

TEKNOLOGI DIGITAL DAN PENDIDIKAN DI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0

[En. version](#)

Oleh:

© 2018 Prof Ir Rudy C Tarumingkeng, PhD (www.rudycct.com)
Profesor Emeritus Institut Pertanian Bogor
Guru Besar Manajemen Universitas Kristen Krida Wacana

0. Pengantar

Makalah pendek ini disusun untuk memacu kita dalam mengadopsi pembangunan khususnya agar kita sinkron dengan acuan pembangunan negara kita dan dunia di era Revolusi Industri 4.0, dan sebagai pemikiran awal dalam kita mendisain pendidikan yang sudah pasti berubah, sesuai perkembangan teknologi digital.

Para dosen/guru, ekonom, pebisnis, pejabat, politisi -dalam kuliah, arahan, sambutan, pidato, *release*, *policy statements*_ dst. ramai-ramai mengemukakan tentang Revolusi Industri 4.0 (kita singkat saja RevIn-4) dan teknologi digital. Apa sebenarnya RevIn-4 itu? Apa hubungannya dengan Disrupsi yang juga ramai dibicarakan? Apa pula yang dimaksud dengan generasi milenial? Apa dampaknya RevIn 4.0 bagi Sekolah/ Perguruan Tinggi dan dosen/guru? Inilah antara lain *concern* kita masa kini yang akan dielaborasi dalam makalah ini.

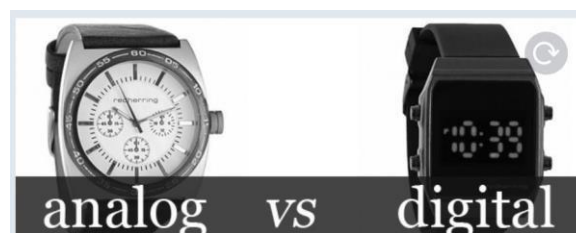
Paparan selanjutnya akan lebih fokus pada tinjauan mengenai aspek-aspek Konektivitas, Teknologi Digital dan Internet, serta antisipasi berkaitan dengan kemajuan teknologi digital yang kini mempengaruhi kehidupan manusia. *Cyber Physical System (CPS)* yang kini telah merambah kehidupan manusia, berkaitan erat dengan Kecerdasan buatan (AI) dan komputasi pervasif (*pervasive computing* atau *ubiquity*) dan RFID (*Radio Frequency Identification*) yang kini merambah kehidupan manusia telah terasa dampaknya dalam bentuk "disrupsi". Pada bagian akhir makalah juga dielaborasi perihal generasi manusia teknologi, khususnya generasi milenial yang menjadi obyek pembelajaran institusi pendidikan di era digital.

Kata kunci yang digunakan untuk makalah ini adalah:

- @ teknologi digital
- @ algoritma
- @ konektivitas dan internet
- @ disrupsi-4 atau revolusi industri 4.0
- @ CPS - Cyber Physical System
- @ generasi milenial

1. Teknologi Digital

Penerapan IT sebagai bagian dari digitalisasi ekonomi, digitalisasi administrasi dan penyelenggaraan pendidikan (*e-learning*) kini sudah mulai berkembang di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Sudah tidak ayal lagi jika kita sekarang telah berubah dari dunia "analog" ke dunia "digital" yang serba komputerisasi, serba *smartphone* sehingga mau tidak mau, kegiatan sehari-hari kita juga menyesuaikan ke cara digital misalnya membayar di jalan *toll*, administrasi dan pembayaran pajak, transfer uang melalui *mobile* dan *sms banking* dsb.. Begitu pula, beberapa tahun terakhir ini sebagian kita dalam bergaul dan berkomunikasi sulit untuk terpisah dari *digital social media* seperti *Whatsapps*, *Line*, *FB* dsb.



Gambar 1. Analog vs Digital

Gambar 1 memberikan visualisasi perbedaan antara Analog dan Digital. Kedua teknologi ini walaupun memberikan hasil yang mirip, masing2 memiliki perbedaan yang sangat mendasar.

Rekaman suara yang tersimpan pada pita taperecorder adalah contoh teknologi analog sedangkan rekaman di komputer/HP dalam bentuk file adalah teknologi digital. Dikatakan, bahwa data analog bersifat kontinu, sedangkan data digital diskrit. Signal analog intensitasnya bisa turun naik, sedangkan digital

tetap - menggunakan digit-digit 0 dan 1 (ya,tidak atau 0, 1). Dari deretan nilai atau angka 0 1 inilah muncul istilah digital (digit = angka, jari).

Internet merupakan sarana komunikasi dengan HP (*smartphones*) dan Komputer (*laptop, desktop, dsb.*) yang semuanya berbasis digital. Demikian pula dengan kamera, sebagian besar jam tangan, *GPS*, dll. - semuanya sudah serba digital.

2. Algoritma

Algoritma (Alkwairizmi atau Alkawarizmi, 780 - 850 AD) adalah matematikan era kesultanan Abdurrahman II di Kordoba (sekarang Spanyol), salah seorang pengembang matematika khususnya Aljabar. Dari namanya kita kenal istilah algoritma.

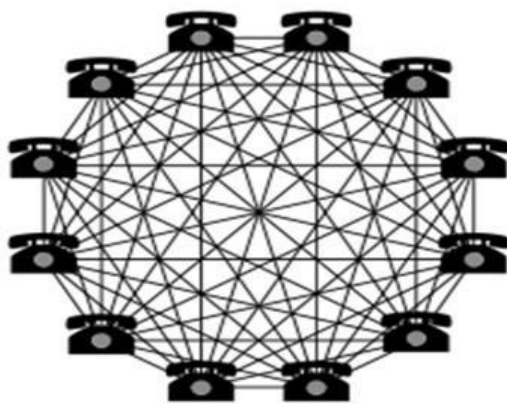
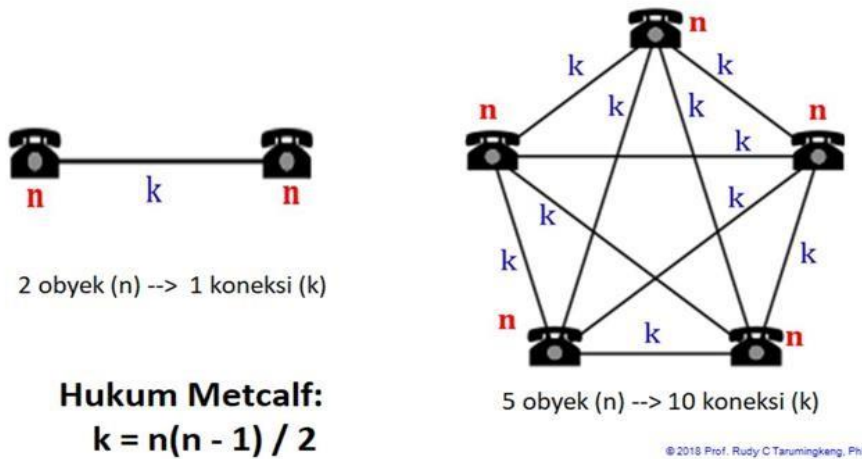
Berbicara tentang komputer, kita tidak bisa terpisahkan dari istilah algoritma. Dalam pemrograman komputer digunakan algoritma dalam bentuk rangkaian prosedur/instruksi dan dengan algoritma dapat disusun program-program komputer antara lain untuk AI (*Artificial Intelligence*) dan utilisasi *big data* untuk berbagai keperluan dalam teknologi digital. Perlu sedikit dikemukakan tentang siapa Alkwairizmi atau Algoritma.

Menurut sejarawan al-Tabari, nama lengkap Alkawarizmi adalah Muhammad bin Musa al-Khwārizmī al-Majousi al-Katarbali - محمد بن موسى الخوارزمي المجوسي - (القطرب ل ي). -- mengindikasikan bhw al-Khawārizmī berasal dari Qutrubull, dekat Baghdad (sekarang Irak). Alkwairizmi menulis banyak buku ilmiah, a.l. dua karya utama: 1/ Ilmu Aljabar - *Al-Kitāb al-mukhtaṣar fī ḥisāb al-jabr wa-lmuqābala* - الكتاب المختصر في حساب الجبر والمقابلة -- Kitab yang merangkum definisi Aljabar , dan 2/ Ilmu Hitung (Aritmatika) - *Kitāb al-Jam'a wa-l-tafrīq bi-ḥisāb al-Hind* (Buku Ilmu Hisab berdasarkan Kalkulasi Hindu) - juga populer dengan nama Dixit Algorizmi. (Wikipedia).

3. Konektivitas dan Internet

Adanya komputer telah memicu konektivitas yang lebih lancar dan luas. Masalah konektivitas (keterhubungan) merupakan infrastruktur dasar dalam kehidupan manusia. Dengan konektivitas kita dapat berkomunikasi satu dengan lainnya.

Hukum Metcalfe menyatakan bahwa nilai dari jaringan telekomunikasi (k) adalah sebanding dengan kuadrat dari jumlah pengguna yang terhubung dalam sistem (n^2). Tepatnya, bukan n^2 tapi $n(n - 1)/2$: dua obyek (misalnya telepon) memiliki satu koneksi, lima obyek memiliki 10 koneksi.



Dengan 12 obyek (n), terbentuk 66 koneksi (k).

Bayangkan jika penduduk Indonesia yang 260 juta orang, berapa koneksi yang akan terbentuk jika masing2 terkoneksi?

© 2018 Prof. Rudy C Tarumingkeng, PhD

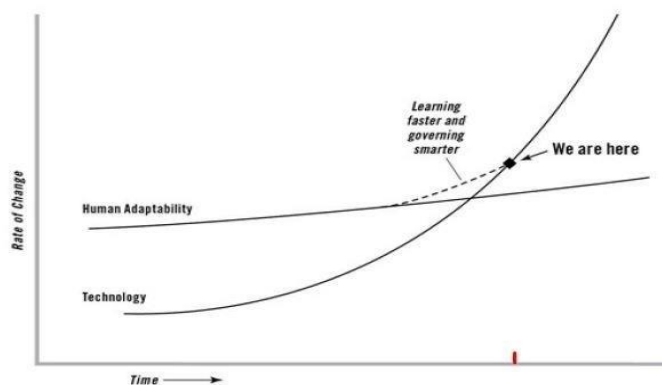
Gambar 2. Hukum Metcalfe: $k = n(n - 1)/2$

Jika kita memiliki 12 telepon (n) maka dapat terbentuk $n(n - 1)/2 = 12(12 - 1)/2 = 66$ koneksi. Bayangkan jika semua penduduk dunia akan terkoneksi, berapa triliun koneksi yang diperlukan?

Perkembangan komunikasi dengan majunya IT (*Information Technology*) berlangsung sejalan dengan inovasi Teknologi Elektronika dan Digital. Tahun 1965 ahli elektronika Gordon Moore, pendiri Fairchild dan Intel meramalkan bahwa

banyaknya transistor yang dapat digabungkan dalam satu *integrated circuit* (IC) berkembang dua kali lipat setiap tahun. Diramalkan bahwa percepatan ini berlangsung sampai sekitar tahun 2013 dan akan mencapai kejenuhan tahun 2015. Pada tahun 2018 ternyata perkembangan teknologi digital masih terus berlangsung bahkan semakin terakselerasi dengan berbagai inovasi dan invensi. Terutama dengan berkembangnya *Artificial Intelligence* (AI, kecerdasan buatan) serta teknologi *nano* dan ilmu bahan (antara lain untuk teknologi memori - yang berkembang dari silikon ke germanium).

Kenyataan menunjukkan bahwa perkembangan teknologi komputer, komunikasi dan informasi cenderung berlangsung eksponensial, sedangkan kemampuan manusia untuk beradaptasi dengan kemajuan ini cenderung berlangsung linier. Oleh karenanya perkembangan internet, komputer dan *smartphone* berlangsung sangat cepat sehingga manusia dan masyarakatnya cenderung lambat mengadaptasinya. Demikian pula cenderung akan terlambat dalam menuangkan peraturan-peraturan berkaitan dengan digitalisasi karena demikian cepatnya perkembangan teknologi digital.



Teknologi meningkat secara eksponensial, adaptasi manusia terhadap teknologi hanya linier - analog dengan hukum Malthus -- tidak ada jalan lain bhw kita perlu memacu adaptasi teknologi -- biar terlambat, daripada ketinggalan (Friedman, 2016).

www.rudyc.com

Gambar 3. Percepatan pertumbuhan teknologi vs peningkatan adaptasi manusia akan teknologi

Pada Gambar 3 di atas ditunjukkan percepatan kemajuan teknologi yang berlangsung eksponensial (sangat cepat), tapi di mana-mana manusia/masyarakat cenderung masih lamban beradaptasi dengan majunya teknologi. Bertumbuhnya

adaptasi ini walaupun menanjak, hanya berlangsung linier. Friedman (2016) mengemukakan bahwa diperlukan upaya agar masyarakat lebih cerdas dalam memahami dan menyerap teknologi digital agar krisis disrupsi tidak terlampaui jombang.

Internet (*Inter* - antar; *Net* - jaringan komunikasi) adalah jaringan konektivitas dunia yang saling berhubungan. Perkembangan internet dimulai sejak lahirnya tahun 1969, dengan munculnya ARPAnet. Internet mulai memasyarakat sejak tahun 1989 dengan dikembangkannya WWW (*Worldwide Web*) dan HTML (*Hypertext Markup Language*). Penggunaan internet dalam bisnis dan perdagangan dimulai tahun 1991 walau *operating system* masih sangat terbatas. *Mosaic browser* pertama, Netscape baru dikembangkan tahun 1993 di University of Illinois, dan mulai digunakan secara umum tahun 1994. *Browser* yang kita gunakan sekarang (IE, Google Chrome, Mozilla) baru muncul kemudian pada tahun 1990-an dan 2000-an. Dell, Cisco dan Amazon.com mulai menggunakan internet untuk transaksi komersial pada tahun 1995. Selanjutnya deregulasi pemerintah dalam sektor telekomunikasi dan berbagai inovasi telah membantu berkembang-cepatnya internet dan telekomunikasi digital.

Daftar 1 berikut menunjukkan bahwa pengguna internet (HP & komputer) di Indonesia menempati posisi dunia nomor 5 dan mengalami peningkatan sekitar 7 % dari tahun sebelumnya. Dari total penduduk 266.8 juta, lebih dari setengahnya, 143.3 juta (53.7%) telah menggunakan internet dengan komputer dan smartphone. Data ini menunjukkan bahwa kita berada sedikit di rata-rata dunia (50.1%). Walaupun posisi kita sekarang di atas rata-rata, pemanfaatan internet untuk pendidikan terasa masih sangat kurang.

TOP 20 COUNTRIES WITH HIGHEST NUMBER OF INTERNET USERS - DECEMBER 31, 2017						
#	Country or Region	Population, 2018 Est.	Population 2000 Est.	Internet Users 31 Dec 2017	Internet Users 31 Dec 2000	Internet Growth
1	China	1,415,045,928	1,283,198,970	772,000,000	22,500,000	3,331 %
2	India	1,354,051,854	1,053,050,912	462,124,989	5,000,000	9,142 %
3	United States	326,766,748	281,982,778	312,322,257	95,354,000	227 %
4	Brazil	210,867,954	175,287,587	149,057,635	5,000,000	2,881 %
5	Indonesia	266,794,980	211,540,429	143,260,000	2,000,000	7,063 %
6	Japan	127,185,332	127,533,934	118,626,672	47,080,000	152 %
7	Russia	143,964,709	146,396,514	109,552,842	3,100,000	3,434 %
8	Nigeria	195,875,237	122,352,009	98,391,456	200,000	49,095 %
9	Mexico	130,759,074	101,719,673	85,000,000	2,712,400	3,033 %
10	Bangladesh	166,368,149	131,581,243	80,483,000	100,000	80,383 %
11	Germany	82,293,457	81,487,757	79,127,551	24,000,000	229 %
12	Philippines	106,512,074	77,991,569	67,000,000	2,000,000	3,250 %
13	Vietnam	96,491,146	80,285,562	64,000,000	200,000	31,900 %
14	United Kingdom	66,573,504	58,950,848	63,061,419	15,400,000	309 %
15	France	65,233,271	59,608,201	60,421,689	8,500,000	610 %
16	Thailand	69,183,173	62,958,021	57,000,000	2,300,000	2,378 %
17	Iran	82,011,735	66,131,854	56,700,000	250,000	22,580 %
18	Turkey	81,916,871	63,240,121	56,000,000	2,000,000	2,700 %
19	Italy	59,290,969	57,293,721	54,798,299	13,200,000	315 %
20	Egypt	99,375,741	69,905,988	48,211,493	450,000	10,613 %
TOP 20 Countries		5,146,561,906	4,312,497,691	2,937,139,302	251,346,400	1,068 %
Rest of the World		2,488,196,522	1,832,509,298	1,219,792,838	109,639,092	1,012 %
Total World		7,634,758,428	6,145,006,989	4,156,932,140	360,985,492	1,051 %

NOTES: (1) Top 20 Internet Countries Statistics were updated in December 31, 2017. (2) Growth percentage represents the increase in the number of Internet users between the years 2000 and 2017. (3) The most recent user information comes from data published by Facebook, International Telecommunications Union, official country telecom reports, and other trustworthy research sources. (4) Data from this site may be cited, giving the due credit and establishing a link back to www.internetworldstats.com. Copyright © 2018, Miniwatts Marketing Group. All rights reserved worldwide.

Daftar 1. Dua puluh negara peringkat atas pengguna internet dunia (Desember 2017) Sumber: <http://www.internetworldstats.com/top20.htm> -dk Juni 2018)

4. Disrupsi / Revolusi Industri 4.0

Kita semua sudah mendengar tentang apa itu disrupsi. Secara harfiah, disrupsi berarti "gangguan". Setiap gangguan dalam paradigma kehidupan manusia bisa berakibat baik ataupun buruk. Suatu proses yang mengalami disrupsi dapat berakibat kemunduran atau bahkan berhentinya proses itu. Namun banyak juga disrupsi yang membawa perbaikan, percepatan, peningkatan suatu proses, menghasilkan kinerja yang luar biasa. Perbaikan dapat berlangsung jika disrupsi yang terjadi merupakan akibat dari upaya manusia untuk meningkatkan teknologi dalam rangka upaya peningkatan kemaslahatan umat manusia.

Dalam proses kehidupan umat manusia sepanjang masa, berbagai disrupsi telah terjadi, misalnya perang-perang dunia, krisis-krisis ekonomi dan disrupsi yang kini sedang kita alami dan menjadi perhatian utama dalam proses pembangunan, yaitu disrupsi karena perubahan dalam sistem teknologi industri.

Perubahan dalam sistem teknologi inilah yang menjadi sorotan utama kita. Semua ini tidak terlepas dari ditemukannya komputer yang kemudian digunakan secara luas dalam industri serta kehidupan manusia pada umumnya yang telah memberikan banyak kemudahan dan efisiensi dalam kehidupan manusia.

Sepanjang prasejarah dan sejarah dunia telah terjadi berbagai revolusi teknologi yang telah mengubah cara kehidupan dan budaya manusia. Sebelum era sejarah dunia dikenal era prasejarah (*pre-historical era*) yaitu yang dimulai pada awal jaman batu sekitar 2 juta tahun lampau yang berlanjut dengan jaman perunggu sekitar 5 ribu tahun lampau; kemudian datang jaman besi sekitar 3 ribu tahun lampau. Ini berlanjut dengan era sejarah (*historical era*) yang dimulai sekitar tahun 1500 SM yang juga dikenal sebagai era pembangunan manusia sampai dengan jaman modern sekarang ini.

Dapat dikatakan bahwa disrupsi yang terjadi sekarang berawal dari perkembangan teknologi digital yang berkaitan dengan perkembangan komputer, teknologi informasi, internet (konektivitas, komunikasi) dan kecerdasan buatan (AI). Gejala ini telah mengubah banyak proses ekonomi dan sosial kehidupan manusia yang memunculkan ekonomi digital (*e-economy*), *social media*, RFID, *pervasive computing*. Dengan kecerdasan berbasis digital manusia dengan bantuan komputer akan lebih mudah mengendalikan banyak hal seperti diagnosis penyakit, peramalan dan pengendalian iklim dan lingkungan hidup, manufaktur, perdagangan, pendidikan, dan banyak hal yang dilakukan manusia dapat digantikan mesin-mesin yang dikendalikan secara digital.

Teknologi komputasi pervasif (*pervasive computing*) adalah konektivitas yang berlangsung di mana saja dan antar benda/manusia serta obyek-obyek lainnya - yang yang kini sedang marak perkembangannya.

Konektivitas / identifikasi ini bersifat otomatis tanpa memerlukan hubungan kabel dan disebut RFID (*Radio Frequency Identification*). RFID adalah sistem identifikasi yang kini telah digunakan memungkinkan pengambilan data tanpa harus bersentuhan atau memerlukan *barcode* dan kartu magnetik seperti ATM.

Gelombang pertama dari teknologi komputer yang berlangsung sejak sebelum tahun 1990 adalah era *Mainframe Computing*. Ini karena teknologi waktu itu belum berkembang seperti sekarang -maka satu komputer yang berukuran besar digunakan secara bersama-sama melalui stasiun kerja (*workstation*). Gelombang berikutnya adalah era PC (*Personal Computer*), ukuran komputer menjadi lebih

kecil (tapi kemampuannya melebihi komputer *Mainframe* sehingga berfungsi sebagai komputer pribadi yang biasa kita sebut *desktop*. Era ini masih berlangsung sampai sekarang tapi dengan inovasi dalam teknologi nano sehingga perkembangannya merambah ke komputer berukuran lebih kecil dan *portable* seperti *laptop*, *smartphone*, *tablet*, *smartphone* dll.



Gambar 4. Revolusi Industri 1, 2, 3, dan 4.0

sumber: https://id.wikipedia.org/wiki/Industri_4.0

Perubahan dalam sistem teknologi yang mempengaruhi industri seperti dikemukakan di atas dikenal sebagai Revolusi Industri. Pada Gambar 4 diberikan gambaran tentang keempat Revolusi Industri ini. Sejak sebelum abad ke 19 (tepatnya 1784), manusia telah mengenal tenaga air untuk menggerakkan kincir, tenaga uap untuk menggerakkan mesin uap (kereta api dan kapal uap pertama). Ini merupakan Revolusi Industri pertama. Revolusi Industri kedua (RevIn 2.0) dimulai pada akhir abad 19 (tepatnya 1870) yang ditandai oleh ditemukannya mesin berbahan bakar minyak bumi, produksi massal dengan ban berjalan dan penggunaan listrik dalam industri. Era revolusi industri ketiga (RevIn 3.0) ditandai oleh penemuan komputer serta penggunaan robotika dan otomatisasi dalam industri pada tahun 1969, sedangkan Era Revolusi Industri keempat (4.0) dimulai tahun 2011.

5. CPS - Cyber Physical System

Seperti telah disinggung pada ad. 3 tentang disrupsi, *Pervasive Computing* (komputasi pervasif) mewarnai era Revolusi Industri 4.0 sekarang ini. Komputasi pervasif adalah pelibatan komputer yang meresap dan menyebar dalam kehidupan manusia sehari-hari secara menyeluruh. Revolusi Digital yang berlangsung sekarang merupakan dasar dari Teknologi 4.0, yaitu revolusi berbasis *Cyber Physical System*, gabungan antara domain digital, fisik, dan biologi bersifat ubikuitas (senantiasa ada, kapan saja dan di mana saja). Ini dicontohkan dengan mobile supercomputing, robot-robot cerdas (*intelligent robots*), mobil tanpa pengemudi, *editing* genetika, dll.



Gambar 5. Ringkasan Strategi Revolusi Digital pada Era Industri 4.0

Sumber: Segars, Albert H. 2018 Seven Technologies Remaking The World. An MIT SMR Executive Guide, March 2018

Gambar 5 memberikan diagram Strategi Revolusi Digital pada Era Industri 4.0 - penggambaran tentang pemanfaatan teknologi digital untuk kehidupan manusia, dicakup dalam empat aspek:

1. Aspek Kesehatan (*Health*),
2. Aspek Pembelajaran (*Learning*),
3. Aspek Perdagangan (*Commerce*) dan
4. Aspek Lingkungan Hidup (*Environment*) seperti dapat dilihat pada Gambar 5.

Ada tujuh jenis teknologi inti yang dicakup oleh keempat aspek tersebut yaitu:

1. Jaringan nirkabel menyeluruh (*wireless mesh networks*)
2. Teknologi nano
3. Robotika
4. Pembelajaran mesin (*Machine learning*)
5. *3D-printing*
6. Bioteknologi
7. Komputasi pervasif (*Pervasive computing*)

Selanjutnya, agar ketujuh teknologi digital ini mampu berfungsi untuk keperluan manusia masing-masing teknologi ini memiliki tiga kemampuan khusus yang berbeda yaitu:

1. Kecerdasan (*Intelligence*): kemampuan menerima rangsangan situasi dan lingkungan kemudian menginterpretasikannya dan melakukan tindakan yang sesuai untuk dilaksanakan.
2. Interface alami (*Natural interface*): kemampuan untuk melakukan tindakan sesuai dengan sifat perilaku dan intuisi manusia dan benda-benda fisik, seperti gerakan dan isyarat dan gerakan-gerakan biomekanik lainnya.
3. Ubikuitas (*Ubiquity, omnipresence*): selalu ada di mana-mana untuk transaksi di antara obyek, mesin, benda/barang dan manusia.

Ketiga teknologi ini dapat dihadirkan dalam obyek2 kita sehari-hari.

Tujuh teknologi inti di atas kini sedang mengubah setiap dimensi kehidupan manusia khususnya yang berkaitan dengan aspek kesehatan, pembelajaran, lingkungan dan perdagangan.

6. Teknologi Digital dan Generasi Milenial



Gambar 6. generasi manusia tahun 1925-2025

Pada Gambar 6 diberikan diagram generasi manusia di dunia sejak tahun 1925-2025. Dalam konteks bahasan ini, fokus perhatian kita adalah Generasi X (lahir 1965-1980), Generasi Y (lahir 1981-1994), Generasi Z (lahir 1995-2010) dan Generasi- α (Alpha) lahir 2011-2025, karena sebagian besar dosen-dosen sekarang adalah dari Generasi X dan Y sedangkan para murid sebagian besar Generasi Z dan α yang dianggap juga sebagai generasi digital.

Penggunaan komputer pada era Revolusi Industri 3 telah mewarnai kehidupan sebagian besar dosen sekarang ini, yaitu mereka yang lahir selang tahun 1960 - 1994 (Generasi X dan Y) kini mereka pada era Rev.In-4 mengajar

anak2 Generasi Z dan α (Alpha)] - yang juga disebut anak2 MILENIAL. Anak-anak milenial sejak usia muda (usia di bawah 10 tahun) umumnya telah "bergaul" dengan komputer/*smartphone* - teknologi digital bukanlah "barang baru" bagi mereka. Pada era RevInd-4 ini guru/dosen harus siap memperlengkapi pengetahuan digitalnya untuk mengajar anak2 milenial (yang lahir sejak 1995) - jika tidak maka akan ditertawakan "anak2 didik". Generasi milenial inilah yang menjadi target pendidikan kita sekarang. Sebagian besar dari anak-anak milenial sejak usia muda (di bawah 10 tahun) sehari-hari telah "bergaul" dengan komputer dan *smartphone* sehingga teknologi digital bukanlah "barang baru" bagi mereka. Bagaimana dengan kompetensi dan kapasitas dosen-dosen yang mengajar anakanak milenial ini? Pastilah dosen-dosen kita melengkapi pengetahuannya untuk mendidik, membimbing dan mengarahkan anak-anak kita agar mereka kelak menguasai ilmu pengetahuan dan turut mengubah dunia menjadi habitat yang lebih baik, lebih bermutu bagi kemaslahatan umat manusia. Kita tidak lagi mengajarkan kepada mereka ilmu-ilmu usang yang kita pelajari 30, 20 atau 10 tahun yang lalu karena era anak-anak milenial sekarang memerlukan kiat-kiat kreativitas dan inovasi, kemampuan untuk menyesuaikan dengan perubahan - yang mereka perlukan untuk bisa bertahan dan mempertahankan kehidupan di era pasca disrupsi.

Sepuluh tahun mendatang, di samping kita tidak lagi banyak memerlukan tukang jahit, *sales person*, *travel agent*, pegawai perpustakaan dsb. karena teknologi CPS, demikian pula kampus masa depan mungkin tidak banyak lagi memerlukan profesor/ dosen. Ilmu pengetahuan yang diberikan oleh para dosen/guru sekarang ini mungkin tidak diperlukan dalam profesionalisme tahun 2020 karena dapat dikerjakan oleh mesin pintar berbasis CPS. Yang diperlukan adalah mentor untuk membantu murid/mahasiswa mengarahkan mereka kepada materi ajar apa yang perlu dicari dari mesin2 pencari yang terhubung langsung dengan "big data" ilmu pengetahuan dan teknologi.

7. Butir-butir penutup

- Sistem pendidikan kita yang berkembang di era industri sebelum RevIn4.0 kini telah menjadi usang dan kurang efektif untukantisipasi masa depan.

- Karena sekarang sudah jaman media internet dan digital, anak-anak memiliki akses semua informasi dan materi pelajaran di dunia - namun ada kekhawatiran bahwa bisa terjadi kehilangan kontrol.
- Seperti apa kompetensi dosen/guru jaman "now" itu? Dosen/guru perlu "upskilling": meningkatkan kompetensi dan kapasitas, sesuai tuntutan RevIn-4.
- Perlu cepat beradaptasi dengan perubahan karena pembelajaran masakini mengarah ke "adaptive learning".
- Semaikan dan kembangkan kemampuan anak didik dalam kiat-kiat kreativitas dan inovasi, menerima perubahan di era pasca disrupsi.
- Persiapkan anak didik menguasai ilmu pengetahuan yang diperlukan untuk mengubah dunia menjadi habitat yang lebih baik, lebih bermutu bagi kemaslahatan umat manusia.
- Menyiapkan generasi yang tangguh dan berintegritas dalam berkehidupan berbangsa, bernegara dan bermasyarakat

Literatur

Friedman, Thomas L 2016. Thank you For Being Late. An Optimist's Guide to Thriving in the Age of Acceleration. 138 p. Farrar, Straus and Giroux.

Gleason, N. W. (ed.) 2018. Higher Education in the Era of The Fourth Industrial Revolution. 229 p. Palgrave Macmillan, Singapore

PWC 2017. Workforce of The Future - The Competing Force Shaping 2030.

Schwab, Klaus 2016. The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum. 171 p.

Segars, Albert H. 2018 Seven Technologies Remaking The World. An MIT SMR Executive Guide, March 2018

Tarumingkeng, Rudy C dan Chandra Suwondo 2017. Digital Marketing & social Media Analytics - Implementasi di Indonesia. Halaman Moeka Publishing, 160 p., ISBN 978-602-269-214-0

Wikipedia: Industry 4.0. https://en.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0 dk.
17.7.18