

Innovation in University in the era of Industry 4.0

Ardiyansyah Yatim^{1,*}, Nurkholis², Fathkul Mujib³, Ade Setiawan³

¹Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Indonesia, Kampus UI Depok 16424

²Department of Economics, Faculty of Economy and Business, Universitas Indonesia, Kampus UI Depok 16424

³P2MMesin, Faculty of Engineering, Universitas Indonesia, Kampus UI Salemba 10430

*Corresponding author: ardiyansyah@eng.ui.ac.id

Abstract Globalization stream is unavoidable entering Indonesia along with advance technological development, the world is in the era of Industrial Revolution 4.0 where information technology is the key. The development also is disrupting human activities, including research and development in science and technology creation which of the university plays the central role. The development of information technology in the era of Industry 4.0 requires fast and appropriate responses for stakeholders of higher education institutions, especially the ministry of research, technology and higher education of the Republic of Indonesia which responsible to develop and implement the policy to increase the competitiveness of Indonesian in the global stage. University has to be adaptive and able to answer the challenges of Industry 4.0. Hence, new approach and capability has to prepared for innovative, sustainable and responsible ways. University has to be able to create innovations which support the Industry 4.0. This paper presents method and analysis of innovations data obtained from survey and mapping of universities in Indonesia which support the era of Industry 4.0.

Keywords: Innovation, University, Industry Revolution 4.0

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Pendidikan tinggi merupakan bagian sistem pendidikan nasional yang berperan strategis dalam mencerdaskan kehidupan bangsa dan memajukan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora serta kebudayaan dan pemberdayaan bangsa Indonesia yang berkelanjutan. Jaminan kualitas pendidikan tinggi merupakan aspek penting yang harus dipenuhi dalam proses pelaksanaan aktivitas pendidikan tinggi. dalam rangka menghadapi perkembangan dunia yang makin mengutamakan basis Ilmu Pengetahuan, Pendidikan Tinggi diharapkan mampu menjalankan peran strategis dalam memajukan peradaban dan kesejahteraan umat manusia.

Untuk meningkatkan daya saing bangsa dan daya mitra bangsa Indonesia dalam era globalisasi, diperlukan Pendidikan Tinggi yang mampu mewujudkan dharma pendidikan, yaitu menghasilkan intelektual, ilmuwan dan/atau profesional yang berbudaya, kreatif, toleran, demokratis, dan berkarakter tangguh, serta berani membela kebenaran demi kepentingan bangsa dan umat manusia.

Arus globalisasi sudah tidak terbendung masuk ke Indonesia dan perkembangan teknologi yang semakin canggih, dunia kini memasuki era revolusi industri 4.0 dimana teknologi informasi menjadi basis kehidupan manusia. Segala hal menjadi tanpa

batas (borderless) dengan penggunaan daya komputasi dan data yang tidak terbatas (unlimited), karena dipengaruhi oleh perkembangan internet dan teknologi digital yang masif sebagai tulang punggung pergerakan dan konektivitas manusia dan mesin. Era ini juga akan mendisrupsi berbagai aktivitas manusia, termasuk di dalamnya bidang ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) serta pendidikan tinggi.

Perkembangan teknologi informasi yang telah memasuki era Industri 4.0 harus direspon secara cepat dan tepat oleh pemangku dunia pendidikan tinggi, terutama Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang memiliki kebijakan bidang pendidikan tinggi yang menghasilkan daya saing bangsa Indonesia di tengah persaingan global. Oleh karena itu Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi menekankan pada pola digital economy, artificial intelligence, big data, robotic, dan lain sebagainya atau dikenal dengan fenomena disruptive innovation.

Era Industri 4.0 merupakan lanjutan dari Industri 3.0. Era Industri 3.0 diartikan sebagai era yang berfokus pada otomatisasi mesin dan proses tunggal. Sedangkan era Industri 4.0 fokus pada digitalisasi semua aset fisik dan integrasi ke dalam sistem digital yang saling berhubungan dengan rantai pasok. Menjalankan, menganalisis, dan mengkomunikasikan data dengan baik untuk mendukung keuntungan dalam era Industri 4.0,

dengan berbagai jaringan teknologi baru untuk menciptakan sebuah nilai.

Perguruan tinggi sebagai institusi pendidikan tinggi harus mampu menjawab tantangan menghadapi era Industri 4.0. Konsekuensinya, pedekatan dan kemampuan baru harus dipersiapkan untuk menghadapi dunia yang inovatif, berkelanjutan dan bertanggung jawab. Perguruan tinggi harus menciptakan ketrampilan dan kompetensi sumber daya manusia yang mumpuni. Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi membutuhkan identifikasi dan rekomendasi strategi kebijakan dalam menghadapi tantangan era Industri 4.0.

Oleh karena itu membutuhkan kajian identifikasi dan pemetaan awal inovasi perguruan tinggi untuk mendukung langkah-langkah kebijakan Kemenristekdikti dalam menyusun kebijakan menghadapi tantangan pendidikan tinggi di era Industri 4.0.

Tujuan dari pelaksanaan kegiatan Inovasi Perguruan Tinggi di Era Industri 4.0 adalah sebagai berikut:

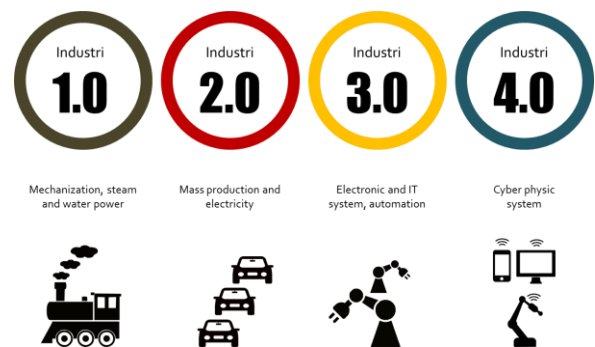
- Teridentifikasinya inovasi di perguruan tinggi di era Industri 4.0 dengan meliputi 8 bidang fokus (Teknologi Informasi Komunikasi, Pertahanan dan Keamanan, Energi, Transportasi, Pangan, Kesehatan dan Obat, Bahan Baku dan Material Maju);
- Terpetakannya inovasi di perguruan tinggi di era Industri 4.0 dengan meliputi 8 bidang fokus (Teknologi Informasi Komunikasi, Pertahanan dan Keamanan, Energi, Transportasi, Pangan, Kesehatan dan Obat, Bahan Baku dan Material Maju);
- Memberikan rekomendasi langkah-langkah Kemenristekdikti dalam mendukung Inovasi Perguruan Tinggi di era Industri 4.0.
- Tersusunnya strategi dan kebijakan dalam mendukung pengembangan inovasi perguruan tinggi di era industri 4.0
- Tersusunnya rencana aksi dalam mendukung pengembangan inovasi perguruan tinggi di era industri 4.0

Era Industri 4.0

Revolusi Industri 4.0 secara berurutan dimulai sejak revolusi Industri 1.0 yang ditandai dengan penemuan mesin uap dan mekanisasi industri. Kemudian berkembang menjadi revolusi industri 2.0 ditandai dengan penemuan tenaga listrik yang digunakan untuk memproduksi barang masal. Sampai dengan revolusi industri yang ditandai dengan penemuan elektronik dan informasi teknologi yang digunakan untuk otomatisasi produksi, revolusi industri 3.0. Revolusi industri

4.0 merupakan lanjutan dari revolusi industri sebelumnya, yakni ditandai dengan kemunculan superkomputer, robot pintar, kendaraan tanpa pengemudi, editing genetik dan perkembangan neuroteknologi yang memungkinkan manusia untuk lebih mengoptimalkan fungsi otak.

Tahapan revolusi industri 1.0 pertama kali muncul ketika James Watt pada tahun 1781 menemukan aplikasi mesin uap. Dampak dari penggunaan aplikasi mesin uap ini merubah pola produksi yang sebelumnya menggunakan tangan manual digantikan oleh mesin. Selain itu, perubahan pada proses produksi dengan menggunakan mesin uap lebih efektif dan efisien.



Gambar 1 Tahapan Revolusi Industri

Era revolusi terus berkembang, masuk pada era revolusi industri 2.0 yang ditunjukkan dengan penggunaan energi listrik sebagai penggerak mesin-mesin dalam proses produksi massal. Revolusi industri 2.0 dimulai sekitar tahun 1870 hingga tahun 1900-an. Revolusi industri 2 dimulai di Amerika Serikat dimana energi listrik sebagai sumber daya penggerak mesin-mesin dalam proses produksi masal. Periode ini juga memberikan dampak terhadap proses penciptaan organisasi skala besar dalam mendukung peningkatan produksi masal.

Revolusi Industri 3.0 ditandai dengan penemuan baru komponen-komponen elektronika dan teknologi informasi digunakan secara massif dalam proses produksi. Revolusi industri 3.0 memicu akselerasi proses produksi lebih efisien, terutama pada otomatisasi proses produksi. Revolusi Industri 3.0 dimulai sejak tahun 1970-an ketika dimulainya penggunaan PLC (Programmable Logic Controller) pada bidang industri. Dimana PLC sendiri merupakan perangkat pengendali yang dirancang khusus digunakan pada lingkungan industri, terutama pabrik.

Revolusi Industri 4.0 merupakan lanjutan dari revolusi industri sebelumnya, ketika muncul istilah Internet of Things atau pemanfaatan gelombang

elektromagnetik sebagai medium informasi. Berbagai lembaga atau ahli telah mendefinikan apa itu revolusi industri 4.0, namun secara umum revolusi industri 4.0 dianggap sebagai proses digitalisasi pada sektor manufaktur dengan berbagai sensor yang tertanam pada semua komponen-komponen proses produksi. Industri 4.0 merupakan perpaduan dari berbagai teknologi mutakhir dalam membantu proses produksi smart yang dilakukan oleh manusia. Terdapat beberapa komponen penting dalam mendukung dalam perkembangan era revolusi industri 4.0, yakni teknologi internet of things, teknologi keamanan dunia maya, teknologi cloud (penyimpan data), teknologi additive manufacturing, teknologi augment reality, teknologi big data & analitic, Teknologi autonomous robots, teknologi simulasi, dan teknologi integrasi sistem.



Gambar 1 Teknologi Kunci Era Industri 4.0 (Sumber: Kementerian Perindustrian, 2018)

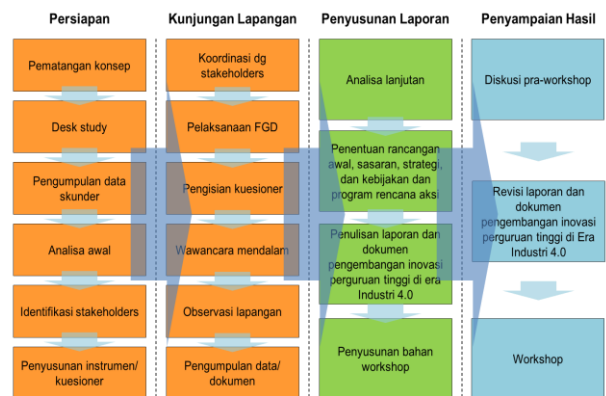
Perkembangan era industri 4.0 berjalan secara cepat dan tidak terbendung. Pada era industri, objek fisik terintegrasi secara lancar/mulus ke dalam jaringan informasi. Internet menggabungkan antara mesin-mesin pintar (intelligent machines), sistem produksi dan proses produksi untuk membentuk jaringan yang canggih. Dunia nyata berubah menjadi sistem informasi yang sangat besar. Industri 4.0 memberikan jawaban atas revolusi industry keempat. Industri 4.0 menekankan gagasan digitalisasi yang konsisten dan menghubungkan dari semua unit produktif dalam suatu perekonomian. Menurut Berger (2014) terdapat beberapa karakteristik kunci dalam pembahasan Industri 4.0, yaitu:

- Cyber-Physical Systems (CPS) and Market-Place
- Smart Robots and Machines
- Big Data
- New Quality of Connectivity
- Energy Efficiency and Decentralization
- Virtual Industrialization

Metodologi Penelitian

Kegiatan “Inovasi di Perguruan Tinggi di Era Industri 4.0” ini mencakup beberapa tahapan, antara lain:

- Pematangan konsep kajian/kegiatan.
- Melakukan desk study dan pengumpulan data.
- Melakukan analisis awal data berdasarkan studi literatur dan data sekunder yang tersedia;
- Mempersiapkan instrumen untuk pengumpulan data, yaitu berupa kuesioner dan panduan wawancara serta panduan kelompok diskusi terarah (FGD).
- Mempersiapkan sistem aplikasi untuk pelaksanaan pengisian kuesioner oleh perguruan tinggi secara online yang terintegrasi dengan website Kemenristekdikti;
- Pengisian kuesioner melalui sistem aplikasi secara online oleh perguruan tinggi;
- Melaksanakan tinjauan ke beberapa lokasi daerah pada daerah yang akan ditentukan dengan mengadakan wawancara mendalam dan kegiatan diskusi/FGD, pengumpulan data/dokumen/informasi, dan observasi lapangan.
- Malakukan analisa lebih lanjut atas hasil yang diperoleh dari kegiatan tersebut di atas dengan menggunakan beberapa metode analisis baik kuantitatif maupun kualitatif.
- Menyusun rancangan awal sasaran, strategi dan kebijakan, dan program/rencana aksi Inovasi di Perguruan Tinggi di Era Industri 4.0.
- Menyusun laporan (pendahuluan, antara dan akhir).
- Mendiskusikan hasil rancangan awal sasaran, strategi dan kebijakan, dan program/rencana aksi Inovasi di Perguruan Tinggi di era Industri 4.0; terhadap berbagai stakeholder yang terkait melalui kegiatan workshop. dan
- Revisi terhadap laporan dan penyusunan dokumen Inovasi di Perguruan Tinggi di era Industri 4.0.



Gambar 3 Tahapan pelaksanaan

Kegiatan “Inovasi Perguruan Tinggi di Era Industri 4.0” ini menggunakan kerangka pikir konseptual sebagai berikut:

- a. Identifikasi
Identifikasi inovasi perguruan tinggi di era industri 4.0, identifikasi stakeholders (kelompok kerja/kemitraan), identifikasi peluang/potensi, permasalahan/isu strategis, tantangan, dan lain-lain terkait inovasi perguruan tinggi di era Industri 4.0.
- b. Analisa
Analisa yang dilakukan berupa analisa SWOT untuk menentukan alternatif strategi dan kebijakan serta program/rencana aksi dalam pengembangan inovasi perguruan tinggi di era industri 4.0.
- c. Rancangan Awal
Berisikan tentang kondisi inovasi perguruan tinggi di era industri 4.0 yang eksisting (berdasarkan dokumen perencanaan dan data yang sudah ada, dengan cara tracking document), sasaran, strategi dan kebijakan, serta program/rencana aksi berdasarkan aspirasi/usulan (berdasarkan isian kuesioner/diskusi), dan strategi dan kebijakan serta agenda program/rencana aksi (yang diperoleh dari analisa SWOT sebelumnya).
- d. Implementasi
Dalam pengimplementasian perlu adanya upaya untuk memastikan keberhasilan dari pelaksanaan inovasi perguruan tinggi di era industri 4.0, diantaranya adalah melalui monitoring dan evaluasi dari pelaksanaan inovasi perguruan tinggi di era industri 4.0, baik secara rutin maupun berkala.

Setidaknya terdapat 2 (dua) cara analisis untuk melaksanakan kegiatan “Inovasi Perguruan Tinggi di Era Industri 4.0” ini, yaitu analisis statistik deskriptif dan analisis SWOT. Berikut ini adalah penjelasan untuk kedua metode tersebut:

- Statistik Deskriptif

Analisa deskriptif digunakan untuk menjelaskan berbagai kondisi dan perkembangan dari waktu ke waktu dan ter-update dari berbagai indikator yang nantinya diperlukan. Deskripsi nantinya dapat ditampilkan baik dalam bentuk tabel, gambar/grafik, maupun penjelasan umum sehingga memudahkan pembaca umum dalam memahami dari data dan/atau informasi yang diberikan dalam tulisan. Analisa dapat dilakukan untuk statistik pemusatan (antara lain berupa rata-rata, nilai minimal, dan nilai maksimal), persebaran (berupa standar deviasi, dan lain-lain), dan arah

perkembangan (trend baik positif, negatif, maupun konstan).

- Analisa SWOT

Analisa SWOT adalah identifikasi berbagai faktor secara sistematis untuk merumuskan strategi dan kebijakan terhadap suatu permasalahan. SWOT adalah singkatan yang diambil dari huruf depan kata Strength, Weakness, Opportunity dan Threat, yang dalam bahasa Indonesia mudahnya diartikan sebagai Kekuatan, Kelemahan, Peluang dan Ancaman.

Metoda analisa SWOT bisa dianggap sebagai metode analisa yang paling dasar, yang berguna untuk melihat suatu topik atau permasalahan dari empat sisi yang berbeda, baik dari segi internal (yaitu berupa kekuatan dan kelemahan) maupun eksternal (yaitu peluang dan ancaman). Analisa ini didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan kekuatan dan peluang, namun secara bersamaan juga dapat meminimalkan kelemahan dan ancaman. Oleh karena itu, hasil analisa biasanya adalah berupa arahan/rekomendasi untuk mempertahankan kekuatan dan menambah keuntungan dari peluang yang ada, sambil mengurangi kekurangan dan menghindari ancaman yang dimungkinkan terjadi. Dengan begitu akan dapat ditentukan berbagai kemungkinan alternatif strategi yang dapat dijalankan.

Kegiatan “Inovasi Perguruan Tinggi di Era Industri 4.0” ini dilakukan dengan menggunakan data baik primer maupun sekunder. Beberapa metode pengumpulan data yang digunakan dalam kajian ini adalah:

- Desk Study
- Pengisian Kuesioner dengan Sistem Aplikasi Online
- Observasi Lapangan dan Survei
- Wawancara Mendalam
- Diskusi: Kelompok Diskusi Terarah (FGD)

Hasil dan Pembahasan

Identifikasi dan Peta Produk Inovasi Perguruan Tinggi di Era Industri 4.0

Pendidikan Tinggi adalah jenjang pendidikan setelah pendidikan menengah yang mencakup program diploma, program sarjana, program magister, program doktor, dan program profesi, serta program spesialis, yang diselenggarakan oleh perguruan tinggi berdasarkan kebudayaan bangsa Indonesia. Perkembangan inovasi dalam era Industri 4.0 sangat terkait dengan perkembangan teknologi perguruan tinggi. Teknologi adalah

penerapan dan pemanfaatan berbagai cabang Ilmu Pengetahuan yang menghasilkan nilai bagi pemenuhan kebutuhan dan kelangsungan hidup, serta peningkatan mutu kehidupan manusia.

Identifikasi dan pemetaan inovasi perguruan tinggi dilakukan untuk mengetahui inovasi industri 4.0 yang dilakukan perguruan tinggi. Hal ini dikarenakan industri 4.0 banyak membawa perubahan dalam kehidupan serta secara fundamental telah mengubah cara beraktivitas manusia. Pemetaan inovasi industri 4.0 dimaksudkan untuk mengetahui inovasi yang dihasilkan perguruan tinggi.

Berdasarkan jumlah inovasi yang dihasilkan perguruan tinggi dan lembaga pengusulnya CPPBT 2017, secara berturut-turut paling banyak adalah Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Institut Pertanian Bogor yang berjumlah 9. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang berjumlah 8. Direktorat Penelitian Universitas Gadjah Mada yang berjumlah 8. Lembaga Pengembangan Inovasi dan Kewirausahaan Institut Teknologi Bandung yang berjumlah 6. Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya yang berjumlah 6.

Tabel 1 Calon Perusahaan Pemula Berbasis Teknologi Berdasarkan Bidang Pada Tahun 2017

Bidang teknologi	Jumlah
Pangan	59
Energi	27
Transportasi	11
Bahan Baku	35
Material Maju	11
Teknologi Informasi dan Komunikasi	19
Kesehatan dan Obat	34
Pertahanan dan Keamanan	8
Total	204

Berdasarkan tabel di atas, bidang calon perusahaan pemula berbasis teknologi pada tahun 2017, yaitu; bidang pangan berjumlah 59, bidang energi berjumlah 27, bidang transportasi berjumlah 11, bidang bahan baku berjumlah 35, bidang material maju berjumlah 11, bidang teknologi dan informasi berjumlah 19, bidang kesehatan dan obat berjumlah 34, serta bidang pertahanan dan keamanan berjumlah 8.

Tabel 2 Calon Perusahaan Pemula Berbasis Teknologi Berdasarkan Bidang Revolusi Industri 4.0 Pada Tahun 2017

Bahan dan Proses Manufaktur Maju	7
Sistem Manufaktur yang Fleksibel, Cerdas dan Efisien	38
Sistem Digital, Virtual dan Tersambung	31
Manufaktur yang Berkelanjutan	128

Berdasarkan tabel di atas, kriteria calon perusahaan pemula berbasis teknologi pada tahun 2017, yaitu: kriteria bahan dan proses manufaktur maju berjumlah 7; kriteria sistem manufaktur yang fleksibel, cerdas dan efisien berjumlah 38; kriteria sistem digital, virtual dan tersambung berjumlah 31; serta kriteria manufaktur yang berkelanjutan berjumlah 128.

Calon perusahaan pemula berbasis teknologi tahun 2017, berdasarkan revolusi industri yaitu terdapat: 37 produk inovasi termasuk dalam revolusi industri 1.0; 69 produk inovasi termasuk dalam revolusi industri 2.0; 50 produk inovasi termasuk dalam revolusi industri 3.0; serta 40 produk inovasi termasuk dalam revolusi industri 4.0.

Pemetaan Inovasi Perguruan Tinggi di Era Industri 4.0 pada tahun 2018 ini dilakukan untuk 8 (delapan) fokus bidang inovasi, yang mencakup Bidang Pangan, Energi, Transportasi, Bahan Baku, Material Maju, Teknologi Informasi Komunikasi, Kesehatan dan Obat, dan Pertahanan dan Keamanan. **Beberapa contoh produk inovasi** yang dapat dikategorikan sebagai Industri 4.0 untuk 8 (delapan) fokus bidang inovasi tersebut antara lain:

1. Bidang Pangan, antara lain:

- Penggunaan *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligent* (AI) dan *Big Data* dalam bidang pangan dan pertanian
- Mikroenkapsulasi dan nanoencapsulation untuk desain bahan generasi terakhir
- Gambar kimia untuk kontrol kualitas dan keamanan pangan
- Bacteriophage, metode biologis baru untuk keamanan pangan
- Tekanan sebagai alat untuk transformasi proses makanan
- Proteomik (teknologi protein)
- Kemasan aktif/cerdas
- Presisi pertanian
- Makanan fortifikasi (proses penambahan mikronutrien, elemen dan vitamin penting, makanan)

2. Bidang Energi, antara lain:

- Integrasi sumber energi dan koneksi jaringan tenaga cerdas, misal untuk monitoring produksi minyak, gas, panas bumi, dan lain-lain
- Teknologi *smart grid*
- Bahan Bakar Sel (*Fuel cell*)
- Penyimpanan daya dengan kepadatan tinggi (*High density power storage (battery)*)
- Pengembangan energi baru dan terbarukan (EBT), termasuk Listrik Tenaga Surya (Solar Sel/PV)
- Gedung Cerdas (*Smart Building*)
- Lampu Cerdas (*Smart Lighting*) untuk Penerangan Jalan Umum (PJU)
- Pemanfaatan bioenergi untuk pembangkit listrik, seperti biomassa, biogas, dan sampah kota
- Mikroalgae untuk sumber energi masa depan
- Teknologi konversi BBM yang bersih

3. Bidang Transportasi, antara lain:

- Otomatisasi *Intelligent Transportation System (ITS)*, yang mencakup *Advanced Travelers Information Systems (ATIS)*, *Advanced Transportation Management Systems (ATMS)*, *Enabled Transportation Pricing Systems*, *Advanced Public Transportation Systems (APTS)*, *Vehicle-to-Infrastructure Integration (VII)* dan *Vehicle-to-Vehicle Integration (V2V)*
- Pengelolaan dan Pengendalian Kemacetan (*Traffic Management and Control – TMC*) berdasarkan Data Besar (*Big Data*) dan Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligent - AI*)
- Penyeberangan Jalan Cerdas (*Smart Zebra Crossing*)
- Alat Navigasi
- Otomatisasi Kendaraan (Kendaraan Otonom)
- Kendaraan yang telah dilengkapi built-in sensor untuk memperingatkan pengemudi ketika tekanan ban rendah
- *Visual Passengers Information System (VPIS)*
- Transportasi (Taksi dan Ojek) Online
- Aplikasi *Sharing* Berkendaraan (*ride-sharing apps*)
- Layanan Pengiriman Mil Terakhir (*last mile delivery services*)
- Efisiensi Layanan Logistik dengan Menggunakan Data Besar (*Big Data*)

- Sistem Logistik dan Pengelolaan Rantai Pasok (*Supply Chains*)

4. Bidang Bahan Baku, antara lain:

- Bahan Baku yang Hijau dan Bersih (*Clean Green Raw Materials*)
- Penggunaan Material dan Energi yang Lebih Sedikit dengan Teknologi Cetak 3D
- Penggunaan Bahan Baku dengan Teknologi Tinggi untuk Menghasilkan Nilai Tambah yang Tinggi, Efisien Biaya, Efektif dan Ramah Lingkungan
- Proses Pengolahan Logam dengan Teknologi Tinggi yang Ramah Lingkungan
- Pemanfaatan Residu Tambang untuk Memperoleh Logam yang Langka
- Daur Ulang dan Pemulihan Logam Refraktori
- Pemanfaatan Limbah Pabrik untuk Suatu Barang yang Bernilai Ekonomi

5. Bidang Material Maju, antara lain:

- Inovasi Komposit Karbon Fiber (CFC) untuk Menggantikan Logam pada Industri Otomotif dan Penerbangan
- Substitusi Bahan Baku untuk Menghasilkan Produk yang Ringan, Fleksibel, dan Murah
- Baja Nikel Laterit Kekuatan Tinggi (dari LIPI)
- Carbon Nanotube Berbasis Selulosa Alami (dari LIPI)
- Kertas Karbon dari Serat Sabut Kelapa sebagai GDL Elektroda PEMFC (dari LIPI)
- Material maju untuk bidang energi, seperti untuk teknologi untuk memenuhi kebutuhan listrik (dari bioenergi), pengembangan teknologi konversi BBM yang bersih dan teknologi konservasi energi
- Material maju untuk bidang telekomunikasi, yaitu untuk piranti telekomunikasi
- Material maju untuk bidang teknologi informasi dan komunikasi, seperti silikon yang merupakan material dasar, tembaga yang merupakan material pendukung utama dalam pembuatan peralatan elektronika, polimer konduktif untuk flat panel display dan *electronic packaging* dalam teknologi integrasi C, bahan magnet untuk penyimpanan data, bahan logam tanah untuk campuran bahan semikonduktor.

6. Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi, antara lain:

- Kartu identifikasi dan perangkat yang berkaitan
- Aplikasi teknologi informasi dalam perkantoran
- Aplikasi teknologi informasi, dokumentasi dan publikasi
- Aplikasi teknologi informasi dalam transportasi dan perdagangan
- Set huruf dan pengkodean informasi
- Bahasa yang digunakan dalam teknologi informasi
- Perangkat lunak
- Interkoneksi sistem terbuka OSI
- Lapisan fisik
- Lapisan hubungan data
- Jaringan (*Networking*)
- Teknologi informasi peralatan kantor (Kosakata)
- Keamanan Teknologi Informasi (*IT Security*)

7. Bidang Kesehatan dan Obat, antara lain:

- Diagnosa penyakit yang dapat dilakukan pada tahap awal (gejala), cepat dan mudah (misal dengan *remote diagnosis*)
- Layanan Kesehatan secara Online (*Online Health Monitoring Devices*)
- Pabrik obat modern dan menggunakan robot, dimana obat dapat dicek kualitasnya, memproduksi ukuran sesuai permintaan, dan lain-lain
- Penggunaan Barcode, misal Barcode untuk Endoskopi
- Alat inhaler, alat penilaian dan monitor asma yang terkoneksi dengan internet
- Alat kontrol jantung dan alat kesehatan lainnya yang terkoneksi dengan internet

8. Bidang Pertahanan dan Keamanan, antara lain:

- Sistem Otonom, Robotik dan Realitas Tertambah (*Augmented Reality – AR*) untuk pertahanan dan keamanan di darat (matra darat), laut (matra laut), udara (matra udara) dan angkasa.
- Produk inovasi pertahanan dan keamanan matra darat seperti baterai tank, simulator meriam, mesin hitung mortir, simulator latihan tembakan, amunisi, kendaraan tanpa awak, dan lain-lain
- Produk inovasi pertahanan dan keamanan matra laut seperti *swamp boat*, kapal selam tanpa awak, senjata bawah air, dan lain-lain
- Produk inovasi pertahanan dan keamanan matra udara seperti pesawat tanpa awak, *identification friend or foe (IFF)*, Electronic Support Measure (ESM), *ground to air*

radio, baterai pesawat, target drone, dan lain-lain.

- Unit produksi suku cadang cetak 3D mobile pada kapal tempur untuk produksi suku cadang tambahan di lokasi terpencil
- Kendaraan khusus perang darat yang modern (*a modern infantry fighting vehicle (IFV)*) yang dilengkapi sensor lengkap untuk semua komponennya (seperti untuk kendaraan taktis, panser, konstruksi khusus dan komponen kendaraan khusus)
- Bahan anti peluru untuk kendaraan perang
- Keamanan Dunia Maya (*Cyber Security*) untuk Mengatasi Ancaman Siber

Kesimpulan

Kajian inovasi di perguruan tinggi menjelang Revolusi Industri 4.0 telah dilaksanakan dengan menghasilkan kriteria dan peta potensi inovasi pada perguruan tinggi di Indonesia.

References

- [1] Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2011. Roadmap Industri Telematika, Jakarta; Kemenperind.
- [2] Pusat Komunikasi Publik Kementerian Perindustrian, 2015. Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional 2015 – 20135, Jakarta.
- [3] Kementerian Perindustrian, 2018. Indonesia Fourth's Industrial Revolution, Jakarta.
- [4] Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia, 2002. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2002 tentang Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Jakarta; Sekretariat Kabinet RI Biro Perundang-Undangan II.
- [5] Lembaran Negara, 2015. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2015 tentang Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional Tahun 2015 – 2035, Jakarta; Deputi Perundang-Undangan Bidang Perekonomian.
- [6] VDMA, 2017. Guideline Industrie 4.0 Guiding principles for the implementation of Industrie 4.0 in small and medium sized businesses, Frankfurt; VDMAFactory specification, 2017