 3.2. Pembagian Tahapan dalam BIM
Sumber : Bina Marga PU, 2020

BIM ini akan membantu dalam menganalisis prediksi, *impact* bangunan, efek terhadap angin, cahaya, beban yang diterima, *sustainability* hingga *maintenance*. Ada beberapa software BIM yang ada, antara lain :

a. Revit
b. ArchiCAD
c. Autodesk BIM 360
d. Vectorwork Architect
e. Tekla
f. Allplan
g. Viewpoint for Projects
h. Stratusvue System
i. CMiC Enterprise Planning
j. Project Management Software
k. planGrid
l. Edificius

Menurut Idedhyana (2020) bahwa Komputasi dapat dijadikan sebagai sumber konseptual dari desain arsitektur merupakan suatu wacana bahwa model parametrik, sistem, dan ide-ide yang digunakan

e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : 13 - 21

tidak hanya untuk merasionalisasi desain arsitektur, karena dengan menggunakan komputer untuk menghitung permukaan melengkung yang kompleks, kemampuan animasi dan simulasinya mampu membuat terpesona. Belakangan ini terobosan dalam desain parametrik menjadi berguna untuk arsitek. Kemajuan dalam bidang virtual-ilmiah, morfologi dari tumbuhan dan hewan, didukung inovasi yang bisa diterapkan dengan kecerdikan pada perancangan arsitektur. Hal ini sejalan dengan pandangan bahwa saat ini telah dikenal tentang parametrik arsitektur yang merupakan kemampuan menghitung tidak terbatas dari komputer dalam mencari solusi desain dengan merancang definisi parametriknya. Dengan ini, metode perhitungan yang rumit dari parametrik dapat dilakukan dengan digital saat ini. Hingga nantinya perkembangan dengan kehadiran robot yang akan berpengaruh kepada perubahan karya desain arsitektur, otomatisasi berkembang dan peran manusia akan tergantikan.

Dalam perkembangannya, saat ini muncul istilah *neuroscience* yang merupakan studi ilmiah tentang sistem saraf yang menggabungkan fisiologi, anatomi, biologi molekuler, biologi perkembangan, sitologi, permodelan matematika, dan psikologi untuk memahami sifat fundamental yang muncul dari neuron dan sirkuit saraf. Hal ini juga merupakan pemahaman tentang dasar pembelajaran biologis, ingatan, perilaku, persepsi, dan kesadaran yang telah dijelaskan oleh Eric Kandel sebagai "tantangan terakhir" dari ilmu biologi.

Apalagi dengan adanya pandemi saat ini yang berdampak pada segala sektor kehidupan. Dengan adanya konsep baru mobilitas manusia dengan menggunakan jaringan internet atau lebih dikenal dengan istilah virtual, globalisasi akan berubah menjadi lokal. Sehingga secara sosial, bentang alam kota akan dipetakan ulang dan sistem kerja jarak jauh juga akan mengubah sistem kerja. Sedangkan transformasi digital serta nilai jangka panjang akan mampu menciptakan model bisnis baru.
Teknologi dalam tatanan baru saat ini akan :

(1) Menawarkan perbaikan signifikan (baik diukur dalam kaitannya dengan peningkatan output atau penghematan biaya),
(2) Perlu redefinisi dari *sustainability*
(3) Akan kembali mengangkat *issue* ekologi,
(4) Muncul pengembangan aplikasi praktis, dan
(5) Akan menghubungkan manusia dalam dunia virtual dan terhubung satu sama lain dalam ruang dan waktu yang berbeda.

Dengan pembatasan kontak antar manusia, *work from home* akan menjadi keniscayaan dalam penjagaan pembatasan kontak antar manusia, sehingga dengan internet sebagai penghubung, koneksi gambar arsitektural ke pelaksana pembangunan dapat secara simultan dilaksanakan, karena dengan menggunakan data BIM secara online sehingga dapat diakses oleh banyak pihak di berbagai tempat.

Gambar 3.3. Platform Digital
Sumber : Christella, 2018

e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : 13 - 21

4. KESIMPULAN

Perkembangan teknologi informasi kini telah membawa banyak kemudahan bagi manusia. Salah satunya dengan kehadiran simulasi komputer dalam dunia arsitektur, proses perancangan maupun mewujudkan konsep arsitektur menjadi menyenangkan, sehingga akan mampu memberikan banyak tambahan informasi dan pengalaman terhadap penggunanya. Oleh karena itu, dalam perkembangan saat ini banyak kajian-kajian yang dilakukan berupa program simulasi komputer untuk mengukur atau melihat kinerja komponen-komponen dalam bangunan ini sebelum bangunan ini ada atau dibangun, sehingga diharapkan pada saat sudah dibangun dan digunakan nantinya akan sesuai dengan harapan penggunanya berdasarkan fungsi dan tingkat keamanan maupun kenyamanan.

5. DAFTAR PUSTAKA

Christella, Benedicta, 2018, "Teknologi Digital dalam Dunia Arsitektur, BIM Mengoptimalisasi Proses Kinerja Perancangan, Konteks, http://www.konteks.org/teknologi-digital-dalam-dunia-arsitektur

Darmawan, Edy, Purwanto, Edi, 2009, "Percikan Pemikiran para Begawan Arsitek Indonesia Menghadapi Tantangan Globalisasi", Alumni, Bandung.

Idedhyana, I.B. 2017. "Desain Parametrik Pada Perancangan Arsitektur". *Jurnal Teknik Gradien*. 9, 1 (Mar. 2017), 145-156.

Juniarto, Damar, 2020, "Mencermati Pemanfaatan Teknologi Digital di Era Normal Baru", https://tekno.kompas.com/read/2020/06/01/12424927/mencermati-pemanfaatan-teknologi-digital-di-era-normal-baru?page=all.

Putra, Rizal Aulia, 2018, " Peran Teknologi Digital dalam Perkembangan Dunia Perancangan Arsitektur", Jurnal Elkawnie Vol 4, No. 1 (Journal of Islamic Science and Technology), 67-78.

Satwiko, Pasasto, 2011, "Arsitektur Digital", Gadjah mada University Press, Yogyakarta.

Sarah, 2018, Building Information Modelling : The Future Contuction" https://sarah.com.au/building-information-modelling-future-construction/

Woods, Eoin & Fairbanks, George. (2018). "The Pragmatic Architect Evolves". IEEE Software. 35. 12-15. 10.1109/MS.2018.4321235.

Zakiri, Achmad, 2009, "Pengenalan Simulasi Komputer dalam Arsitektur Menggunakan The SIMS™ 3", Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.

https://binamarga.pu.go.id/balai-jatim-bali/berita/detail/implementasi-teknologi-building-information-modelling-bim-dalam-proyek-pembangunan-jalan-dan-jembatan