

PENGUATAN KOLABORASI PENELITIAN PERGURUAN TINGGI DI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0

Emilda

Staf Pengajar Program Studi Pendidikan Biologi
FTMIPA - Universitas Indraprasta PGRI

ABSTRAK

Revolusi Industri 4.0 adalah revolusi berbasis Sistem Fisik Cyber yang menguraikan kombinasi tiga domain: digital, fisik, dan biologis. Ditandai dengan munculnya fungsi kecerdasan buatan, data besar, perkembangan bioteknologi dan pengeditan genetik. Pendidikan Tinggi diperlukan untuk memainkan peran dalam menanggapi tantangan era ini dengan meningkatkan kinerja tiga fungsi dasar yaitu pendidikan, penelitian dan pengabdian masyarakat. Selain itu, untuk menyelesaikan masalah-masalah masyarakat yang tidak secara otomatis dilengkapi dengan kemajuan teknologi. Tulisan ini bertujuan untuk membahas bagaimana memperkuat penelitian kolaboratif antara universitas dengan pemangku kepentingan lainnya di era RI 4.0. Dengan perkembangan Industri 4.0 global, penelitian dengan metode yang diterapkan dan empiris diprediksi akan tumbuh. Pendidikan tinggi diharapkan dapat meningkatkan hilirisasi penelitian serta membuat terobosan inovasi dan memperkuat sistem inovasi. Untuk mengarah ke kolaborasi triple helix antara pemerintah, universitas dan industri harus diperkuat. Dengan memperluas peran pemerintah dalam menentukan peta visi dan penelitian yang jelas dan sesuai dari masyarakat dan negara, anggaran riset / riset yang memadai, menyiapkan sumber daya manusia yang kompeten dan menyediakan fasilitas pendukung.

Kata kunci: Revolusi Industri 4.0, pendidikan tinggi, penelitian dan inovasi, kolaborasi

ABSTRACT

Industrial Revolution 4.0 is a Cyber Physical System-based revolution that outlines a combination of three domains: digital, physical, and biological. Characterized by the emergence of functions of artificial intelligence, big data, the development of biotechnology and genetic editing. Higher Education is required to play a role in responding to the challenge of this era by improving the performance of three fundamental functions were education, research and community service. Besides, to solve community problems that are not automatically completed with technological advanced. This paper aims to discuss how to strengthen collaborative research between universities with other stakeholders in the era of RI 4.0. With the development of Industry 4.0 globally, research with applied and empirical methods is predicted to grow. High education is expected to improve the research downstream as well as make breakthrough innovation and strengthening innovation system. To lead to a triple helix collaboration between the government, university and industry should be strengthened. By extending the government's role in defining clear and appropriate vision and research maps of the community and state, adequate research / research budget, preparing competent human resources and providing supporting facilities.

Keywords: *Industrial Revolution 4.0, high education, research and innovation, collaboration*

PENDAHULUAN

Saat ini Revolusi Industri 4.0 (RI 4.0) telah menjadi isu dan arus global yang terus bergulir mengikuti tren globalisasi. Istilah ini pertama kali dicetuskan oleh Profesor Klaus Schwab, seorang ekonom Jerman yang juga pendiri *World Economic Forum* (WEF). RI 4.0 adalah revolusi berbasis *Cyber Physical*

System yang secara garis besar merupakan gabungan tiga domain yaitu digital, fisik, dan biologi [1]. Ditandai dengan munculnya fungsi-fungsi kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), *mobile supercomputing*, *intelligent robot*, *self-driving cars*, *neuro-technological brain enhancements*, era big data yang membutuhkan kemampuan

cybersecurity, era pengembangan bioteknologi dan *genetic editing* (manipulasi gen)[2].

Semua negara dituntut ikut dalam arus ini bagaimanapun kondisinya. Untuk itulah pemerintah Indonesia menyusun Roadmap Industri bertajuk "*Making Indonesia 4.0*"[3] untuk mempersiapkan Indonesia agar mendapatkan kue ekonomi yang besar dengan kemajuan ini. Target Indonesia adalah mampu masuk kedalam 10 negara dengan PDB tertinggi di dunia pada 2030. Sebagaimana diprediksikan dalam kajian "*The Archipelago Economy: Unleashing Indonesia's Potential*" yang diterbitkan oleh McKinsey di tahun 2012, Indonesia berkesempatan untuk mencapai posisi ketujuh dalam kekuatan ekonomi terbesar di dunia pada tahun 2030 [4].

Peran perguruan tinggi dalam menghadapi era ini pun tak kalah pentingnya. Sebab perguruan tinggi lah yang akan melahirkan sumberdaya manusia berkualitas baik sebagai pengajar, inventor maupun inovator. Melalui Tridharma Perguruan Tinggi yaitu pengajaran, penelitian, dan pengabdian masyarakat maka PT harus mampu berkontribusi lebih untuk menghasilkan kemaslahatan besar bagi masyarakat dan negara. Untuk itu PT harus fokus untuk menghasilkan inovasi teknologi serta meningkatkan kuantitas dan kualitasnya demi kesejahteraan masyarakat dan negara.

Globalisasi RI 4.0 seiring pula dengan tuntutan PT Indonesia untuk meraih target *World Class University* (WCU). Menurut Nasution (2016) untuk menuju WCU unsur riset merupakan syarat terpenting. Artinya, tanpa reputasi riset, sebuah PT tidak mungkin masuk peringkat dunia. Bahkan seyogyanya riset PT kini menghasilkan kekayaan intelektual, invensi, dan inovasi, yang secara nyata dapat dimanfaatkan untuk keperluan masyarakat dan industri sehari-hari [5].

Kita mengakui dengan kecanggihan teknologi yang diraih pada era revolusi industri sebelumnya memberikan sejumlah kemajuan. Diantaranya dalam bidang pangan dan pertanian mampu meningkatkan produktifitas pertanian, penemuan berbagai benih varietas unggul sehingga dapat menurunkan biaya saprota dsb. Begitu pula kemajuan teknologi kesehatan telah

menurunkan biaya operasi jantung, transplantasi organ, maupun pengobatan menggunakan sel punca (*stem cell*). Serta kemajuan bidang lainnya.

Namun dibalik kecanggihan teknologi ini tidak otomatis berkorelasi positif dengan tuntasnya persoalan yang dihadapi masyarakat. Revolusi keempat sebagai kelanjutan dari penemuan komputer dan teknologi digital ternyata tidak selalu membuat penyelesaian masalah menjadi lebih mudah. Dengan sistem komputerisasi, kepintaran buatan, arus informasi yang lebih cepat, analisa data yang lebih baik dibantu oleh algoritma tingkat lanjutan, tidak membuat masyarakat bebas dari masalah-masalah klasik seperti kelaparan dan belum meratanya akses pangan, krisis air bersih, krisis energi, akses kesehatan yang rendah, kerusakan lingkungan hidup, masalah pengungsi dan krisis kemanusiaan lainnya. Padahal secara logika kemajuan ini makin memudahkan peningkatan produksi pangan, pendistribusian bahkan menyebabkan harga lebih murah.

Salah satu hal kunci untuk menjawab persoalan ini adalah dengan mengarahkan penelitian-penelitian PT kepada inovasi yang dapat dinikmati masyarakat luas. Sebab masih menjadi persoalan klasik di Indonesia adalah penelitian yang berakhir di perpustakaan atau publikasi sementara masyarakat tidak ikut merasakannya.

Namun menurut kajian Nugroho dkk (2016) terdapat kendala mendasar yang menghambat penelitian di Indonesia yaitu 1) sistem dan struktur (berupa undang-undang, kerangka regulasi, dll – yang berada di ranah negara), 2) modalitas (skema interpretasi, fasilitas, dll. – yang berada di ruang lingkup universitas dan pusat studi), dan 3) tingkatan individu (pengembangan kapasitas, interaksi dan jaringan – yang berada pada tingkat personal) [6]. Begitu pula dalam Rencana Strategis Kementerian Riset, Teknologi Dan Pendidikan Tinggi Tahun 2015 – 2019 disebutkan diantara permasalahan yang dihadapi Kemenristekdikti adalah inovasi. Fakta menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi dalam negeri di industri masih perlu ditingkatkan. Data hasil survei Kemenristek-BPPT (2011) terhadap industri manufaktur menyatakan bahwa 58% teknologi di industri

diperoleh dari luar negeri dan hanya sekitar 31% yang menyatakan diperoleh dari dalam negeri. Karena itu kuantitas dan kualitas inovasi teknologi perlu terus ditingkatkan untuk mewujudkan kemandirian negara [7]. Untuk merealisasikannya dibutuhkan kolaborasi penelitian yang kuat antara perguruan tinggi dengan berbagai *stakeholder* apalagi di era RI 4.0.

Berdasarkan hal tersebut, tulisan ini ingin membahas bagaimana menguatkan kolaborasi penelitian antara perguruan tinggi dengan *stakeholder* lainnya di era RI 4.0 sehingga berdampak pada peningkatan kesejahteraan rakyat.

Berdasarkan kajian beberapa pustaka dan latar belakang masalah, dapat disimpulkan bahwa kelemahan dunia penelitian di Indonesia khususnya perguruan tinggi harus serius diatasi. Baik dikarenakan tantangan pada era revolusi industri 4.0 maupun karena tanggungjawab menyelesaikan persoalan masyarakat. Salah satu hal penting untuk menjawab tantangan tersebut adalah kolaborasi penelitian antara pemerintah, perguruan tinggi dan industri.

HASIL

Revolusi Industri tahap keempat dimulai sejak istilah *Internet of Things* diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 2002. Pada awal perkembangan IoT targetnya adalah agar 'semua benda memiliki identitas diri' (yang ditunjukkan oleh RFID tag pada benda tersebut). RFID adalah Radio-frequency Identification atau semacam Kartu Tanda Penduduk pada sebuah benda. Ketika teknologi RFID, digabung dengan big data dan teknologi internet telah memperluas pembahasan hingga batas-batas teknologi komunikasi yang memungkinkan [8]. Mengingat dampak dari perkembangan teknologi ini sangat besarnya, maka para pakar menyebutnya sebagai revolusi. Sebagaimana dijelaskan Professor Klaus Schwab dalam buku 'The Fourth industrial revolution' secara jelas membedakan revolusi industri keempat sebagai revolusi industri yang terpisah dan baru dibanding sebelumnya [1].

RI 4.0 atau era disrupsi ini ditandai dengan digitalisasi dan komputerisasi yang berkembang cepat. Klaus

Schwab, *Executive Chairman World Economic Forum* menyatakan, "...saat ini miliaran orang telah terhubung dengan perangkat mobile, penemuan kecepatan pemrosesan byte demi byte data internet, perkembangan besaran kapasitas penyimpanan hard drive data telah meningkatkan kapasitas pengetahuan manusia melebihi sistem konvensional yang didapatkan anak-anak di bangku sekolah, bagaimana akses terhadap ilmu pengetahuan begitu terbuka secara nyata, tidak terbatas dan belum pernah terjadi sebelumnya. Semua ini bukan lagi mimpi, tetapi telah menjadi terobosan teknologi baru di bidang robotika, *Internet of Things*, kendaraan otonom, percetakan berbasis 3-D, nanoteknologi, bioteknologi, ilmu material, penyimpanan energi, dan komputasi kuantum [1].

Menurut Prasetyo dan Wahyudi (2017) seiring semakin matangnya konsep Industri 4.0 secara global, riset dengan metode terapan dan empiris diprediksi akan semakin berkembang guna menjawab tantangan realisasi teknologi Industri 4.0. Riset dengan aspek kajian bisnis dan teknologi di bidang manufaktur diprediksi akan menjadi fokus arah pengembangan [9]. Nasution (2016) menyebutkan kompetensi PT perlu ditingkatkan dengan melakukan hilirisasi penelitian, dalam rangka mendorong tumbuhnya industri yang kuat dan memiliki daya saing, agar produk dalam negeri menjadi tuan di rumahnya sendiri, dan mendorong perekonomian negara dan masyarakat supaya meningkat. Sebab sains diperlukan sebagai fondasi bagi teknologi sebagaimana riset dibutuhkan untuk memperkaya kebudayaan di mana teknologi berperan dalam kesejahteraan manusia. Oleh karena itu, sains seperti matematika, fisika dan lainnya tidak dengan sendirinya dapat menghadirkan teknologi, perlu adanya kajian terus-menerus dan mendalam agar sains tidak tinggal di dalam buku-buku di perpustakaan, perlu adanya riset untuk menggali potensi-potensi yang mampu meningkatkan kehidupan manusia. Demikian juga, riset agar tidak tinggal dalam kampus dan supaya bermanfaat, haruslah dihilirisasi: Suatu cara untuk membangun budaya riset

yang memperkuat perekonomian nasional [10].

Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi pada Rakernas Kemenristekdikti 2018 di Universitas Sumatera Utara (USU) Medan menyebutkan ada lima elemen penting yang harus menjadi perhatian dan akan dilaksanakan oleh Kemenristekdikti untuk mendorong pertumbuhan ekonomi dan daya saing bangsa di era RI 4.0 yaitu:

1. Persiapan sistem pembelajaran yang lebih inovatif di perguruan tinggi seperti penyesuaian kurikulum pembelajaran, dan meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam hal data Information Technology (IT), Operational Technology (OT), Internet of Things (IoT), dan *Big Data Analytic*, mengintegrasikan objek fisik, digital dan manusia untuk menghasilkan lulusan perguruan tinggi yang kompetitif dan terampil terutama dalam aspek *data literacy, technological literacy and human literacy*.
2. Rekonstruksi kebijakan kelembagaan pendidikan tinggi yang adaptif dan responsif terhadap Revolusi Industri 4.0 dalam mengembangkan transdisiplin ilmu dan program studi yang dibutuhkan. Selain itu, mulai diupayakannya program *cyber university*, seperti sistem perkuliahan *distance learning*, sehingga mengurangi intensitas pertemuan dosen dan mahasiswa. *Cyber university* ini nantinya diharapkan menjadi solusi bagi anak bangsa di pelosok daerah untuk menjangkau pendidikan tinggi yang berkualitas.
3. Persiapan sumber daya manusia khususnya dosen dan peneliti serta perekayasa yang responsif, adaptif, dan handal untuk menghadapi Revolusi Industri 4.0. Selain itu, peremajaan sarana prasarana dan pembangunan infrastruktur pendidikan, riset, dan inovasi juga perlu dilakukan untuk menopang kualitas pendidikan, riset, dan inovasi.
4. Terobosan dalam riset dan pengembangan yang mendukung Revolusi Industri 4.0 dan ekosistem riset dan pengembangan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas riset dan

pengembangan di perguruan tinggi, lembaga penelitian dan pengembangan (litbang), lembaga pemerintah non-kementerian (LPNK), industri, dan masyarakat.

5. Terobosan inovasi dan penguatan sistem inovasi untuk meningkatkan produktivitas industri dan meningkatkan perusahaan pemula berbasis teknologi [11].

Dengan demikian penelitian dan inovasi PT diarahkan supaya lebih aplikatif dan menghasilkan produk teknologi yang benar-benar terasa manfaatnya oleh masyarakat. Ditambahkan Gardiner dkk (2017) faktor penting yang perlu menjadi perhatian dalam kegiatan penelitian di perguruan tinggi dalam rangka memunculkan perguruan tinggi Indonesia yang bereputasi dunia adalah 1) Perbaikan budaya penelitian di Perguruan Tinggi Indonesia, 2) Pengadaan dana dan fasilitas penelitian yang diperlukan, 3) Sumber Daya Manusia unggul dan pengelolaan dana penelitian secara tepat, 4) Kolaborasi sejajar dan saling menguntungkan dengan institusi luar negeri dan 5) Menata ulang jumlah dan kebutuhan Perguruan Tinggi dalam negeri [12].

Sebagian besar negara berkembang kurang memiliki bakat inovatif, terutama yang mutakhir. Untuk sepenuhnya memahami peluang gelombang industrialisasi, sistem pendidikan tinggi negara seharusnya tidak hanya fokus untuk mengembangkan SDM dengan *knowledge-based skilled* saja tetapi seharusnya memperhatikan untuk pengembangan bakat inovatif, terutama para ilmuwan dan teknokrat. Mereka dilatih dalam lingkungan interdisipliner dimana teknokrat juga harus memahami humaniora dan ilmu sosial dan sebaliknya [13]. Sehingga dengan dukungan SDM dengan *innovative talent* ini akan mengantarkan penelitian-penelitiannya pada inovasi teknologi yang manfaatnya lebih terasa bagi masyarakat dan negara. Model inovasi-inovasi yang dilahirkan PT semestinya lebih bervariasi dengan memanfaatkan kemajuan teknologi yang ada di era ini.

Memperkuat Kolaborasi Penelitian Perguruan Tinggi

Hingga saat ini konsep *triple helix* dianggap konsep yang ideal untuk

mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi. Kolaborasi tiga pihak yaitu perguruan tinggi, industri, dan pemerintah (ABG) merupakan stakeholder/aktor kunci dalam mengembangkan suatu produk berbasis ilmu pengetahuan, ekspansi industri, serta jasa sebagai pondasi dari sistem inovasi. Selama ini PT telah banyak melakukan penelitian namun hasil-hasil riset lebih kepada pemenuhan dokumen-dokumen ilmiah. Sehingga hasil-hasil riset PT belum bisa dimanfaatkan untuk mengatasi persoalan masyarakat dan mendorong produksi industri sementara industri lebih banyak menggunakan output riset luar negeri [14].

Menurut Sormin (2009) bahwa semakin sering peneliti berkolaborasi maka kualitas dan kuantitas karya tulis ilmiah yang dipublikasikan akan semakin bermutu. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya dorongan atau motivasi pertukaran ide dan interaksi antara peneliti bersangkutan dengan ilmuwan lain yang mampu menambah wawasan dan perspektif baru bagi peneliti yang melakukan kolaborasi. Di samping itu, kolaborasi juga mampu mendorong kreativitas dari peneliti untuk terus berkreasi dalam penelitian dan penulisan (korelasi kolaborasi) [15].

Pada konsep *triple helix* ini peran pemerintah seringkali diminimalisir, sedang peran pelaku bisnis (industri) lebih dominan. Sehingga dengan konsep ini kapitalisasi produk inovasi teknologi tak bisa dihindarkan. Hal ini menyebabkan akses masyarakat pada teknologi terbaru menjadi sulit atau bahkan mahal. Seperti disebutkan oleh Niosi et al (1993) bahwa definisi inovasi modern didasarkan pada konsep klasik Schumpeter. Dimana inovasi adalah produk dan proses yang baru dan ditingkatkan, bentuk organisasi baru, penerapan teknologi yang ada ke bidang baru, penemuan sumber daya baru, dan pembukaan pasar baru. Dalam pandangan Schumpeter, jenis-jenis inovasi ini umumnya muncul dari perusahaan swasta besar. Sementara usaha kecil dan menengah, pemerintah, universitas, dan perusahaan negara memainkan peran sekunder. Sedangkan Freeman memandang bahwa inovasi sosial harus dimasukkan dalam definisi kebijakan teknologi. Sehingga

dukungan pemerintah untuk inovasi (seperti subsidi R & D, kebijakan pengadaan, ilmiah dan teknis, kebijakan pendidikan, paten dan standarisasi) memainkan peran utama dalam ritme dan arah inovasi nasional. Sejalan pula dengan pandangan Allen, Nelson, Noble, dan Rothwell dan Zegveld yang menjelaskan peran yang lebih luas kebijakan pemerintah pada inovasi industri [16].

Pemerintah seharusnya memainkan peran yang lebih besar lagi dalam mendorong pengembangan inovasi dalam konteks kolaborasi ABG. Mazzucato (2015) menuliskan bahwa pemerintahlah yang dapat membiayai miliaran dolar untuk hilirisasi penelitian terapan bahkan menyediakan pendanaan tahap awal untuk perusahaan. Seperti dicontohkan tahun 2011 Lembaga Kesehatan AS (US National Institutes of Health (NIH)) telah berinvestasi sebesar 31 juta US\$ untuk mendanai penelitian biomedis [17].

Pendapat Bernanke (2011) juga menyatakan pemerintah di banyak negara secara langsung mendukung penelitian ilmiah dan teknis; misalnya, melalui lembaga pemberi hibah (seperti National Science Foundation di Amerika Serikat) atau melalui insentif pajak. Selain itu, pemerintah Amerika Serikat dan banyak negara lain menjalankan fasilitas penelitian mereka sendiri, termasuk fasilitas yang difokuskan pada aplikasi nonmiliter seperti kesehatan [18].

Berdasarkan hal ini maka untuk meraih inovasi teknologi terdepan pada era revolusi industri jilid empat ini membutuhkan peran penting pemerintah disamping kolaborasi antara stakeholder lainnya. Peran terpentingnya adalah menentukan visi dan peta riset yang jelas dan sesuai kebutuhan masyarakat dan negara, anggaran riset/penelitian yang memadai, menyiapkan kualitas SDM yang kompeten serta menyediakan sarana dan prasarana pendukung. Hal ini sejalan dengan target pemerintah untuk meraih kemandirian teknologi. Sebab kemandirian teknologi dan ilmu pengetahuan adalah salah satu faktor yang mengantarkan pada kemandirian dan kedaulatan negara. Sementara perguruan tinggi sebagai salah satu intitusi penelitian yang penting, sejatinya harus mendukung dan menyusun roadmap penelitiannya yang

sesuai dengan arah penelitian yang ditetapkan pemerintah.

SIMPULAN

Tantangan pada era revolusi industri 4.0 begitu kompleks namun harus dijawab oleh Indonesia bagaimanapun kondisi kekiniannya. Salah satu institusi penting yang diharapkan berperan adalah perguruan tinggi. Melalui Tridharmanya, PT diharapkan melahirkan SDM berkualitas dan juga penelitian dan inovasi yang berkualitas serta dibutuhkan untuk menyelesaikan persoalan masyarakat dan negara. Namun saat ini penelitian di Indonesia masih dihadapkan pada persoalan 1) sistem dan struktur (yang berada di ranah negara), 2) modalitas (yang berada di ruang lingkup universitas dan pusat studi), dan 3) tingkatan individu (yang berada pada tingkat personal) serta inovasi. Salah satu cara untuk mengatasinya dengan memperkuat kolaborasi penelitian antara PT dengan stakeholder lainnya. Kolaborasi penelitian yang digunakan diantaranya antara pemerintah, PT dan pelaku bisnis (industri). Namun pada umumnya kolaborasi triple helix meminimalisir peran pemerintah sementara peran industri begitu dominan. Untuk dapat menghadapi tantangan RI 4.0 dan menjawab persoalan masyarakat yang ada seharusnya peran pemerintah lebih besar yaitu menentukan visi dan peta riset yang jelas dan sesuai kebutuhan masyarakat dan negara, anggaran riset/penelitian yang memadai, menyiapkan kualitas SDM yang kompeten serta menyediakan sarana dan prasarana pendukung. Sedangkan penelitian di PT hendaknya mendukung dan sejalan dengan roadmap yang diarahkan pemerintah. Kajian ini diharapkan memberikan alternatif pandangan dalam rangka menjawab tantangan penelitian PT di era RI 4.0 yaitu dibutuhkan peran yang lebih besar dari pemerintah mengendalikan arah penelitian dan pengembangan inovasi pemerintah demi kesejahteraan rakyat.

DAFTAR RUJUKAN

Schwab, K. 2016. The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond dalam <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial->

[revolution-what-it-means-and-how-to-respond/](#) diakses 19 Mei 2018

- Nasir, M. 2018. Pendidikan Tinggi Berkualitas: Mendorong Kemajuan IPTEK, Inovasi, dan Daya Saing Bangsa Di Era Revolusi Industri 4.0. Orasi Dies Natalis. Universitas Parahyangan.
- Luna, N.G. 2018. Revolusi Industri dan Indonesia 4.0 dalam <https://kumparan.com/nona-gaeluna1519199971381/revolusi-industri-dan-indonesia-4-0> diakses 1 Juli 2018
- Lovenia, H. 2017. Dr. Eng. Sandro Miharadi: Peluang dan Tantangan Sarjana Masa Depan di Era Revolusi Industri Keempat dalam <https://www.itb.ac.id/news/read/5611/home/dr-eng-sandro-miharadi-peluang-dan-tantangan-sarjana-masa-depan-di-era-revolusi-industri-keempat>. Diakses 9 juni 2018.
- Nasution, S. 2016. Research, Mindset, And World Class University dalam <http://belmawa.ristekdikti.go.id/2016/10/14/riset-mindset-dan-world-class-university/> diakses 17 Juli 2018
- Nugroho, Y., Budiati, P., dan Siti, R. 2016. Mengatasi Hambatan Penelitian di Universitas. Working Paper 8. *Knowledge Sector Initiative*. Kementerian PPN/Bappenas
- Kementerian Riset, Teknologi Dan Pendidikan Tinggi. 2015. Rencana Strategis
- Kementerian Riset, Teknologi Dan Pendidikan Tinggi Tahun 2015 – 2019.
- Sadiyoko, A. 2017. Industry 4.0: Ancaman, Tantangan atau Kesempatan? Orasi Ilmiah. Fakultas Teknologi Industri Universitas Parahyangan.
- Prasetyo, H dan Wahyudi, S. 2017. Perkembangan Keilmuan Teknik Industri Menuju Era Industri 4.0.

- Prosiding Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2017.
- Nasution, M.K.M. 2016. Hilirisasi Penelitian Berbasis Teknologi pada Perguruan Tinggi dalam Harian Analisa diakses 10 Juni 2018
- Menristekdikti. 2018. Pengembangan Iptek dan Pendidikan Tinggi di Era Revolusi Industri 4.0 dalam <http://www.thequality.co.id/index.php/home/post/755/pengembangan-iptek-dan-pendidikan-tinggi-di-era-revolusi-industri-40>. Diakses 10 Juni 2018
- Gardiner, M.O dkk. 2017. Era Disrupsi Peluang dan Tantangan Pendidikan Tinggi Indonesia. Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cetakan II.
- Xing, B dan Tshilidzi, M Implications of the Fourth Industrial Age on Higher Education dalam <https://www.researchgate.net/publication/315682580>
- Padil dan Titi, A. 2018. Paradigma Baru Pengabdian Kepada Masyarakat Yang Berkelanjutan. Jurnal Pengabdian Masyarakat. Vol.1 No.2, 2018 hal 1-8.
- Sormin, R. 2009. Kajian Korelasi Antara Kolaborasi Peneliti Dan Produktivitas Peneliti Lingkup Badan Litbang Pertanian. *Jurnal Perpustakaan Pertanian Vol. 18, Nomor 1, 2009. Hal 1-6.*
- Niosi, J., Paolo, S., Bertrand, B. dan Michael, C. 1993. National Systems of Innovation: In Search of a Workable Concept. *Technology in Society, Vol. 15, pp. 207-227.*
- Mazzucato, M. 2015. What is government's role in sparking innovation? dalam <https://www.weforum.org/agenda/2015/04/what-is-governments-role-in-sparking-innovation/> diakses 19 Juli 2018.
- bernanke, b.s. 2011. promoting research and development the government's role. *issues in science and technology 27, no. 4 (summer 2011)*. diakses 19 juli 2018.