

## **SOCIETY 5.0 DAN RISET PERGURUAN TINGGI INDONESIA**

**DOI: <https://doi.org/10.22236/semnas/111-20166>**

**Toto Nusantara**  
**Universitas Negeri Malang**  
**toto.nusantara.fmipa@um.ac.id**

### **Pendahuluan**

Revolusi industri dapat dipandang sebagai suatu perubahan cara hidup manusia dan proses kerja secara fundamental. Pada era Industri 4.0, tercipta kemajuan teknologi informasi yang mengintegrasikan dua dunia; dunia kehidupan dengan dunia digital, yang tentunya berdampak terhadap berbagai disiplin ilmu. Kehadiran revolusi Industri 4.0 membuat wajah baru dalam fase kemajuan teknologi suatu bangsa. Dalam revolusi Industri 4.0, teknologi manufaktur telah memasuki fase pada tren otomasi dan pertukaran data. Yaitu mencakup sistem *cyber-physic*, *internet of things* (IoT), *cloud computation*, dan *cognitive computation*. Lahirnya teknologi digital yang menyertai Revolusi Industri 4.0 berdampak terhadap tatanan kehidupan manusia di seluruh dunia.

Hal-hal yang menjadi penghambat jalannya Revolusi Industri 4.0 diantaranya adalah kurangnya keterampilan tenaga kerja yang memadai, masalah keamanan teknologi komunikasi, keandalan stabilitas mesin produksi, ketidakmampuan untuk berubah oleh pemangku kepentingan, serta banyaknya kehilangan pekerjaan karena semua berubah menjadi otomatis. Pada sisi lain, teknologi juga berdampak positif, yaitu tergantung bagaimana individu dalam meminimalisir resiko dan memanfaatkan peluang yang muncul pada transformasi Revolusi Industri 4.0. Hal ini dapat terjadi sangat berbeda dengan apa yang dialami oleh manusia sebelumnya.

Memandang pesatnya pergerakan larva panas Revolusi Industri 4.0, Negara Jepang menyampaikan bahwa dunia saat ini akan memasuki era Society 5.0 atau Masyarakat 5.0. Secara konsep adalah tatanan masyarakat yang berpusat pada manusia (*human-centered*) dari kecanggihan teknologi yang dihasilkan. Revolusi industri 4.0

dengan salah satu produk berupa kecanggihan teknologi informasi, dinilai berpotensi dalam mendegradasi peran manusia. Hal ini yang membuat Jepang mencetuskan sebuah konsep yaitu Society 5.0. Salah satu ide dasar dari konsep ini, diharapkan produk kecerdasan buatan akan mentransformasi *big data* dari produk transaksi *internet* pada segala bidang kehidupan menjadi suatu kearifan yang baru. Yaitu, menciptakan harapan untuk meningkatkan kemampuan manusia dalam membuka peluang-peluang baru bagi kemanusiaan.

Dampak dari Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0 membuka kesempatan baru bagi Indonesia. Indonesia dengan konsep *Making Indonesia* 4.0 berkomitmen untuk membangun industri manufaktur yang berdaya saing global. Melalui percepatan industri 4.0, peluncuran *Making Indonesia* 4.0 dipandang sebagai sebuah peta jalan dan strategi Indonesia memasuki era digital yang berjalan saat ini. *Making Indonesia* 4.0 diharapkan dapat memberikan arah yang jelas bagi pergerakan industri nasional di masa depan, termasuk fokus pada pengembangan lima sektor manufaktur yang akan menjadi percontohan. Pada penyusunan peta jalan ini telah melibatkan berbagai pemangku kepentingan, mulai dari Institusi Pemerintahan, pelaku usaha, asosiasi industri, penyedia teknologi, maupun lembaga riset dan pendidikan. Melalui komitmen serta partisipasi aktif dari seluruh pihak tersebut, dapat diyakini implementasi industri 4.0 di Indonesia akan berjalan sukses dan sesuai sasaran.

Artikel ini dihasilkan dari penarasian ide-ide yang ada sebelumnya, baik dari hasil kajian riset, pendadaran ide tentang Revolusi Industri 4.0, Society 5.0, dan *Making Indonesia* 4.0. Dalam penjabarannya, artikel ini diuraikan dengan tujuan untuk memberikan gambaran munculnya ide Society 5.0 serta kesiapan Indonesia berperan di dalamnya pada dimensi kajian riset. Oleh karena itu, rangkaian penulisan diawali dengan pendahuluan, industri 4.0, Society 5.0, trend riset industri 4.0, dan diakhiri peta riset Indonesia dalam Society 5.0.

## **Industri 4.0**

Istilah Industri 4.0 secara resmi lahir di Jerman tepatnya saat diadakan *Hannover Fair* pada Tahun 2011 (Kagermann dkk, 2011). Negara Jerman memiliki kepentingan yang besar terkait hal ini karena industri 4.0 menjadi bagian dari kebijakan rencana pembangunannya yang disebut *High-Tech Strategy 2020*. Kebijakan tersebut bertujuan untuk mempertahankan Jerman agar selalu menjadi yang terdepan dalam dunia

manufaktur (Heng, 2014). Beberapa negara lain juga turut serta dalam mewujudkan konsep industri 4.0 namun menggunakan istilah yang berbeda seperti *Smart Factories*, *Industrial Internet of Things*, *Smart Industry*, atau *Advanced Manufacturing*. Meski memiliki penyebutan istilah yang berbeda, semuanya memiliki tujuan yang sama yaitu untuk meningkatkan daya saing industri tiap negara dalam menghadapi pasar global yang sangat dinamis. Kondisi tersebut diakibatkan oleh pesatnya perkembangan pemanfaatan teknologi digital di berbagai bidang. Industri 4.0 sangat sering dianggap sebagai revolusi industri keempat karena efek mendalam yang ditimbulkannya dan akan membawa paradigma baru yang produktif dengan penerapan di beberapa bidang kegiatan (Abreu, 2018; Morrar, Arman, & Mousa, 2017; Liu, Cao, Yang, & Jiang, 2018; Shamim et al., 2017; Liao et al., 2017; Fraga-Lama, Noceda-Davila, Fernández-Caramés, Díaz-Bouza, & Vilar-Montesinos, 2016; Ang et al., 2017; Pilloni, 2018).

Industri 4.0 diprediksi memiliki potensi manfaat yang besar. Tabel 1 menunjukkan potensi manfaat Industri 4.0 menurut beberapa artikel. Sebagian besar pendapat mengenai potensi manfaat Industri 4.0 adalah mengenai perbaikan kecepatan/fleksibilitas produksi, peningkatan layanan kepada pelanggan dan peningkatan pendapatan. Terwujudnya potensi manfaat tersebut akan memberi dampak positif terhadap perekonomian suatu negara. Industri 4.0 memang menawarkan banyak manfaat, namun juga memiliki tantangan yang harus dihadapi. Drath dan Horch (2014) berpendapat bahwa tantangan yang dihadapi oleh suatu negara ketika menerapkan Industri 4.0 adalah munculnya resistansi terhadap perubahan demografi dan aspek sosial, ketidakstabilan

**Tabel 1.** Potensi Manfaat Industri 4.0

Penulis	Potensi Manfaat
Lasi dkk (2014)	Pengembangan produk menjadi lebih cepat, mewujudkan permintaan yang bersifat individual (kustomisasi produk), produksi yang bersifat fleksibel dan cepat dalam menanggapi masalah serta efisiensi sumber daya.
Rüßmann dkk (2015)	Perbaikan produktivitas, mendorong pertumbuhan pendapatan, peningkatan kebutuhan tenaga kerja terampil, peningkatan investasi.
Schmidt dkk (2015)	Terwujudnya kustomisasi masal dari produk, pemanfaatan data <i>idle</i> dan perbaikan waktu produksi.
Kagermann dkk (2013)	Mampu memenuhi kebutuhan pelanggan secara individu, proses rekayasa dan bisnis menjadi dinamis, pengambilan keputusan menjadi lebih optimal, melahirkan model bisnis baru dan cara baru dalam mengkreasi nilai tambah.
Neugebauer dkk (2016)	Mewujudkan proses manufaktur yang efisien, cerdas dan <i>on-demand</i> (dapat dikostumisasi) dengan biaya yang layak.

kondisi politik, keterbatasan sumber daya, risiko bencana alam dan tuntutan penerapan teknologi yang ramah lingkungan. Menurut Jian Qin dkk (2016), terdapat kesenjangan

yang cukup lebar dari sisi teknologi antara kondisi dunia industri saat ini dengan kondisi yang diharapkan dari Industri 4.0. Penelitian yang dilakukan oleh Balasingham (2016) juga menunjukkan adanya faktor keengganan perusahaan dalam menerapkan Industri 4.0 karena khawatir terhadap ketidakpastian manfaatnya.

Berdasar beberapa penjelasan tersebut maka sesuai dengan yang disampaikan oleh Zhou dkk (2015), secara umum ada lima tantangan besar yang akan dihadapi yaitu aspek pengetahuan, teknologi, ekonomi, social, dan politik. Guna menjawab tantangan tersebut, diperlukan usaha yang besar, terencana dan strategis baik dari sisi regulator (pemerintah), kalangan akademisi maupun praktisi. Kagermann dkk (2013) menyampaikan diperlukan keterlibatan akademisi dalam bentuk penelitian dan pengembangan untuk mewujudkan Industri 4.0. Menurut Jian Qin dkk (2016) roadmap pengembangan teknologi untuk mewujudkan Industri 4.0 masih belum terarah. Hal ini terjadi karena Industri 4.0 masih berupa gagasan yang wujud nyata dari keseluruhan aspeknya belum jelas sehingga dapat memunculkan berbagai kemungkinan arah pengembangan.

#### ***Definisi Industri 4.0***

Definisi mengenai Industri 4.0 beragam karena masih dalam tahap penelitian dan pengembangan. Kanselir Jerman, Angela Merkel (2014) berpendapat bahwa Industri 4.0 adalah transformasi komprehensif dari keseluruhan aspek produksi di industri melalui penggabungan teknologi digital dan internet dengan industri konvensional. Schlehtendahl dkk (2015) menekankan definisi kepada unsur kecepatan dari ketersediaan informasi, yaitu sebuah lingkungan industri di mana seluruh entitasnya selalu terhubung dan mampu berbagi informasi satu dengan yang lain. Pengertian yang lebih teknis disampaikan oleh Kagermann dkk (2013) bahwa Industri 4.0 adalah integrasi dari *Cyber Physical System (CPS)* dan *Internet of Things and Services (IoT dan IoS)* ke dalam proses industri meliputi manufaktur dan logistik serta proses lainnya. CPS adalah teknologi untuk menggabungkan antara dunia nyata dengan dunia maya. Penggabungan ini dapat terwujud melalui integrasi antara proses fisik dan komputasi (*technology embedded computers* dan jaringan) secara *close loop* (Lee, 2008). Hermann dkk (2015) menambahkan bahwa Industri 4.0 adalah istilah untuk menyebut sekumpulan teknologi dan organisasi rantai nilai berupa *smart factory*, CPS, IoT dan IoS. *Smart factory* adalah pabrik modular dengan teknologi CPS yang memonitor proses fisik produksi kemudian

menampilkannya secara virtual dan melakukan desentralisasi pengambilan keputusan. Melalui IoT, CPS mampu saling berkomunikasi dan bekerja sama secara real time termasuk dengan manusia. IoS adalah semua aplikasi layanan yang dapat dimanfaatkan oleh setiap pemangku kepentingan baik secara internal maupun antar organisasi. Terdapat enam prinsip desain Industri 4.0 yaitu interoperability, virtualisasi, desentralisasi, kemampuan real time, berorientasi layanan dan bersifat modular. Berdasar beberapa penjelasan di atas, Industri 4.0 dapat diartikan sebagai era industri di mana seluruh entitas yang ada di dalamnya dapat saling berkomunikasi secara real time kapan saja dengan berlandaskan pemanfaatan teknologi internet dan CPS guna mencapai tujuan tercapainya kreasi nilai baru ataupun optimasi nilai yang sudah ada dari setiap proses di industri.

Konsep Industri 4.0 secara umum diterima dalam pandangan pengetahuan ilmiah (Abreu, 2018), meskipun demikian beberapa variasi dalam definisinya, karena mempertimbangkan implikasi sosial dan politiknya (Müller, Kiel, & Voigt, 2018). Tapi terdiri dari apakah sebenarnya Industri 4.0? Dapat dianggap bahwa Industri 4.0 itu "terdiri dari jaringan digital yang komprehensif dan sistematis dari penciptaan, logistik dan penggunaan produk atau layanan" (Hennies & Raudjärv, 2015, hal. 1). Secara ringkas

*"Industry 4.0 includes horizontal integration of data flow between partners, suppliers and customers, as well as vertical integration within the organizational structure, involving factors related to the development of the final product and combining the real world with the virtual world. The result is a system where all processes are fully integrated, thus building an updated information platform in real time"* (Abreu, 2018, p. 129).

Industri 4.0 mencakup integrasi horizontal dari aliran data antara mitra, pemasok dan pelanggan, sebagaimana integrasi vertikal dalam struktur organisasi, yang melibatkan faktor-faktor yang terkait kepada pengembangan produk akhir dan menggabungkan dunia nyata dengan dunia virtual. Hasilnya adalah sistem dimana semua proses terintegrasi penuh, sehingga membangun platform informasi yang selalu diperbarui secara real time.

Industri 4.0 merupakan integrasi antara teknologi, ruang virtual dan manusia, antara dunia nyata dan dunia virtual dan menghasilkan jaringan kolaboratif yang benar (Hennies & Raudjärv, 2015; Rubio-Tamayo, Gertrudix Barrio, & García García, 2017) yaitu dengan mengintegrasikan/ mensinergikan: robot cerdas; simulasi otomatis; *Internet of Things*; *cloud computation*; *additive manufacture*; dan *big data analytic* (Ang et al., 2017). Logika integrasi yang digunakan untuk menyatukan situasi real dan digital dilakukan melalui "pabrik cerdas" sebagai pusat integrasi (Lin et al., 2017 p.4).

*“The smart factory is a core concept of Industry 4.0, which employs cyber-physical systems to monitor the physical production processes of the factory and make decentralized decision-making possible. Then the physical systems become the Internet of Things, communicating and cooperating both with each other and with humans in real-time via the wireless web.”*

Dengan demikian "pabrik cerdas " adalah konsep inti dari Industri 4.0 dalam operasionalnya menggunakan sistem cyber-fisik untuk memantau secara langsung proses produksi pabrik dan memungkinkan pengambilan keputusan secara terdesentralisasi. Kemudian sistem fisik ini diwujudkan sebagai *Internet of Things*, yang dapat berkomunikasi dan bekerja sama satu sama lainnya, dengan manusia secara real-time melalui jaringan nirkabel.

### **Society 5.0**

Masyarakat 5.0 (Society 5.0) mengikuti Industri 4.0 sampai batas tertentu, sementara Industri 4.0 berfokus pada produksi, Society 5.0 berupaya menempatkan manusia sebagai pusat inovasi. Serta memanfaatkan hasil dan dampak teknologi Industri 4.0, dengan pendalaman integrasi teknologi dalam rangka peningkatan kualitas kehidupan, tanggung jawab sosial dan keberlanjutan (i-SCOOP, n/d, Serpanos, 2018). Wang, Yuan, Yong, Wang, Xiao, dan Qin (2018) dan Wang, Li, Yuan, Ye, dan Wang (2016) menunjukkan bahwa konsep Society 5.0 muncul pada tahun 2015 di Jepang (Abreu, 2018), sebagai strategi inisiatif politik nasional (Keidanren, 2016; Harayama, 2017; Pusat Strategi Penelitian dan Pengembangan: Badan Sains dan Teknologi Jepang, 2017).

Menurut Hayashi et al. (2017), dengan Masyarakat 5.0, Jepang berusaha

*[...] [to] create new values by collaborating and cooperating with several different systems, and plans standardization of data formats, models, system architecture, etc. and development of necessary human resources. In addition, it is expected that enhancements of intellectual properties development, international standardization, IoT system construction technologies, big data analysis technologies, artificial intelligence technologies and so on encourage Japan's competitiveness in “super smart society” (p. 264).*

Yaitu menciptakan nilai-nilai baru dengan berkolaborasi dan bekerja sama dengan beberapa sistem yang berbeda, dan merencanakan standarisasi format data, model, system arsitektur sistem, dan pengembangan sumber daya manusia yang diperlukan. Selain itu, diharapkan peningkatan pengembangan properti intelektual, standarisasi internasional,

sistem konstruksi teknologi IoT, teknologi analisis big data, teknologi kecerdasan buatan dan sebagainya yang mendorong daya saing Jepang dalam "masyarakat super pintar" (hal. 264).

Keidanren (Japan Business Federation) (2016) menyajikan tujuan Society 5.0, sebagai

*Every individual including elderly people and women can live safe and secured comfortable and healthy life and each and every individual can realize his/her desired lifestyle. [...] Improvement of productivity through digitization and reform of business models are promoted, and at the same time, the new economy and society will be realized by promoting innovation and globalization. [...] Efforts are made to solve a pile* <http://mos.sciedupress.com> *Management and Organizational Studies Vol. 5, No. 4; 2018 Published by Sciedu Press 28 ISSN 2330-5495 E-ISSN 2330-5509 of issues of our country such as falling population, super aging society and natural disasters so that rich and vigorous future will be realized. Through overseas expansion of new businesses and services, we can contribute to solving global scale issues as well (p. 10).*

Setiap individu termasuk orang tua dan wanita dapat hidup aman dan nyaman dan hidup sehat dan setiap individu dapat mewujudkan gaya hidupnya yang diinginkan. [...] Peningkatan produktivitas

melalui digitalisasi dan reformasi model bisnis yang dipromosikan, dan pada saat yang sama, ekonomi dan masyarakat baru akan direalisasikan dengan mempromosikan inovasi dan globalisasi. [...] Upaya dilakukan untuk menyelesaikan tentang masalah negara kita yang dapat dilihat dalam <http://mos.sciedupress.com> *Management and Organizational Studies Vol. 5, No. 4; 2018 Published by Sciedu Press 28 ISSN 2330-5495 E-ISSN 2330-5509*; yakni seperti populasi yang menurun, masyarakat yang sangat tua, dan bencana alam sehingga masa depan yang kaya dan bersemangat akan terwujud. Melalui perluasan bisnis dan layanan baru di luar negeri, kami juga dapat berkontribusi untuk memecahkan masalah skala global.

Ada beberapa tantangan yang harus dihadapi, Serpanos (2018) yaitu ketika mempertimbangkan sistem IT yang lama; tantangannya mencakup integrasi dan peningkatan perangkat lunak, operasional antar jaringan, sinkronisasi untuk memecahkan proses dan aplikasi waktu nyata dan yang lebih penting adalah faktor keamanan. Untuk itu, berikut adalah hal yang sangat penting untuk direalisasikan: (1) Perumusan strategi nasional dan integrasi sistem promosi pemerintah; (2) Pengembangan undang-undang tentang penerapan teknik-teknik canggih; (3) Pembentukan landasan keilmuan; (4)

Keterlibatan dinamis semua warga negara dalam ekonomi baru dan masyarakat; (5) Integrasi teknologi canggih dan masyarakat (Keidanren (Japan Business Federation), 2016, hal. 14)

Wang (2018, hal. 6) menyatakan bahwa teori dari kajian Masyarakat 5.0 adalah kecerdasan paralel, yaitu merupakan suatu metodologi baru perluasan dari teori kecerdasan buatan tradisional kedalam cyber-fisik- sistem sosial (CPSS) yang muncul. Lebih khusus, kecerdasan paralel sangat efektif dalam menangani masalah tipe issue "manusia-dalam-loop" dengan kompleksitas sosial dan kompleksitas teknik, dan bertujuan mencari solusi cerdas, fokus, dan konvergen untuk masalah yang tidak pasti, beragam, dan kompleks.

Oleh karena itu, Masyarakat 5.0 memiliki tujuan akhir untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat dengan memobilisasi potensi produktif dan teknologi dari Industri 4.0. Masyarakat super pintar dicirikan sebagai berikut: masyarakat di mana berbagai kebutuhan masyarakat dibedakan dan dipenuhi dengan menyediakan produk dan layanan yang diperlukan dalam jumlah yang diperlukan kepada orang-orang yang membutuhkannya saat mereka membutuhkannya, dan dimana semua orang dapat menerima layanan berkualitas tinggi dan menjalani kehidupan yang nyaman dan penuh semangat yang memungkinkan berbagai perbedaan mereka seperti usia, jenis kelamin, wilayah, atau bahasa (Harayama, 2017, h. 10). Sebagai tujuan terakhir dan sampai batas tertentu tidak dapat dihindari: "ia berjanji untuk merevolusi masyarakat seperti yang kita kenal, dan untuk meningkatkan cara kita hidup dan hidup dalam komunitas, dalam kehidupan pribadi dan profesional kita" (Costa, 2018).

Kemajuan berkelanjutan yang diantisipasi dari IT akan memberikan peluang yang luar biasa bagi individu dan masyarakat untuk inovasi, pertumbuhan, dan kemakmuran melalui kolaborasi Bersama antara manusia-mesin dan penciptaan bersama. Namun, kemajuan yang sama ini juga menghadirkan tantangan etika, hukum, sosial, keamanan, privasi dan keselamatan yang belum pernah terjadi sebelumnya yang perlu diatasi, sebelum manfaat sebenarnya dari peluang tersebut dapat direalisasikan (Pusat Penelitian dan Strategi Pengembangan: Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Jepang) Agency, 2017, hlm. 1). Implikasi sosial dan pendidikan yang potensial ini juga diingatkan oleh Horikawa (2017) yaitu hasil kecepatan tinggi yang belum pernah terjadi sebelumnya dari teknologi inovatif yang menyelinap kedalam kehidupan sosial, sebagai warga negara wajib

menghadapi aliran massa yaitu pengaruh baik dan buruk dalam kehidupan sehari-hari tanpa pemberitahuan terlebih dahulu. Subjek penting dari tantangan etika, hukum, sosial yang disebabkan oleh penerapan teknologi terdepan bagi masyarakat dapat difasilitasi dan diskusi ini membawa kita lebih jauh kedalam masalah-masalah untuk diatasi serta tindakan cepat untuk mengejar ketinggalan (Pusat Strategi Penelitian dan Pengembangan: Sains Jepang dan Badan Teknologi, 2017 p. 233).

Namun, masa depan ini hanya dapat berjalan dengan munculnya penelitian baru untuk mengkatalisasi ilmu sosial dan hard science interdisipliner dan teknik. Konvergensi ini diperlukan untuk membentuk kemitraan antara manusia dan teknologi yang berkelanjutan, bersemangat, dan layak huni. Penelitian, implikasi sosial dan etika masa depan yang dibahas. (Medina-Borja, Pusat Strategi Penelitian dan Pengembangan: Badan Sains dan Teknologi Jepang, 2017, hal. 235).

### **Making Indonesia 4.0**

Revolusi Industri 4.0 mencakup beragam teknologi canggih, seperti kecerdasan buatan (AI), *Internet of Things* (IoT), *wearables*, robotika canggih, dan *3D printing*. Indonesia akan berfokus pada lima sektor utama untuk penerapan awal dari teknologi ini, yaitu (i) makanan dan minuman, (ii) tekstil dan pakaian, (iii) otomotif, (iv) kimia, dan (v) elektronik. Sektor ini dipilih menjadi fokus setelah melalui evaluasi dampak ekonomi dan kriteria kelayakan implementasi yang mencakup ukuran PDB, perdagangan, potensi dampak terhadap industri lain, besaran investasi, dan kecepatan penetrasi pasar. Indonesia akan mengevaluasi strategi dari setiap fokus sektor setiap tiga sampai empat tahun untuk meninjau kemajuannya dan mengatasi tantangan pelaksanaannya.

### ***Membangun industri F&B powerhouse di ASEAN***

Pada tahun 2016, sektor ini berkontribusi 29 persen dari PDB manufaktur, 24 persen ekspor manufaktur, dan menyerap 33 persen tenaga kerja sektor manufaktur. Jika dibandingkan dengan negara lain, sektor makanan dan minuman Indonesia memiliki potensi pertumbuhan yang besar karena didukung oleh sumber daya pertanian yang berlimpah dan permintaan domestik yang besar. Strategi untuk makanan dan minuman 4.0 diantaranya: (1) Mendorong produktifitas di sektor hulu yaitu pertanian, peternakan, dan perikanan, melalui penerapan dan investasi teknologi canggih seperti sistem monitoring otomatis dan autopilot drones. (2) Karena lebih dari 80% tenaga kerja di industri ini bekerja di UMKM, termasuk petani dan produsen skala kecil, Indonesia akan

membantu UMKM di sepanjang rantai nilai untuk mengadopsi teknologi yang dapat meningkatkan hasil produksi dan pangsa pasar mereka. (3) Berkomitmen untuk berinvestasi pada produk makanan kemasan untuk menangkap seluruh permintaan domestik di masa datang seiring dengan semakin meningkatnya permintaan konsumen. (4) Meningkatkan ekspor dengan memanfaatkan akses terhadap sumber daya pertanian dan skala ekonomi domestik.

### ***Menuju produsen functional clothing terkemuka***

Pada tahun 2016, sektor ini berkontribusi 7 persen dari PDB manufaktur, 15 persen dari ekspor manufaktur, dan 20 persen dari tenaga kerja manufaktur. Secara historis, sektor ini merupakan kontributor ekspor manufaktur terbesar kedua di Indonesia. Adopsi Revolusi Industri 4.0 di sektor ini akan membuat Indonesia mampu mempertahankan dan meningkatkan daya saingnya di pangsa pasar global. Strategi tekstil dan pakaian 4.0 termasuk: (1) Meningkatkan kemampuan di sektor hulu, fokus pada produksi serat kimiawi dan bahan pakaian dengan biaya yang lebih rendah dan berkualitas tinggi untuk meningkatkan daya saing di pasar global. (2) Meningkatkan produktifitas manufaktur dan buruh melalui penerapan teknologi, optimalisasi lokasi pabrik serta peningkatan ketrampilan. Lebih lanjut, seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan pergeseran permintaan dari pakaian dasar (basic clothing) menjadi pakaian fungsional, seperti baju olahraga, Indonesia harus mampu untuk (3) membangun kemampuan produksi functional clothing dan (4) meningkatkan skala ekonomi untuk memenuhi permintaan functional clothing yang terus berkembang, baik di pasar domestik maupun ekspor.

### ***Menjadi pemain terkemuka dalam ekspor ICE dan EV***

Didukung pasar domestik serta investasi yang kuat dari berbagai perusahaan otomotif terkemuka, Indonesia ingin menjadi produsen mobil terbesar di ASEAN. Indonesia saat ini sudah menjadi eksportir otomotif kedua terbesar di wilayah ini, walaupun produksi kendaraan masih tergantung impor bahan baku mentah (logam dan kimia) maupun komponen elektronik penting lainnya. Selain itu, seiring penetrasi kendaraan listrik (EV) dunia yang diperkirakan akan meningkat tajam pada tahun 2020, Indonesia akan fokus dalam mendukung pengembangan EV. Strategi otomotif 4.0 termasuk: Menaikkan produksi lokal, dalam hal (1) volume dan (2) efisiensi produksi bahan baku dan komponen penting melalui adopsi teknologi dan pengembangan

infrastruktur, seperti pembangunan zona industri terpadu dan platform logistik yang lebih efisien. (3) Bekerjasama dengan perusahaan OEM dunia untuk meningkatkan ekspor, dengan fokus pada multi-purpose vehicles (MPV), kendaraan murah ramah lingkungan, dan sport utility vehicles (SUV). (4) Membangun ekosistem untuk industri EV, dimulai dengan kemampuan manufaktur sepeda motor listrik, kemudian mengembangkan kemampuan mobil listrik berdasarkan adopsi EV yang tak terelakkan di masa mendatang.

#### ***Menjadi pemain terkemuka di industri biokimia***

Sektor industri kimia adalah dasar dari industri manufaktur karena produknya digunakan secara luas oleh sektor manufaktur lainnya, seperti elektronika, farmasi, dan otomotif. Perkuatan sektor industri kimia sangat penting untuk dapat membangun industri manufaktur yang dapat bersaing secara global. Indonesia saat ini masih berada pada tahap pengimpor bahan kimia dasar, namun ingin memperluas kapasitas dan membangun kemampuannya untuk menjadi net eksportir dan produsen bahan kimia spesialis. Indonesia akan memakai sumber daya pertaniannya yang melimpah sebagai salah satu modal untuk membangun keunggulan produksi produk biokimia yang berdaya saing. Strategi industri kimia 4.0 termasuk: (1) Mendorong pembangunan kapasitas pasokan petrokimia dalam negeri untuk mengurangi ketergantungan impor. (2) Membangun industri kimia dengan biaya kompetitif dengan memanfaatkan sumber daya migas dan optimalisasi lokasi zona industri, termasuk pembangunan lokasi produksi kimia yang lebih dekat dengan lokasi ekstraksi gas alam. Selain itu, mengadopsi teknologi 4IR dan mempercepat kegiatan penelitian dan pengembangan untuk (3) mendorong produktifitas dan (4) mengembangkan kemampuan produksi kimia generasi berikut dalam produksi biofuel dan bioplastik.

#### ***Mengembangkan kemampuan pelaku industri domestik***

Industri elektronik Indonesia masih berkembang dan bergantung pada impor komponen dan produksi lokal dari pemain-pemain global. Produksi lokal masih terkonsentrasi pada perakitan sederhana dan belum banyak terlibat dalam proses yang bernilai tambah. Strategi elektronik 4.0 adalah: (1) Menarik pemain global terkemuka dengan paket insentif yang menarik dan (2) mengembangkan kemampuan dalam memproduksi komponen elektronik bernilai tambah. (3) Mengembangkan kemampuan tenaga kerja dalam negeri melalui pelatihan intensif dan menarik tenaga kerja asing di bidang tertentu yang dibutuhkan dan (4) mengembangkan pelaku industri unggulan dalam

negeri yang berkompeten untuk mendorong inovasi lanjutan dan mempercepat transfer teknologi.

### **Trend Riset Industri 4.0**

Dalam Prasetyo & Sutopo (2018) diperoleh bahwa hanya 170 artikel yang membahas Industri 4.0 dengan distribusi sebaran riset didominasi oleh metode deskriptif dan konseptual, masing-masing sebesar 31%. Temuan ini dapat ditafsirkan bahwa **konsep Industri 4.0 belum matang dan masih berkembang**. Konsep yang telah ada tidak dapat begitu saja dipaksakan untuk diterapkan secara global, karena perindustrian di berbagai belahan dunia memiliki karakteristik yang sangat beragam. *Kondisi ini memunculkan peluang bagi para peneliti untuk mengembangkan konsep Industri 4.0 sesuai dengan karakter perindustrian di negaranya masing-masing*. Metode penelitian berikutnya adalah terapan dengan porsi 19% diikuti oleh empirikal dengan porsi 13%. Persentase jumlah riset dengan metode simulasi menjadi yang terkecil yaitu 6%. Hasil ini dapat ditafsirkan bahwa usaha untuk mewujudkan Industri 4.0 sudah mulai dilakukan melalui riset terapan dan eksperimen di industri riil. Pengembangan teknologi Industri 4.0 melalui riset simulasi juga sudah dilakukan meski dengan jumlah yang kecil. *Hal ini juga menjadi peluang peneliti perguruan tinggi dalam hal riset simulasi pada bidang Industri 4.0*.

Aspek bisnis memimpin dengan jumlah persentase terbesar (15%), diikuti dengan *smart factory* (13%), teknologi CPS (10%), standardisasi (10%) serta services (9%). Lima aspek tersebut memiliki jumlah persentase yang relatif lebih tinggi dibanding aspek-aspek yang lainnya. Aspek bisnis didominasi oleh riset yang bertujuan untuk mengintegrasikan teknologi Industri 4.0 ke dalam model dan proses bisnis yang saat ini ada. Sebagai contoh adalah publikasi oleh De Felice dkk (2016) yang menerapkan RFID (*Radio Frequency Identification*) pada proses logistik sebuah perusahaan operator kereta api di Italia. Persentase konten smart factory, teknologi CPS dan services yang cukup tinggi (total ketiganya 32%) mengindikasikan bahwa sebagian riset berupaya menanggapi tantangan untuk mewujudkan teknologi Industri 4.0. Salah satu contoh upaya tersebut ditunjukkan oleh Nigappa dan Selvakumar (2016) melalui riset penerapan Micro-PLC menjadi aplikasi berteknologi CPS dengan biaya yang murah. Temuan di atas mengindikasikan ada banyak peluang riset terkait model bisnis baru yang akan muncul karena penerapan Industri 4.0 khususnya penerapan teknologi *smart factory* dan CPS. Upaya standarisasi

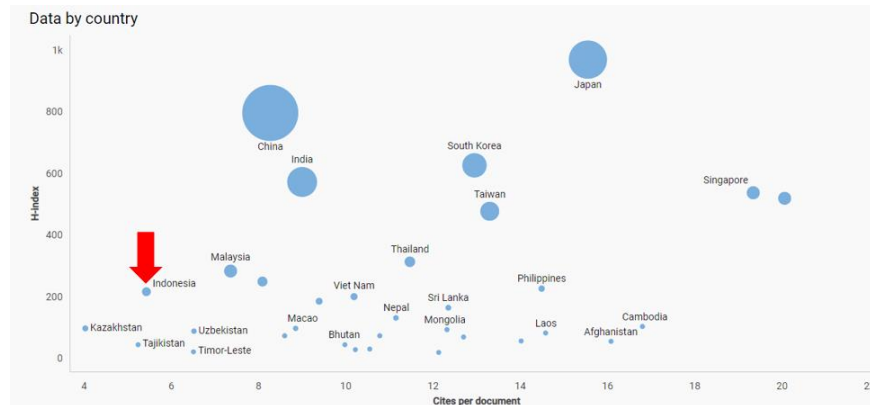
juga telah diupayakan, salah satunya oleh Mazak dan Huemer (2015) yang bertujuan membangun standar kerangka kerja proses bisnis baik secara internal maupun eksternal.

Distribusi riset menurut bidang industri. Porsi terbesar adalah bidang manufaktur (53%). Sejumlah riset dilakukan di industri manufaktur yang memproduksi barang secara masal, *job shop*, pengolahan logam dan furnitur. Sebagian besar objek kajian riset terkait proses produksi seperti proses permesinan, optimasi penjadwalan produksi, otomasi, desain sistem dan layout manufaktur serta interaksi antara manusia dengan proses produksi. Temuan ini menunjukkan bahwa riset Industri 4.0 lebih banyak dilakukan pada jenjang rantai produksi yang menjadi inti dari roda perindustrian. Bidang berikutnya adalah bisnis (12%) dengan objek kajian meliputi segala upaya untuk mempersiapkan dunia bisnis dalam menghadapi Industri 4.0. Sebagian besar publikasi membahas dunia usaha di wilayah Eropa. Edukasi (10%) juga menjadi bidang yang menarik bagi para peneliti. Beberapa publikasi mengemukakan pengembangan fasilitas pelatihan dan demonstrasi terkait teknologi Industri 4.0. Fasilitas ini ada yang dibangun di lingkungan industri, di perguruan tinggi (Kovar dkk, 2016) atau kerjasama antara keduanya (Landherr dkk, 2016). Bidang teknologi informasi dan manajemen secara berurutan memiliki porsi 9% dan 8%. Selain itu, juga terdapat bidang lainnya (8%) yang menjadi obyek ketertarikan para peneliti yaitu pelayanan publik, pertanian, industri makanan, otomotif, hukum, sosial ekonomi, konstruksi dan kelistrikan.

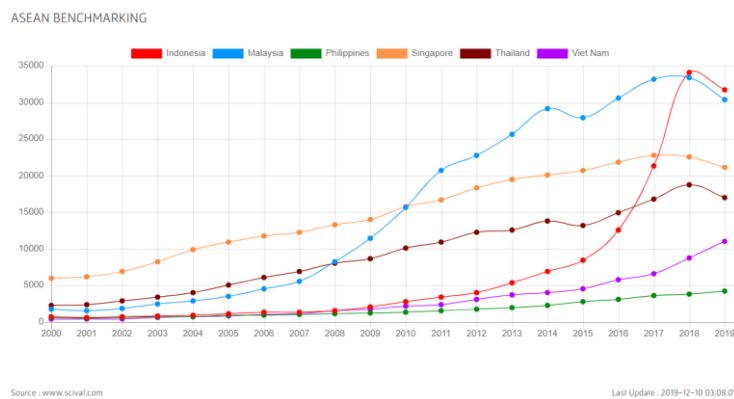
Dilihat dari rentang waktu selama tiga tahun (antara tahun 2013-2016), jumlah riset yang dilakukan selalu mengalami peningkatan. Peningkatan jumlah riset cukup signifikan, bahkan mendekati dua kali lipat tiap tahunnya. Temuan ini menjadi pertanda bahwa upaya mewujudkan Industri 4.0 dari sisi akademis memiliki trend yang positif.

### **Peta Riset Indonesia Dalam Society 5.0**

Konsep society 5.0 dan Making Indonesia 4.0 yang telah diuraikan di atas dapat dipandang sebagai roadmap perjalanan masyarakat Indonesai pada era Industri 4.0. Sebagai suatu roadmap tentu harus didukung oleh peneliti dan penelitiannya warga negaranya. Data dari scimagojr.com menunjukkan bahwa Indonesia masih harus banyak belajar untuk meningkatkan diri dalam hal publikasi, baik dari kawasan regional ASEAN maupun kawasan ASIA. Indonesia menempati

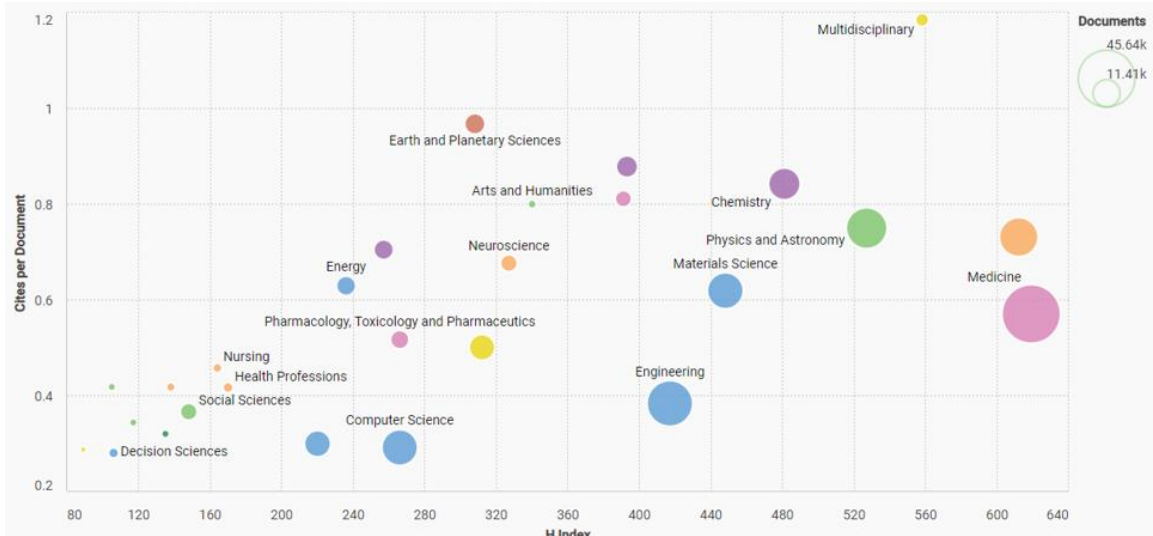


Gambar 1. Sebaran H-Index dan Sitasi per-dokumen beberapa negara ranking ke 48 dengan artikel sebanyak 110.610 dengan dokumen 106.501 artikel tersitasi, dengan jumlah sitasi 600.569 kali dengan 113.900 kali sitasi oleh diri sendiri. Sehingga rata-rata sitasi perdokumen adalah 5.43 dan H-index nya adalah 214. Sedangkan Jepang menempati ranking ke 5 dengan artikel sebanyak 2.750.108 dengan dokumen 2.630.141 artikel tersitasi, dengan jumlah sitasi 42.767.077 kali dengan 11.167.050 kali sitasi oleh diri sendiri. Sehingga rata-rata sitasi perdokumen adalah 15.55 dan H-index nya adalah 967 (sumber <https://www.scimagojr.com/countryrank.php>). Akan tetapi pada level ASEAN, posisi Indonesia bergerak memimpin pada tahun 2019 ini, ini menjadi modal dasar yang signifikan untuk perkembangan riset di Indonesia.



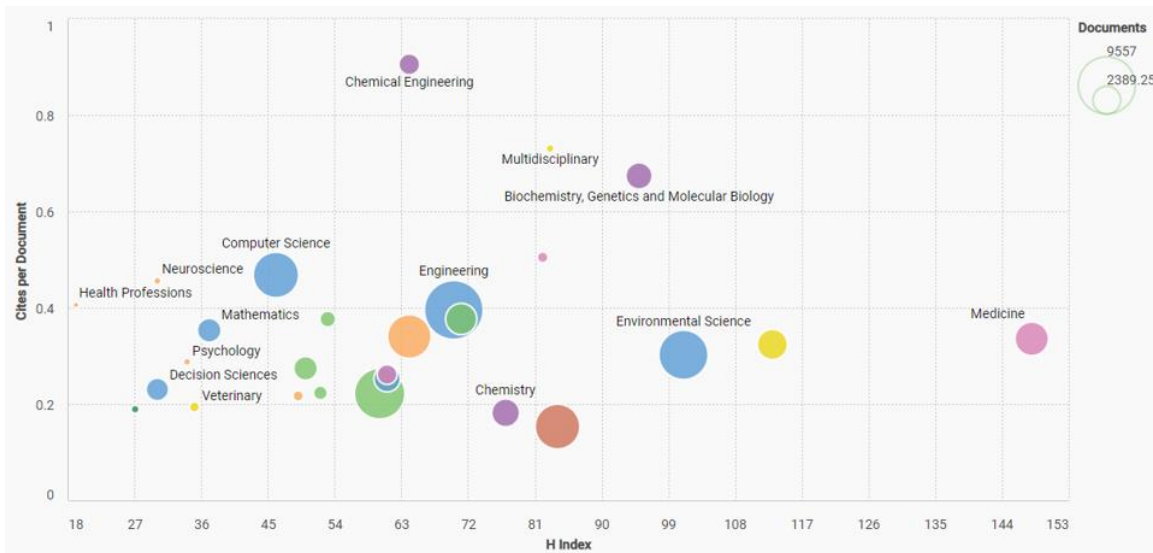
Gambar 2. Posisi Indonesia dan negara-negara ASEAN Per 10 Desember 2019 (terhadap artikel scopus)

Jepang yang telah mempelopori ide Masyarakat 5.0 memiliki ketahanan riset yang sangat baik, berbagai kajian bidang kajian riset sangat mendukung, hal ini ditunjukkan oleh grafik berikut



Gambar 3. Sebaran H-Index dan Sitasi per dokumen artikel Negara Jepang

Hal ini Nampak dari rata-rata H-index yang tinggi; h-index merupakan salah satu indeks yang mulai sering digunakan untuk mengukur produktivitas dari seorang akademisi/peneliti. h-index pertama kali diperkenalkan pada tahun 2005 oleh Jorge E. Hirsch makanya diberi nama h-index atau Hirsch-index. Bila dibandingkan kinerja peneliti Indonesia disajikan pada Gambar 4 berikut. H-index peneliti Indonesia rata-rata masih di bawah angka 100, masih cukup jauh terpaut dari peneliti Negara Jepang.



Gambar 4. Sebaran H-Index dan Sitasi per dokumen artikel Negara Indonesia

Indonesia sangat memiliki potensi untuk mengejar ketertinggalan dalam bidang riset, khususnya untuk riset-riset pada bidang Industri 4.0 penyokong Society 5.0 ataupun Making Indonesia 4.0. Hal ini didasarkan pada data yang diperoleh dari *Science and*

*Technology Index* (SINTA) Ristek Dikti (<http://sinta2.ristekdikti.go.id/>). Data peneliti Indonesia adalah 181.363 peneliti, diantaranya dari kalangan PT dengan sebarang jenjang akademik Professor (1.808); Associate Professor (8.551); Senior Lecturer (12.175); dan Lecturer (10.689). Demikian juga berdasarkan sebaran subjek kajian, Indonesia sangat kaya, terdapat 44.399 subjek kajian, yang tentu saja kajian Society 5.0 ataupun Making Indonesia 4.0 salah satu diantaranya. Serta didukung oleh 4.848 PT yang tersebar di seluruh Indonesia. Selanjutnya untuk publikasi, telah tersedia 3.663 journal yang telah diindeks oleh Sinta, terdiri dari: 61 Journal Sinta Level 1 yang juga berafiliasi Scopus; 725 Journal Sinta Level 2; 810 Journal Sinta Level 3; 1.169 Journal Sinta Level 4; 778 Journal Sinta Level 5; dan 120 Journal Sinta Level 6.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Abreu, P. H. C. (2018). *Perspectivas para a gestão do conhecimento no contexto da Indústria 4.0 [Perspectives for knowledge management in the context of Industry 4.0]*. South American Development Society Journal, 4(10), 126. <https://doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v4i10p126-145>.
- Ang, J., Goh, C., Saldivar, A., & Li, Y. (2017). Energy-efficient through-life smart design, manufacturing and operation of ships in an Industry 4.0 environment. *Energies*, 10(5), 610. <https://doi.org/10.3390/en10050610>.
- Balasingham, K. (2016). *Industry 4.0: Securing the Future for German Manufacturing Companies*. Master's Thesis. University of Twente
- Center for Research and Development Strategy, Japan Science and Technology Agency (2017). *Future Services & Societal Systems in Society 5.0*. Tokyo: Japan. Retrieved December 13, 2019 from <https://www.jst.go.jp/crds/pdf/en/CRDS-FY2016-WR-13.pdf>
- Costa, José Manuel (2018). *Sociedade 5.0: a mudança que aí vem*. 13/04/2018. <https://hrportugal.pt/sociedade-5-0-a-mudanca-que-ai-vem/>
- De Felice, F., Petrillo, A., & Zomparelli, F. (2016). Design and control of logistic process in an Italian Company: Opportunities and Challenges based on Industry 4.0 principles. *Proceedings of the Summer School Francesco Turco*.
- Deloitte. (2015). *Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies*. Deloitte, 1–30.
- Drath, R., & Horch, A. (2014). *Industrie 4.0: Hit or hype?*[industry forum]. *IEEE industrial electronics magazine*, 8(2), pp. 56-58.
- Fraga-Lamas, P., Noceda-Davila, D., Fernández-Caramés, T., Díaz-Bouza, M., & Vilar-Montesinos, M. (2016). Smart pipe system for a shipyard 4.0. *Sensors*, 16(12), 2186. <https://doi.org/10.3390/s16122186>.

- Harayama, Yuko (2017). Society 5.0: Aiming for a New Human-centered Society. Collaborative Creation through Global R&D Open Innovation for Creating the Future: Volume 66 Number 6 August 2017. Hitachi Review. Pp. 8-13. Hitachi Review Vol. 66, No. 6. [http://www.hitachi.com/rev/archive/2017/r2017\\_06/pdf/p08-13\\_TRENDS.pdf](http://www.hitachi.com/rev/archive/2017/r2017_06/pdf/p08-13_TRENDS.pdf)
- Hayashi, H., Sasajima, H., Takayanagi, Y., & Kanamaru, H. (2017). International standardization for smarter society in the field of measurement, control and automation. Proceedings of the 56th Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE). Kanazawa, Japan: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <https://doi.org/10.23919/sice.2017.8105723>.
- Heng, S. (2014). Industry 4.0: Upgrading of Germany's Industrial Capabilities on the Horizon. <https://ssrn.com/abstract=2656608>, Diakses pada 13 Desember 2019.
- Hennies, M., & Raudjärv, M. (2015). Industry 4.0. Introductory thoughts on the current situation. Estonian Discussions on Economic Policy, 23(2). <https://doi.org/10.15157/tpet.v23i2.12491>.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. System Sciences (HICSS), 49th Hawaii International Conference, pp. 3928-3937.
- i-SCOOP (n/d). From Industry 4.0 to Society 5.0: The big societal transformation plan of Japan. Retrieved December 13, 2019 from <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0-society-5-0/>
- Jian Qin, Ying Liu, Roger Grosvenor, A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond, Procedia CIRP 52, pp. 173-178, 2016.
- Kagermann, H., Lukas, W.D., & Wahlster, W. (2013). Final report: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Industrie 4.0 Working Group.
- Keidanren (Japan Business Federation) (2016). Toward realization of the new economy and society. Reform of the economy and society by the deepening of "Society 5.0". Retrieved April 16, 2018 from [http://www.keidanren.or.jp/en/policy/2016/029\\_outline.pdf](http://www.keidanren.or.jp/en/policy/2016/029_outline.pdf)
- Kovar, J., Muralova, K., Ksica, F., Kroupa, J., Andrs, O., & Hadas, Z. (2016). Virtual reality in context of Industry 4.0 proposed projects at Brno University of Technology. Mechatronics-Mechatronika (ME), IEEE 17th International Conference, pp. 1-7.
- Landherr, M., Schneider, U., & Bauernhansl, T. (2016). The Application Center Industrie 4.0-Industry-driven Manufacturing, Research and Development. Procedia CIRP, 57, pp. 26-31
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.G., Feld, T. & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering, 6(4), p.239.
- Lee, E.A. (2008,). Cyber physical systems: Design challenges. In Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC), 11th IEEE International Symposium, pp. 363-369.

- Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. de F. R., & Ramos, L. F. P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0 – A systematic literature review and research agenda proposal. *International Journal of Production Research*, 55(12), 3609–3629. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576>.
- Liu, X., Cao, J., Yang, Y., & Jiang, S. (2018). CPS-based smart warehouse for Industry 4.0: A survey of the underlying technologies. *Computers [Internet]*. MDPI AG, 7(1), 13. <http://dx.doi.org/10.3390/computers7010013>.
- Mazak, A., & Huemer, C. (2015). A standards framework for value networks in the context of Industry 4.0. In *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2015 IEEE International Conference*, pp. 1342-1346.
- Merkel, A. (2014). Speech by Federal Chancellor Angela Merkel to the OECD Conference. [https://www.bundesregierung.de/Content/EN/Reden/2014/2014-02-19-oecd-merkel-paris\\_en.html](https://www.bundesregierung.de/Content/EN/Reden/2014/2014-02-19-oecd-merkel-paris_en.html), Diakses pada 11 Desember 2019.
- Moniz, A., & Krings, B.-J. (2016). Robots working with humans or humans working with robots? Searching for social dimensions in new human-robot interaction in industry. *Societies*, 6(3), 23. <https://doi.org/10.3390/soc6030023>.
- Morrar, R., Arman, H., & Mousa, S. (2017). The fourth industrial revolution (Industry 4.0): A social innovation perspective. *Technology Innovation Management Review*, 7(11), 12–20. <https://doi.org/10.22215/timreview/1117>.
- Mouzakitis, A. (2017). Modernity and the idea of progress. *Frontiers in Sociology*, 2. <https://doi.org/10.3389/fsoc.2017.00003>. Müller, J. M., Kiel, D., & Voigt, K.-I. (2018). What drives the implementation of industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability. *Sustainability*, 10(1), 247. <https://doi.org/10.3390/su10010247>.
- Neugebauer, R., Hippmann, S., Leis, M., & Landherr, M. (2016). Industrie 4.0-From the Perspective of Applied Research. *Procedia CIRP*, Vol. 57, pp. 2-7.
- Nigappa, K., & Selvakumar, J. (2016). Industry 4.0: A Cost and Energy efficient Micro PLC for Smart Manufacturing. *Indian Journal of Science and Technology*, Vol. 9, Issue. 44. Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R.
- Palazzeschi, L., Bucci, O., & Di Fabio, A. (2018). Re-thinking innovation in organizations in the industry 4.0 scenario: New challenges in a primary prevention perspective. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00030>.
- Pfeiffer, S. (2016). Robots, Industry 4.0 and humans, or why assembly work is more than routine work. *Societies*, 6(2), 16. <https://doi.org/10.3390/soc6020016>.
- Pilloni, V. (2018). How data will transform industrial processes: Crowdsensing, crowdsourcing and big data as pillars of Industry 4.0. *Future Internet*, 10(3), 24. <https://doi.org/10.3390/fi10030024>.
- Prasetyo, H & Sutopo, W. (2018). INDUSTRI 4.0: TELAAH KLASIFIKASI ASPEK DAN ARAH PERKEMBANGAN RISET. *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 13, No. 1.
- Rubio-Tamayo, J., Gertrudix Barrio, M., & García García, F. (2017). Immersive environments and virtual reality: Systematic review and advances in

- communication, interaction and simulation. *Multimodal Technologies and Interaction*, 1(4), 21. <https://doi.org/10.3390/mti1040021>.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P. & Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries*. Boston Consulting Group, p.14.
- Schmidt, R., Möhring, M., Härting, R. C., Reichstein, C., Neumaier, P. & Jozinović, P. (2015). *Industry 4.0-potentials for creating smart products: empirical research results*. *International Conference on Business Information Systems*, pp. 16-27.
- Schlechtendahl, J., Keinert, M., Kretschmer, F., Lechler, A., & Verl, A. (2015). *Making existing production systems Industry 4.0-ready*. *Production Engineering*, Vol. 9, Issue.1, pp.143-148
- Serpanos, Dimitrios (2018). *The Cyber-Physical Systems Revolution*. *Computer*, 51I(3), March 2018, pp. 70-73
- Shamim, S., Cang, S., Yu, H., & Li, Y. (2017). *Examining the feasibilities of Industry 4.0 for the hospitality sector with the lens of management practice*. *Energies*, 10(4), 499. <https://doi.org/10.3390/en10040499>.
- Wang, F.-Y., Yuan, Y., Wang, X., & Qin, R. (2018). *Societies 5.0: A new paradigm for computational social systems research*. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 5(1), 1-8. <https://doi.org/10.1109/TCSS.2018.2797598>
- Wang, X., Li, L., Yuan, Y., Ye, P., & Wang, F.-Y. (2016). *ACP-based social computing and parallel intelligence: Societies 5.0 and beyond*. *CAAI Transactions on Intelligence Technology*, 1(4), 377–393. <https://doi.org/10.1016/j.trit.2016.11.005>.
- Zhou, K., Taigang L., & Lifeng, Z. (2015). *Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges*. In *Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)*, IEEE 12th International Conference, pp. 2147-2152.