

## **PENGARUH REVOLUSI INDUSTRI PADA ARSITEKTUR DAN LINGKUNGAN BINAAN**

**Titien Saraswati**

Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta 55224

[titiens@staff.ukdw.ac.id](mailto:titiens@staff.ukdw.ac.id)

### **PENDAHULUAN**

Saat ini sudah menjadi pembicaraan masyarakat tentang keseharian kita dalam era Revolusi Industri 4.0 ini. Meskipun belum jelas benar, masyarakat asyik memperbincangkan dan menyangkutkan kehidupannya dengan Revolusi Industri 4.0. Apa sebenarnya Revolusi Industri 4.0 itu? Jawabannya bisa berbagai macam, bergantung pada *issue* apa yang diminati masyarakat. Dalam pendidikan tinggi dan yang menyangkut latar belakang pendidikan penulis ialah *issue* arsitektur dan lingkungan binaan. Tulisan ini mengelaborasi hal tersebut.

### **PERJALANAN REVOLUSI INDUSTRI**

Apakah Revolusi Industri itu, terutama Revolusi Industri 4.0? Klaus Schwab, seorang teknisi dan ekonom Jerman, yang juga ketua eksekutif *World Economic Forum*, dalam tulisannya *The Fourth Industrial Revolution* (dikutip oleh Savitri, 2019) menjelaskan sebagai berikut: “Revolusi Industri 4.0, pada akhirnya, tidak hanya akan mengubah yang kita lakukan tetapi juga mengubah siapa diri kita. Identitas diri kita akan terpengaruh, demikian juga dengan semua hal terkait; privasi, pemahaman mengenai kepemilikan, pola konsumsi, waktu yang dicurahkan untuk bekerja dan bersantai, cara kita mengembangkan karier dan meningkatkan keterampilan, bertemu orang lain, serta memelihara hubungan”. Schwab menghubungkan Revolusi Industri 4.0 ini terutama dalam hal efek digitalisasi dan kecerdasan buatan (*artificial intelligence/AI*) pada ekonomi global, tetapi menambahkan peran yang lebih luas untuk kemajuan dalam teknologi.

Sedangkan definisi Revolusi Industri itu sendiri ialah perubahan besar dan radikal terhadap cara manusia memproduksi barang. Setiap perubahan besar yang terjadi selalu diikuti oleh perubahan besar dalam bidang ekonomi, politik, bahkan juga militer dan budaya. Yang jelas, ada jutaan pekerjaan lama menghilang, dan pekerjaan baru muncul. Hilangnya atau berkurangnya sebuah pekerjaan akan otomatis mengubah banyak aspek dalam kehidupan bermasyarakat.

Sekilas akan dipaparkan perjalanan Revolusi Industri 1.0 sampai Revolusi Industri 4.0 dan akibat atau efek ikutannya sebagai berikut (dari berbagai sumber):

1. Revolusi Industri 1.0 pada sekitar tahun 1790-an, dipicu oleh mesin uap. James Watt tahun 1769 menemukan mesin uap, menurut Gallion & Eisner (1986). Terjadi mekanisasi alat produksi, penemuan tenaga/mesin uap, energi uap/air. Mesin uap ini menggantikan tenaga manusia, kuda, sapi, untuk memproduksi dan menggerakkan barang. Bangsa Eropah bisa mengirimkan kapal perangnya ke seluruh penjuru dunia dalam waktu yang jauh lebih singkat. Di akhir tahun 1880-an inilah Belanda menaklukkan beberapa daerah di Indonesia.

2. Revolusi Industri 2.0 pada sekitar tahun 1890-an, dipicu oleh *conveyor belt*. Terjadinya produksi massal, penemuan perakitan dengan *conveyor belt*/ban berjalan, energi listrik, motor penggerak. Produksi mobil lebih murah dan singkat di Eropah, transportasi menjadi lebih cepat. Hal ini mengakibatkan timbulnya daerah-daerah *suburb* atau pinggiran kota. Terjadi perubahan masyarakat agraris menjadi masyarakat industri di Eropah. Juga produksi massal ribuan tank, pesawat, senjata-senjata dari pabrik-pabrik yang menggunakan lini produksi dan ban berjalan.

3. Revolusi Industri 3.0 pada sekitar tahun 1960-an, dipicu oleh mesin yang bergerak, yang berpikir secara otomatis yaitu komputer dan robot. Penemuan elektronik, sistem teknologi informasi, komputer/robot, otomatisasi, digital, internet. Abad industri mulai berganti abad informasi.

4. Revolusi Industri 4.0 saat ini, adanya sistem siber-fisik, *internet of things* (IoT), *big data*, *cloud computing*, *machine learning/artificial intelligence*(AI). Ini yang sedang terjadi saat ini (Savitri, 2019): (1) Semua komputer tersambung ke jaringan bersama, ukuran komputer semakin kecil atau yang kita kenal sebagai *smartphone*, IoT saat semua komputer di pabrik tersambung ke internet sehingga bila ada masalah di lini produksi bisa langsung diketahui saat itu juga, di manapun kita (pemilik pabrik) berada. (2) Terciptanya 1001 sensor baru dan 1001 cara untuk memanfaatkan informasi yang didapat dari sensor-sensor tersebut yang merekam apapun selama 24 jam. Karena begitu banyaknya ragam maupun jumlah data baru, hal ini sering disebut sebagai *big data*. (3) *Cloud computing*: perhitungan-perhitungan rumit butuh komputer besar dan canggih. Namun karena sudah terhubung dengan internet dan ada banyak data yang bisa dikirim melalui internet, semua perhitungan tersebut bisa dilakukan di tempat lain, bukannya di 1 tempat/pabrik. (4) *Artificial intelligence* dan *machine learning*: mesin yang memiliki kemampuan untuk belajar, melakukan koreksi yang tepat untuk memperbaiki kesalahannya, ini masih terbatas untuk tugas-tugas tertentu.

Robot (dari penemuan Revolusi Industri 3.0) sekarang semakin canggih, robot mengambil alih banyak pekerjaan saat ini dan masa datang. Beberapa contoh robot pekerja yang diabadikan oleh fotografer AFP antara lain (Kompas Minggu, 30 Juni 2019, halaman 4):

- Garmi: sebagai perawat, robot asisten untuk orang tua.
  - Luka: sebagai pembaca, robot pembaca buku bergambar.
  - Leka: sebagai guru kebutuhan khusus, dirancang untuk membantu anak autis dan anak berkebutuhan khusus lain.
  - Daisy: sebagai penyelamat, robot pencari dan penyelamat.
  - Pepper: sebagai pemandu, pemandu museum interaktif.
  - Semmi: sebagai petugas informasi, robot AI yang membantu informasi perjalanan.
  - Ai-Da: sebagai artis, robot artis humanoid.
  - Maars: sebagai tentara, *Modular Advanced Armed Robotic System*.
  - Canbot: sebagai guru, pelayan toko, asisten rumah tangga, dan lainnya. Robot pelayan humanoid.
  - PowerRay: robot nelayan. Robot bawah air dengan cahaya pengumpan dan sonar untuk mendeteksi dan merekam posisi ikan.
-

- Penari tiang: melakukan tarian erotis. Secara teknis merupakan seni instalasi, bukan robot.

Robot-robot tersebut ditunjukkan dalam Gambar 1 berikut ini.



**Gambar 1.**

Pekerjaan untuk robot.

Sumber: Kompas Minggu, 30 Juni 2019, halaman 4

Keempat hal (Savitri, 2019) di atas, dalam Revolusi Industri 4.0 tersebut sedang kita lakukan dan masih berlangsung, bahkan di negara-negara maju. Masih banyak kendala, antara lain jaringan internet belum mencapai seluruh pelosok negeri, bahkan di Amerika Serikat-pun. Kita masih belum tahu seberapa jauh atau bagaimana dampak Revolusi Industri 4.0 bagi masyarakat beserta peradabannya.

Sekarang penggunaan teknologi informasi generasi kelima atau 5G secara komersial tidak terbendung. Meski masih diwarnai polemik sebagian pihak, 5G makin dekat dengan kebutuhan manusia. Tidak hanya menguntungkan orang per orang, tetapi teknologi ini juga menawarkan solusi untuk kepentingan yang lebih besar. Departemen Kepolisian Huntington Park, California, Amerika Serikat (Kompas, 20 Juni 2019), menunjukkan mesin data HP Robocop. Pihak kepolisian California bagian selatan itu mengumumkan, akan mengoperasikan perangkat tersebut dalam pasukan mereka untuk membantu menjaga keamanan publik. Mesin yang dilengkapi dengan kamera 360 derajat itu akan mengawasi kawasan yang tidak terjangkau patroli polisi (Gambar 2). Selain itu, pada acara Shanghai New International Expo Centre (SNIEC) di Shanghai, China, Kamis 27 Juni 2019 (Hidayat, 2019) dipamerkan mobil yang dirancang dengan menggunakan teknologi 5G (Gambar 3). Dibawah ini foto-foto tentang hal tersebut.



**Gambar 2.**

Perangkat pemantau.

Sumber: Kompas, 20 Juni 2019, hal. 10.



**Gambar 3.**

Mobil yang dirancang menggunakan teknologi 5G.

Sumber: Hidayat, 2019.

### ARSITEKTUR DAN LINGKUNGAN BINAAN

Bagaimana Revolusi Industri mempengaruhi disiplin/bidang Arsitektur dan Lingkungan Binaan? Baiklah dimulai lebih dulu dengan istilah *disruptive innovation* atau inovasi disruptif, yang terjadi karena adanya Revolusi Industri. Dari Wikipedia [https://id.wikipedia.org/wiki/Inovasi\\_disruptif](https://id.wikipedia.org/wiki/Inovasi_disruptif) (diunduh pada 18 Juni 2019), inovasi disruptif artinya ialah inovasi yang menciptakan pasar baru, mengganggu dan merusak pasar yang sudah ada, yang kemudian akan menggantikan teknologi terdahulu/lama tersebut. Salah satu contoh, Wikipedia ini, yang merusak pasar ensiklopedia tradisional atau cetak. Ensiklopedia cetak harganya jutaan rupiah, sekarang sudah dirusak dan diganggu oleh adanya Wikipedia yang bisa diperoleh secara gratis. Beberapa contoh inovasi disruptif yang sudah kita alami, seperti di bawah ini:

**Tabel 1.**

Contoh Inovasi Disruptif

Lama		Inovasi
Ensiklopedia cetak	Dirusak/diganggu oleh	Wikipedia
Telegrafi	→	Telepon
Mainframes	→	Minicomputers
Minicomputers	→	Komputer pribadi (PC), <i>smartphone</i>
Floppy disk	→	CD dan USB
CRT	→	LCD
Logam dan kayu	→	Plastik
Radiografi (pencitraan X-Ray)	→	Ultrasound (USG)
CD dan DVD	→	Digital media, i-Tunes, Amazone, dll.
Kamera film ( <i>non-digital</i> )	→	Kamera digital
Cetak offset	→	Printer komputer
Penerbitan tradisional	→	Desktop publishing (PC)
Kuda, kereta api	→	Mobil, pesawat terbang

Sumber: [https://id.wikipedia.org/wiki/Inovasi\\_disruptif](https://id.wikipedia.org/wiki/Inovasi_disruptif), dengan tambahan dari penulis.

Berikut pengaruh Revolusi Industri pada arsitektur dan lingkungan binaan, serta inovasi disruptif yang terkait, meski inovasi disruptif itu tidak secara eksplisit dituliskan di sini.

**Revolusi Industri 1.0.**

Pada Revolusi Industri 1.0 menjelang akhir abad ke-18, perubahan terjadi di Inggris. Adanyasumber kekayaan dari daerah-daerah jajahannya, keingin-tahuan tentang ilmu pengetahuan dan murahnya batubara (*coal*) dan besi berkombinasi bersama membuat timbulnya Revolusi Industri. Ini membuat banyak perubahan, tidak hanya di Inggris, bahkan di seluruh dunia.

Gibberd(1988) menulis, penemuan mesin uap dan pengembangan lokomotif kereta api memicu revolusi dalam transportasi. Batubara untuk pembakaran memicu pengembangan dalam industri metal, terutama besi tuang atau besi cor (*cast iron*), yang kemudian digunakan sebagai bahan bangunan pada jembatan-jembatan yang dibutuhkan untuk transportasi darat (jalan) dan kereta api. Teknologi kanal juga berkembang. Jalan-jalan dikembangkan dan bepergian tidak lagi merupakan hak prerogatif orang-orang kaya. Yang tidak kayapun dapat pula bepergian dan mereka melakukan itu, meninggalkan daerah-daerah yang padat penduduknya untuk mencari penghasilan yang lebih baik di tempat lain. Timbullah kota-kota baru, kota industri baru.

Dengan segala perubahan itu, muncul jenis baru dari perancang (*designer*), yang lebih banyak dikuasai oleh ahli teknik (*engineer*) dan ahli konstruksi (*builder*) dari pada arsitek. Mereka orang-orang yang tangguh seperti Thomas Telford (1757-1834), Joseph Paxton (1801-1865) dan Isambard Kingdom Brunel (1806-1859). Juga Decimus Burton (1800-1881), anak seorang ahli konstruksi, menggunakan ketrampilan praktisnya dalam besi tuang menjadi karya yang hasilnya efeknya bagus. Namun secara garis besar, para arsitek tidak begitu setuju dengan besi-besi yang kelihatan untuk bangunan dan mencari cara untuk menyembunyikan teknologi baru itu dengan batu bata dan material yang terbuat dari tumbukan batu, pasir, dan air (*stucco*), atau disembunyikan dengan ornamen. Namun berbeda dengan para arsitek, para ahli teknik tidak mempunyai kekhawatiran tentang bahan bangunan baru ini. Jembatan besi buatan Telford, jembatan gantung Clifton buatan Brunel dan rumah kaca besar buatan Paxton (terkulminasi pada bangunan Crystal Palace) merayakan adanya bahan bangunan baru itu (Gibberd, 1988).

Jembatan besi pertama kali di dunia ialah Ironbridge di Shopshire, England (dibuat 1779-1781), dirancang oleh Abraham Darby III (1750-1791). Bentang *semicircular* jembatan ini 59 meter menghubungkan Seven Gorge (*gorge*: ngarai kecil yang curam), dibuat dengan besi lebur (*smelted iron*) dekat Coalbrookdale, *the virtual birthplace* dari Revolusi Industri 1.0. Sekarang sebagai jembatan untuk pedestrian (Gambar 4).

**Gambar 4.**

Jembatan Ironbridge, Shopshire, England.  
Sumber: Gibberd, 1988.

**Gambar 5.**

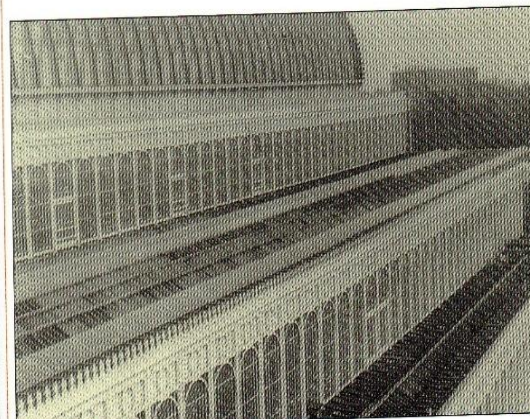
Clifton Suspension Bridge, Bristol, England.  
Sumber: Gibberd, 1988.

Selain itu, ada pula Clifton Suspension Bridge di Bristol, England (dibuat 1830-1859), oleh Isambard Kingdom Brunel (1806-1859). Jembatan besar pertama yang melintasi Avon Gorge (Gambar 5).

Paddington Station, London (1852) ialah stasiun kereta api Paddington di London, oleh Isambard Kingdom Brunel (1806-1859). Sampai saat ini stasiun kereta api itu masih berfungsi baik (Gambar 6). Bandingkan struktur dan konstruksinya dengan stasiun-stasiun kereta api di Indonesia. Mirip bukan? Brunel merupakan perancang pionir untuk jembatan, kapal, dan stasiun kereta api. Revolusi Industri ini dengan elegan memamerkan bentang lengkung dari kuda-kuda besi yang disangga kolom-kolom besi tuang.



**Gambar 6.**  
Paddington Station, London.  
Sumber: Gibberd, 1988.

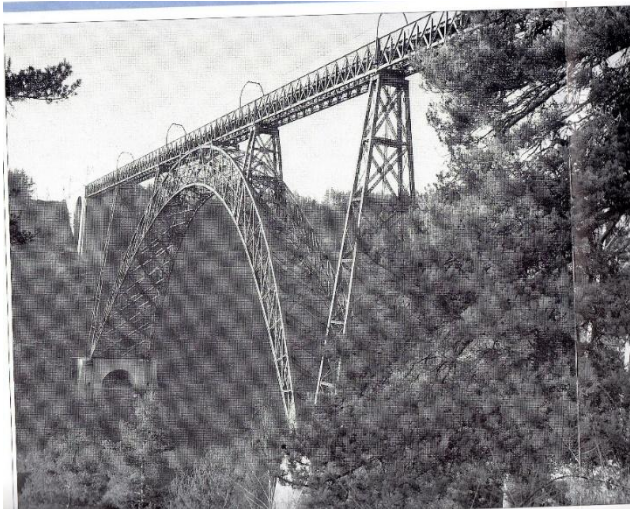


**Gambar 7.**  
The Crystal Palace.  
Sumber: Gibberd, 1988.

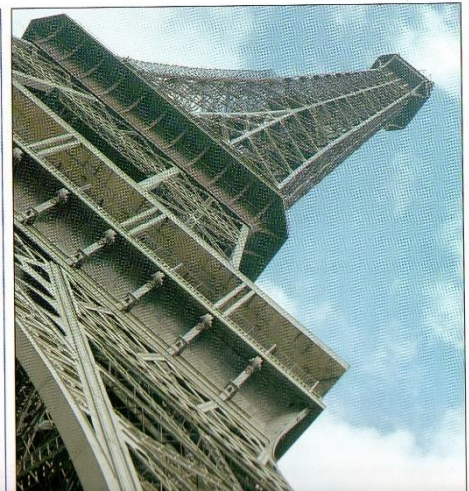
Beberapa arsitek dan kritikus terlihat kecewa, melihat ancaman terhadap lansekap dan kotadi mana industrialisasi baru bangkit. Namun energi dari industri tidak dapat dihentikan. Teknologinya menyebar ke luar, menemukan ahli yang bisa mengeksplorasinya di Perancis dan Italia.

Di Perancis dibuat Garabit Viaduct di Cantal (1880) oleh Gustave Eiffel (1832-1923). Eiffel adalah seorang ahli teknik (*engineer*), spesialisasi jembatan. Jembatan ini, dengan bentang 165 meter merupakan pencapaian yang hebat pada masa itu, dibuat dengan penguat lengkungan (*arches*) yang besar memakai balok/gelagar penopang. Eiffel memakai besi ringan yang belum dibentuk, murah dan mudah untuk dirakit (Gambar 8).

Selain itu, Eiffel juga membuat Menara Eiffel (1889) yang terkenal itu. Dengan menara ini, Eiffel menjadi terkenal sampai saat ini. Dibuat untuk Paris Exhibition tahun 1889, saat itu merupakan menara yang tertinggi, 300 meter. Berbagai opini bervariasi tentang keindahan dan kecantikan menara ini, namun kebanyakan menerimanya sebagai hal yang esensial untuk *skyline* kota Paris (Gambar 9).



**Gambar 8.**  
Garabit Viaduct, Cantal, France.  
Sumber: Gibberd, 1988.



**Gambar 9.**  
Eiffel Tower, Paris, France.  
Sumber: Peel, Powell & Garret, 1989.

Tahun 1850 berkomunikasi jarak jauh masih menggunakan telegram. Lalu pada tahun 1876 Alexander Graham Bell menemukan telepon. Sedangkan tahun 1882 listrik menggantikan gas untuk lampu jalan di London (Gallion & Eisner, 1986). Listrik menerangi jalan besar dan jalan-jalan di perumahan. Ini meningkatkan keamanan.

Itulah dampak dari Revolusi Industri 1.0 yang paling banyak pengaruhnya dalam mengubah dunia serta mempengaruhi arsitektur dan lingkungan binaan, sampai menjelang Revolusi Industri 4.0. Dalam hal ini perubahan-perubahan itu adalah: pekerjaan manual digantikan mesin, berubah dan berkembangnya transportasi, komunikasi, kesehatan publik dan keamanan, tumbuhnya kota-kota baru dan kota yang didominasi pabrik-pabrik.

### **Revolusi Industri 2.0**

Berikutnya Revolusi Industri 2.0 pada abad 19, sekitar tahun 1890-an. Masih di Eropah, hal ini mengakibatkan timbulnya daerah-daerah *suburb* atau pinggiran kota. Terjadi perubahan masyarakat agraris menjadi masyarakat industri di Eropah. Juga produksi massal ribuan tank, pesawat, senjata-senjata dari pabrik-pabrik yang menggunakan lini produksi dan ban berjalan. Saat itulah terjadinya Perang Dunia pertama.

Pergerakan industri itu sampai ke Amerika Serikat yang kemudian menjadi akar dan pondasi dari timbulnya bangunan pencakar langit (*skyscraper*). Ini kemudian berlanjut, di mana tradisi arsitektur klasik (Classical Architecture) kemudian pelan-pelan menjadi hilang, dan banyak dari spirit Renaissance sekarang sudah tidak digunakan lagi. Detail menjadi terlihat kasar, dipengaruhi oleh timbulnya orang-orang kaya kelas menengah yang suka pamer, sok, berlagak; dan mulai tumbuhnya kapitalisme (Gibberd, 1988).

Beberapa contoh karya arsitektur antara lain *early skyscrapers* di Amerika Serikat: Empire State Building, New York; Woolworth Building, New York. Woolworth Building di New York tahun 1913, dirancang oleh arsitek Cass Gilbert. Gilbert mencoba untuk memberikan bentuk-bentuk tradisional pada bangunan pencakar langit itu. Gaya Gothic, yang kekuatannya ada pada vertikalitas, terlihat sesuai untuk itu, dan tak ada keraguan bahwa menara Woolworth adalah salah satu yang terbaik dari semua bangunan pencakar

langit saat itu. Sekian lama disebut sebagai karya arsitektur yang “tidak jujur” (*dishonest*), namun sekarang mendapat banyak apresiasi (Gambar 10).

Empire State Building (1930) dirancang oleh Shreve, Lamb & Harmon (Gambar 11). Menara itu sangat superior, pada beberapa waktu juga sebagai bangunan tertinggi di dunia saat itu. Sukses komersialnya, tidak berkaitan dengan masa Depresi, saat itu sebagai hal yang mengancam atau berbahaya. Pada detailnya menara itu terlihat buruk dan membosankan, namun adanya dinding penopang (*buttress*) pada lantai teratas dan bagian titik puncaknya yang berciri Art Deco Gothic sangat bagus artikulasinya (*well handled*).



2

**Gambar 10.**  
Woolworth Building, New York.  
Sumber: Gibberd, 1988.



6. *Empire State Building New York* (1930). Shreve, Lamb & Harmon. The skyscraper tower par excellence. For some time the tallest building in the world. Its commercial success, coinciding with the Depression, was for time in jeopardy. In detail, dull, but the buttressing of the upper stories and Art Deco Gothic spire are well handled.

**Gambar 11.**  
Empire State Building, New York.  
Sumber: Gibberd, 1988.

### Revolusi Industri 3.0

Revolusi Industri 3.0 pada sekitar tahun 1960-an, dipicu oleh mesin yang bergerak, yang berpikir secara otomatis yaitu komputer dan robot. Penemuan elektronik, sistem teknologi informasi, komputer/robot, otomatisasi, digital, internet. Kemunculan teknologi digital dan internet menandai dimuainya Revolusi Industri 3.0. Abad industri mulai berganti abad informasi. Masyarakat Eropah berubah dari ekonomi industri menjadi ekonomi informasi. Data analog menjadi data digital. Komputer menjadi otaknya, robot menjadi



tanggannya, sehingga pelan-pelan fungsi pekerja kasar dan pekerja manual menghilang. Namun tidak semua bisa begitu. Untuk produksi mobil, kombinasi manusia dan robot-komputer tetap lebih baik. Jadi tidak bisa semua pekerjaan manusia digantikan robot-komputer. Namun kejahatan baru muncul: penipuan menggunakan komputer.

Tidak atau belum terlihat dengan gamblang bagaimana ciri arsitektur pada jaman yang sudah dipengaruhi oleh teknologi digital dan internet. Yang bisa dikatakan ialah menggambar arsitektural mulai menggunakan komputer.

### **Revolusi Industri 4.0**

Seperti telah dituliskan di atas, Revolusi Industri 4.0 adalah tentang konektivitas. Tiga komponen utama Revolusi Industri 4.0 (Savitri, 2019) adalah: (1) Industrialisasi perangkat *Internet of Things* (IoT) dan teknologi lain yang dapat mengumpulkan, membagi, dan mengeksekusi data dalam sistemnya sendiri, (2) *Big data* (mengumpulkan segala data) dan analisis secara *realtime* oleh perangkat dan sistem, (3) Infrastruktur digital yang aman dan dapat diandalkan untuk menghubungkan semua perangkat di atas. Menurut Stephens-Davidowitz (2018), *big data* bisa dikatakan sebagai ini: di manapun yang terjadiorang tidak semata menekan atau memutar tombol, tapi meng-ketik-kan serangkaian karakter dengan triliunan variasi untuk mengungkapkan pikiran mereka dengan kecepatan yang tak terhingga. Lebih dari itu, mereka meninggalkan jejak-jejak digital ini dalam bentuk yang mudah dihimpun dan dianalisis. Bagaimana selanjutnya sekarang ini? Pertanyaan ini kita eksplorasi lebih lanjut, seperti di bawah ini.

### **Aplikasi sketch-up**

Aplikasi ini bisa diunduh secara gratis di internet, sehingga orang bisa langsung menggambar arsitektural. Aplikasi ini bisa dioperasikan oleh siapa saja, bahkan tanpa pendidikan arsitektur. Sampai di sini, di mana posisi arsitek? Drafter? Arsitek junior?

### **Building Information Modeling (BIM)**

BIM dapat memangkas proses pekerjaan arsitek menjadi lebih cepat dan efisien. Misalnya 1 data untuk banyak dokumen gambar. Sehingga di titik tertentu, peran arsitek junior sampai dengan drafter menjadi hilang. Metode BIM di banyak hal telah terbukti mampu menyelesaikan proses pengerjaan arsitektur bangunan-bangunan dengan kompleksitas tinggi secara efektif dan efisien. Apakah dengan cara ini, akhirnya hanya ada arsitek dan komputernya saja? Tanpa peran arsitek junior maupun drafter?

### **Smart home, smart apartment**

Untuk kenyamanan penghuninya, sekarang ini rumah tinggal, apartemen, lingkungan binaan atau komplek perumahan menggunakan teknologi untuk penghawaan, pencahayaan, bahkan untuk keamanan. Semuanya bisa dikendalikan dari ponsel pintar, bahkan bisa diprogram di ponsel pintar. Ini karena adanya *Internet of Things* (IoT), yaitu konsep yang pada intinya menghubungkan perangkat apapun dengan tombol *on* dan *off* ke internet. Saat pulang kantor, mobil langsung terbuka kuncinya. Menjelang sampai rumah atau komplek perumahan, pagar rumah atau gerbang komplek perumahan langsung terbuka, pintu garasi rumah langsung terbuka. Penghawaan buatan (AC) segera menyala dan menyesuaikan diri dengan suhu tubuh kita, dan pencahayaan buatan (lampu) langsung menyala di dalam rumah

saat kita masuk rumah dan menyesuaikan cahayanya apakah kita sedang aktif atau lelah. Tidak lagi memerlukan pos Satpam untuk gerbang perumahan, tidak lagi memakai pencahayaan dan penghawaan alam untuk kondisi bumi kita yang semakin panas, tidak lagi memerlukan kunci untuk membuka pagar rumah dan garasi. Hal ini membuat penghuninya merasa nyaman, sudah ada beberapa contoh kawasan perumahan. Misalnya di Nava Park di BSD City. Bagaimana selanjutnya?

### **Smart city**

Berbicara tentang *smart city*, tidak hanya perlengkapan yang ada di dalam suatu kota saja yang *up to date* dan *smart*, melainkan penduduknya juga dituntut untuk *smart*. Pada skala yang lebih luas IoT dapat diterapkan untuk jaringan transportasi maupun memantau kondisi cuaca pada *smart city*.

Dalam hal transportasi, Jawa Barat telah mengaplikasikan Jabar Transport HUB (Ritonga, 2019) untuk kondisi lalu lintas secara nyata dan *real-time*. Ini merupakan inisiasi bersama antara Dinas Perhubungan Jawa Barat dengan salah satu pengembang aplikasi di Bandung. Jika aplikasi lain butuh waktu 30 menit menyesuaikan kondisi sebenarnya, aplikasi ini bakal menghadirkan waktu nyata. Khusus bagian peta, pengguna bisa memilih kamera pengawas lalu lintas berwarna merah di atas peta Google. Pengguna bisa menyaksikan kondisi jalan raya secara aktual dari kamera CCTV di Jawa Barat. Kapasitas data yang digunakan, misalnya, tak terlalu besar sehingga bisa diakses dengan jaringan non-4G. Artinya, Jabar Transport HUB bisa digunakan di luar kota tanpa sinyal kuat. Aplikasi ini juga memiliki beberapa hak paten yang terdaftar dalam HKI. Hak paten itu meliputi: sistem aplikasi IndoHUB, fitur obrolan di setiap bagian kamera pengawas, notifikasi pemerintah atau pimpinan daerah masyarakat. Juga fitur penanggulangan kebencanaan dan kebakaran, aplikasi IndoHUB sukarelawan penanggulangan kebencanaan, dan *Hub Student/Hub Public*/jemputan anak sekolah serta karyawan. Sejak diluncurkan akhir Mei, Jabar Transport HUB telah diunduh lebih dari 6.000 pengguna.

Gagasan aplikasi ini menghimpun informasi melalui interaksi dengan publik. Komunikasi antar pengguna dan pengaduan dari masyarakat akan dihimpun menjadi “Big Data” pemerintah, khususnya perilaku masyarakat berlalu-lintas. Ini membutuhkan biaya tak sedikit untuk membangun jaringan dan infrastrukturnya.

### **Pendidikan Arsitektur**

Apakah pendidikan arsitektur ikut berubah? Mungkin ya untuk ketrampilan menggambar lewat aplikasi-aplikasi baru, baik untuk dosen maupun mahasiswa. Namun cara lama pendidikan arsitektur yang menitik-beratkan pada aspek estetika dan sentuhan personal harus tetap dipertahankan agar karya yang tercipta tetap memiliki keunikan dan kekhasan masing-masing. Dari segi bentuk dan desain, kemungkinan tidak ada perubahan drastis. Hanya mungkin dalam desain diperlukan letak titik-titik untuk penempatan *device* atau alat untuk teknologi informasi. Meski begitu, semua pekerjaan di dunia arsitektur dan industri properti tidak bakal hilang ditelan zaman karena prosesnya yang rumit dan kompleks, tidak bisa dikerjakan hanya lewat perangkat digital.

Bagaimana dengan guru dan atau dosen? *Massive open online course* (MOOCs) atau penerapan teknologi digital dalam pembelajaran, kini mampu menembus tembok ruang kelas, batas-batas kampus, bahkan garis teritorial negara. Loncatan teknologi digital ini

menjadi tantangan berat bagi guru/dosen. Berbagai sumber belajar kini terdistribusi secara luas dan mudah diakses siapapun, di manapun, dan kapanpun. Bahkan, tanpa bantuan dosen, mahasiswa dapat mengakses pengetahuan yang mereka butuhkan, hanya dengan menggunakan *smartphone* dalam genggaman. Banjir informasi membantu menyediakan informasi yang baik, tetapi juga memberikan akses ke informasi yang buruk, tidak akurat, bahkan *hoax*.

Kehadiran fisik dosen untuk menyapa, menegaskan, dan menguatkan hubungan-hubungan pribadi menjadi kebutuhan yang tak tergantikan. Kehadiran dosen sama pentingnya dengan dimensi multimedia, yaitu melalui suara, sapaan, bahasa tubuh, sentuhan, ungkapan emosi, dan empati. Selain itu, dosen dapat menginspirasi, mendorong refleksi dan menilai informasi yang diperoleh mahasiswa. Kehadiran dosen sebagai pembangun karakter tak akan tergantikan oleh peralatan secanggih apapun. Namun dosen juga harus memahami dan sebaiknya melakukan ini: (1) harus terbuka terhadap hal baru, (2) memiliki kesederhanaan intelektual (*intellectual modesty*), (3) menciptakan suasana belajar yang menyenangkan dan inklusif.

### ***Printer 3D***

Selain itu ada pula printer atau pencetak 3D. Apa sajakah yang berubah atau berpengaruh dengan adanya printer 3D? Di bawah ini dijelaskan.

(a) Model atau maket arsitektur

Printer 3D adalah jenis printer desain material yang merancang dan membuat model 3D. Printer 3D mendesain prototipe 3D dan membuat produk akhir, kemudian langsung membangunnya menggunakan *Computer-Aided Design (CAD)* atau diagram, angka, dan pola desain 3D yang dibuat oleh perangkat lunak. Membuat model atau maket 3D merupakan pekerjaan yang panjang dan rumit, printer 3D dapat digunakan untuk membuat maket 3D secara cepat dari AutoCAD. Printer 3D menghilangkan kebutuhan untuk proses permesinan atau memotong bahan maket, juga mengurangi tugas-tugas seperti merakit bahan maket, sehingga produk akhir bisa dicetak dalam 3D dan tanpa limbah.

(b) Elemen bangunan dan bahan bangunan

Pencetakan 3D memiliki potensi penuh dalam arsitektur 3D. Kemungkinan elemen-elemen bangunan langsung bisa dicetak dengan printer 3D seperti pintu, jendela, tanpa harus memotong dan menghasilkan limbah dari potongan-potongan itu. Kelihatannya pencetakan 3D memiliki potensi yang besar untuk arsitektur 3D. Seberapa besar printer atau alat pencetak ini? Mungkinkah juga nantinya semua komponen bangunan bisa dicetak dengan cepat? Tinggal dirakit di tempat. Ataukah, tanpa merakit, namun sudah jadi dalam bangunan? Semua kemungkinan bisa terjadi.

(c) Lainnya?

### **KESIMPULAN**

Itulah beberapa hal tentang Revolusi Industri dan kaitannya dengan arsitektur dan lingkungan binaan yang bisa dijawab saat ini. Yang paling banyak berdampak pada bidang

---

arsitektur ialah dari Revolusi Industri 1.0, yang sampai sekarang arsitektur bangunannya masih diapresiasi. Termasuk juga berbagai inovasi disruptif yang diakibatkannya. Masih banyak pertanyaan yang belum terjawab mengenai pengaruh Revolusi Industri 4.0 pada arsitektur dan lingkungan binaan. Semua bisa terjadi secara cepat, dari hal yang telah terprediksi maupun hal yang belum pernah kita pikirkan sebelumnya.

Meskipun demikian, melihat dan memahami arah perubahan yang terjadi diharapkan kita menjadi lebih siap merangkul masa depan, dan bertahan di dalamnya. Kemajuan teknologi, suka tidak suka, tidak bisa kita bendung.

Terima kasih saya ucapkan kepada rekan dosen Pak Christian Nindyaputra Octarino, S.T., M.Sc. yang ikut memberi masukan pada tulisan ini.

#### **REFERENSI**

- Gallion, A.B., Eisner, S. (1986). *The urban pattern. City planning and design*. New York: Van Nostrand Reinhold Company Inc.
- Gibberd, V. (1988). *Architecture source book*. Secaucus, New Jersey: Wellfleet Press.
- Hidayat, A.R. (2019). *Generasi kelima makin nyata*. Kompas, 05 Juli 2019, halaman 21.
- Peel, L., Powell, P., Garret, A. (1989). *An introduction to 20th-century architecture*. Secaucus, New Jersey: Chartwell Books.
- Pekerjaan untuk robot. *Kompas Minggu* 30 Juni 2019, halaman 4.
- Perangkat pemantau. *Kompas* 20 Juni 2019, halaman 10.
- Ritonga, M. W. (2019). *Asisten pribadi dalam genggaman*. Kompas, 17 Juni 2019, halaman 17.
- Savitri, A. (2019). *Revolusi industri 4.0. Mengubah tantangan menjadi peluang di era Disrupsi 4.0*. Yogyakarta: Penerbit Genesis.
- Stephen-Davidowitz, S. (2018). *Everybody lies. Big data dan apa yang diungkapkan internet tentang siapa kita sesungguhnya*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama

--- TS ---