

LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL
REPUBLIC INDONESIA



**PENYIAPAN BANGSA INDONESIA MENUJU
NEGARA INDUSTRI BERBASIS RISET
DI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0**

Oleh :

DR. IR. BARMAN TAMBUNAN
PEMBINA UTAMA MADYA (IV/d)

**KERTAS KARYA ILMIAH PERSEORANGAN (TASKAP)
PROGRAM PENDIDIKAN REGULER ANGGARAN (PPRA) LX
LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL RI
TAHUN 2020**

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr Wb, salam sejahtera bagi kita semua.

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa serta atas segala rahmat dan karunia-Nya, penulis sebagai salah satu peserta Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) LX telah berhasil menyelesaikan tugas dari Lembaga Ketahanan Nasional Republik Indonesia sebuah Kertas Karya Ilmiah Perseorangan (Taskap) dengan judul: “ Penyiapan Bangsa Indonesia Menuju Negara Industri Berbasis Riset di Era Revolusi Industri 4.0 “.

Penentuan Tutor dan judul Taskap ini didasarkan atas Keputusan Gubernur Lembaga Ketahanan Nasional Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2020 tanggal 31 Maret 2020 tentang Pengangkatan Tutor Taskap kepada para peserta PPRA LX untuk menulis Taskap dengan memilih judul yang telah di tentukan oleh Lemhannas RI.

Pada kesempatan ini, perkenankanlah Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Bapak Gubernur Lemhannas RI Letnan Jenderal TNI (PURN) Agus Widjojo yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti PPRA LX di Lemhannas RI pada tahun 2020. Ucapan yang sama juga disampaikan kepada Pembimbing atau Tutor Taskap kami yaitu Ibu Prof. Dr. Njaju Jenny M.T. Hardjatno. M.A. dan Tim Penguji Taskap serta semua pihak yang telah membantu serta membimbing Taskap ini sampai terselesaikan sesuai waktu dan ketentuan yang dikeluarkan oleh Lemhannas RI.

Penulis menyadari bahwa kualitas Taskap ini masih jauh dari kesempurnaan akademis, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati mohon adanya masukan guna penyempurnaan naskah ini.

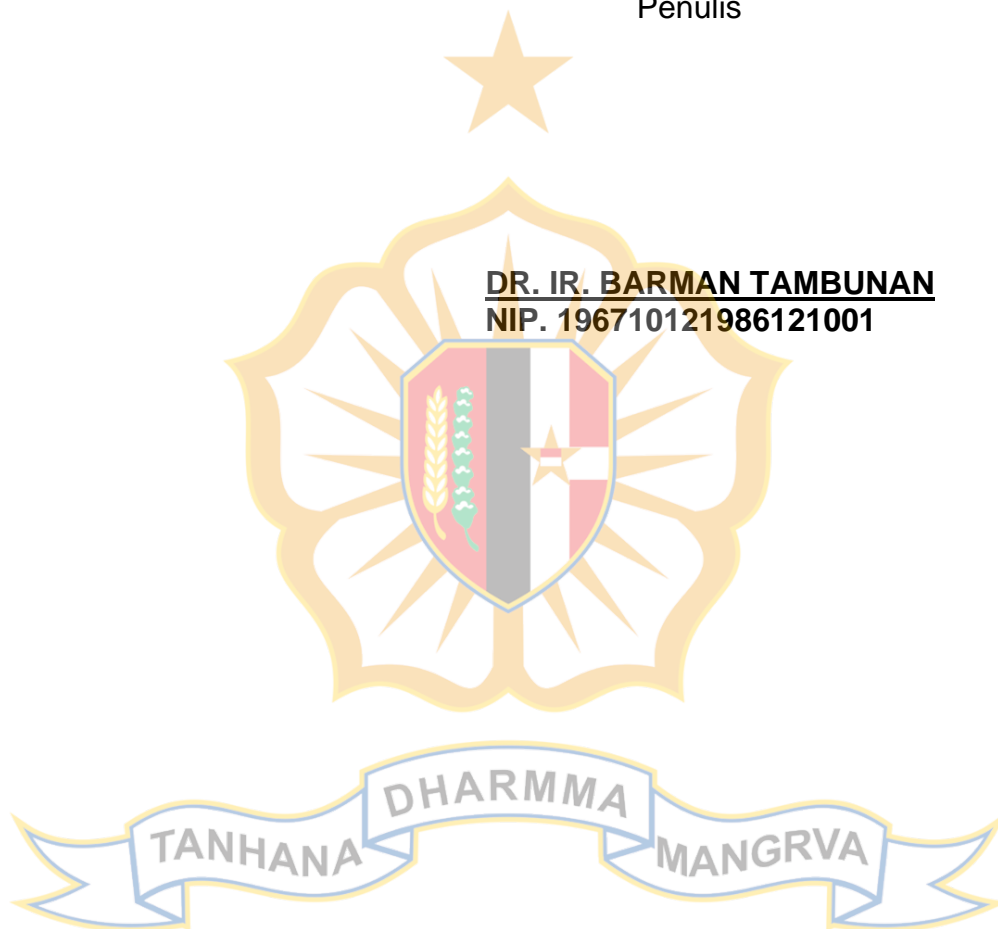
Besar harapan saya agar Taskap ini dapat bermanfaat sebagai sumbangan pemikiran penulis kepada Lemhannas RI, termasuk bagi siapa saja yang membutuhkannya.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan berkah dan bimbingan kepada kita semua dalam melaksanakan tugas dan pengabdian kepada Negara dan bangsa Indonesia yang kita cintai dan kita banggakan.

Sekian dan terima kasih. Wassalamualaikum Wr Wb.

Jakarta, 26 Juni 2020

Penulis



DR. IR. BARMAN TAMBUNAN
NIP. 196710121986121001

LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL
REPUBLIC INDONESIA

PERNYATAAN KEASLIAN

1. Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr. Ir. Barman Tambunan
Pangkat : Pembina Utama Madya (IV/d)
Jabatan : Direktur Pusat Teknologi Industri Permesinan - TIRBR
Instansi : Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)
Alamat : JL. M. H. Thamrin No. 8 Jakarta Pusat, 10340

Sebagai peserta Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) ke LX tahun 2020 menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

- a. Kertas Karya Ilmiah Perseorangan (Taskap) yang saya tulis adalah asli.
- b. Apabila ternyata sebagian atau seluruhnya tulisan Taskap ini terbukti tidak asli atau plagiasi, maka saya bersedia dinyatakan tidak lulus pendidikan.

2. Demikian pernyataan keaslian ini dibuat untuk dapat digunakan seperlunya.


Jakarta, 26 Juni 2020
Penulis Taskap

MATERAI 6000

DR. IR. BARMAN TAMBUNAN
NIP. 196710121986121001

LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL
REPUBLIC INDONESIA

LEMBAR PERSETUJUAN TUTOR TASKAP

Yang bertanda tangan di dibawah ini Tutor Taskap dari :

Nama : Dr. Ir. Barman Tambunan
Peserta : Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) LX
Judul Taskap : Penyiapan Bangsa Indonesia Menuju Negara Industri Berbasis Riset di Era Revolusi Industri 4.0

Taskap tersebut diatas telah ditulis “sesuai / tidak sesuai” dengan Juknis Taskap Peraturan Gubernur Lemhannas RI Nomor 01 Tahun 2020, karena itu ‘layak / tidak layak” dan “disetujui / tidak disetujui” untuk di uji.

Jakarta, 26 Juni 2020

Tutor Taskap



Prof. Dr. Njaju Jenny M.T. Hardjatno. M.A.

LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL
REPUBLIC INDONESIA

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1. Latar Belakang.....	1
2. Perumusan Masalah.....	4
3. Maksud dan Tujuan.....	4
4. Ruang Lingkup dan Sistematika.....	5
5. Metode dan Pendekatan.....	6
6. Pengertian-Pengertian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
7. Umum.....	10
8. Paradigma Nasional.....	13
9. Peraturan Perundang - Undangan.....	15
10. Kerangka Teoritis.....	19
11. Data dan Fakta Penyiapan Indonesia Menuju Negara Industri Berbasis Riset di Era Revolusi Industri 4.0.....	26
12. Pengaruh Faktor Lingkungan Strategis (Lingstra)...	27
BAB III PEMBAHASAN	
13. Umum.....	31
14. Bagaimana Komitmen Pemimpin Nasional Dalam Penyiapan Menuju Bangsa Indonesia sebagai Negara Industri Berbasis Riset Di Era Revolusi Industri 4.0.....	32
15. Bagaimana Mengantisipasi Bonus Demografi Yang Kita Miliki Dalam Menghadapi Tuntutan Industri 4.0	39
16. Bagaimana Tingkat Kemampuan Teknologi Bangsa Indonesia Saat Ini dan Apa Upaya Yang Harus Dilakukan Untuk Menuju Negara Industri Berbasis Riset.....	44
17. Bagaimana Dampak Revolusi Industri 4.0 Terhadap Bangsa Indonesia Indonesia.....	49
BAB IV PENUTUP	
18. Simpulan.....	56
19. Rekomendasi.....	59

DAFTAR PUSTAKA
DAFTAR LAMPIRAN

1. ALUR PIKIR
2. DAFTAR GAMBAR
3. DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Landscape Digital Indonesia.....	10
Gambar 2. Sistem Triple Helix Pembangunan Industri berbasis.....	11
Gambar 9. <i>Death Valley</i> dan <i>Darwinian Sea</i> dalam Perspektif Kelembagaan menurut UU SISNAS IPTEK no 11 Tahun 2019.....	33
Gambar 12. Sistem Nasional Iptek pada Kelembagaan IPTEK.....	37
Gambar 16. Distribusi PDB berdasarkan Lapangan Usaha dalam %.....	45
Gambar 21. Institusi yang dibiayai oleh NSF – AS.....	53



LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL RI
DEPUTI BIDANG PENDIDIKAN PIMPINAN TINGKAT NASIONAL

LEMBAR PENGESAHAN TASKAP HASIL REVISI / PERBAIKAN
PPRA LX / 2020

Nama Peserta : Dr. Ir Barman Tambunan
Judul Taskap : “Penyiapan Bangsa Indonesia Menuju Negara Industri Berbasis Riset Di Era Revolusi Industri 4.0”.

Taskap tersebut diatas telah direvisi / diperbaiki sesuai masukan dari penguji Taskap, materi yang sudah disempurnakan meliputi :

- I. Perbaikan dalam kesalahan pengetikan.
 1. BAB 1. Hal 2. Peran industri kedepan dalam mengimplementasikan kemajuan teknologi harus diselaraskan dengan dukungan terhadap trigatra yang meliputi SDM, SDF dan SDA nya.
 2. BAB 1. Hal 3. Indonesia harus berupaya keras untuk dapat mengejar skor tersebut dengan menghasilkan inovasi teknologi baru dengan di dukung oleh jumlah peneliti dan perekayasa yang harus di tingkatkan dengan anggaran riset yang di naikkan dari kondisi saat ini yang jumlahnya hanya 0,2% dari PDB.
 3. BAB 1 Hal 3. Kebijakan yang telah dilakukan pemerintah untuk hal ini antara lain dengan dikeluarkannya UU no 11 tahun 2014 tentang Keinsinyuran
 4. BAB 1 Hal 5. Adapun tujuan dari penulisan TASKAP ini adalah memberikan sumbangan pemikiran kami kepada Lemhannas RI pada khususnya dan Kementerian RISTEK / Badan Riset dan Inovasi Nasional dan institusi lainnya yang berwenang untuk mengeluarkan kebijakan agar dapat digunakan guna memecahkan berbagai macam persoalan yang berkaitan dengan kesiapan untuk menjadi negara Industri berbasis riset di era revolusi industri 4.0 guna memperkuat daya saing bangsa di bidang Industri.
 5. BAB 1 Hal 5. Adapun tata urut dari penulisannya disusun sebagai berikut.

6. BAB 1 Hal 6. Bab IV. Penutup. Pada bab ini berisi tentang simpulan dan rekomendasi dari keseluruhan pembahasan untuk dapat dijadikan sebagai masukan bagi para pemangku kebijakan
7. BAB 1 Hal 7. Luaran dari kajian ini diharapkan dapat menjadi tolok ukur / *benchmark* terkait dengan rekomendasi strategi penyiapan bangsa Indonesia menjadi negara Industri berbasis riset di era Revolusi Industri 4.0.
8. BAB II. Hal 11. Permasalahannya sebagian besar UMKM dan Industri di Indonesia masih meggunakan teknologi Revolusi Industri 1.0 sd 3.0
9. BAB II. Hal Pemanfaatan revolusi industri 4.0 harus dijadikan kesempatan untuk dapat menarik Industri-industri 1.0. 2.0 dan 3.0 tersebut agar dapat mencapai perkembangan yang lebih optimal yang diarahkan pada beberapa isu penting yaitu roduktivitas
10. BAB II. Hal.11. Masing masing akan memiliki peran masing masing dalam upaya untuk memanfaatkan potensi unggul yang kita miliki
11. BAB II. Hal 12. Industri di Indonesia harus dapat memanfaatlan alih teknologi, audit teknologi dan kliring teknologi untuk mengadopsi proses industrialisasi dari negara negara.
12. BAB II. Hal Negara Indonesia yang terus menerus mengandalkan sumber daya alam harus menjadi negara Industri yang mengedepankan nilai tambah di hulu dan dihilir yang semakin tinggi dan menurunkan nilai tambah produksi *assembly* dengan mengkomersialisakan
13. BAB II. Hal 12. Selain itu pula di sektor non-migas yang memerlihatkan adanya pertumbuhan di setiap tahunnya.
14. BAB II. Hal 13. PASAL 8 Paradigma Nasional di hapus seluruhnya krn sdh tidak relevan dengan Petunjuk Teknis Penulisan Ilmiah Peserra Pendidikan Lemhanna RI Thn 2020.
15. BAB II. Hal 18. Seluruh Perencanaan dan penganggaran pelaksanan program nasional akan dilaksanakan dalam badan baru yang disebut dengan BRIN ini.
16. BAB II, Hal 19. Kerangka teoritis dalam TASKAP ini akan menggunakan pedekatan teori dari 4 aspek yang saling berkaitan satu dengan yang lainnya yang saing mendukung dalam membahas penyiapan Bangsa Indonesia menuju

negara Industri berbasis Riset di Era R.I 4.0 (diganti menjadi Era Revolusi Industri 4.0).

17. BAB II. Hal 23. Menurut Etzkowitz dan Leydesdorff konsep Triple Helix adalah suatu platform untuk pembentukan institusi (pengorgansiasian) yang didasarkan pada asumsi bahwa industri, universitas dan pemerintah semakin saling bernatung.
18. BAB II. Hal 25. Dewan ini dispersiapkan untuk menyusun suatu perencanaan pembangunan mulai dari pembiayaan
19. BAB II. Hal 25. Presiden Jokowi telah mendorong pemerintah dan dunia usaha untuk melaksanakan percepatan penerapan peta jalan (*roadmap*) Revolusi Industri 4.0 dimana peta jalan tersebut telah diluncurkan
20. BAB II. Hal 26. Namun rata-rata pemakai internet adalah generasi muda yang terdiri atas profesional
21. BAB II. Hal 27. Indeks ICT Development diterbitkan oleh PBB yang menangani telekomunikasi ini menjadi landasan untuk memperkirakan kesiapan suatu negara memasuki era RI4.0 (diganti menjadi Revolusi Industri 4.0)
22. BAB II. Hal 29. 1. Pemanfaatan teknologi, 2. Investasi untuk mendukung ketersediaan teknologi, 3. SDM industri yang handal dan 4. Inovasi yang merupakan kunci dair Industri 4.0.
23. BAB II. Hal 30. Saat ini Indonesia sudah memiliki prototipe *Innovation Center* sebagai klister
24. BAB II. Hal 30. Sedangkan sektor lain
25. BAB III. Hal 31. Kegiatan riset yang dilaksanakan di K/L diawali dengan menetapkan *output*, *outcome* dan *impactnya* yang pada akhirnya harus bermuara pada tercapiannya
26. BAB III. Hal 31. Sumbangan terbesar pada peningkatan peningkatan (ditulis 2 kali perbaikannya dihilangkan 1 kata)
27. BAB III. Hal 33. Peran Kementerian dan Lembaga di Indonesia sangat penting dalam mempromosikan transisi proses komersialiasi

28. BAB III. Hal 33. _Sulitnya proses hilirisasi hasil penelitian sampai dapat dimanfaatkan industri digambarkan dalam ilustrasi *Valleys of Death dan Darwinian Seas* juga dapat dilihat dalam bagaimana
29. BAB III. Hal 35. Di samping itu, terdapat 9 hal yang perlu dimiliki seorang pemimpin yaitu (1) menciptaka
30. BAB III. Hal 36. Hasil pengukuran memperlihatkan bahwa pada kriteria Manajemen dan Organisasi yang merupakan salah satu fungsi dari Strategi dan Kepemimpinan masih berada pada level 2 dengan pengertian bahwa Manajemen dan organsiasi
31. BAB III. Hal 41. _Didalam ketahanan nasional utamanya (kata utamanya diganti menjadi keutamaan).
32. BAB III. Hal 43. Nilai itu dapat tercapai dimana pada tahun 2019 umur harapan hiduo
33. BAB III. Hal 44. Mengacu pada *endogenous growth theory* atau teori perkembangan endogenous pertumbuhan ekonomi juga dipengaruhi oleh faktor pengusaan
34. BAB III. 50. Usaha *e-commerce* ini diharapkan dapat memberikan dampak pada meningkatnya jumlah investor ritel di Indonesia sehingga dapat mengakselesari
35. BAB IV. 56. Yang berbeda dalam Revolusi Industri 4.0 adalah pemimpin pemimpin
36. BAB IV. 57. Saat ini para pemimpin harus menyadari untuk dapat cepat memanggapi berbagai peristiwa sehingga mampu untuk mengatasi cepatnya perubahan teknologi dan memberikan dampak yang signifikan
37. BAB IV. 57. Pemerintah tealh
38. BAB IV. 57. Revolusi Industri 4.0 berdampak secara global, dan masing-masing pemerintah (kata ini dihapus)
39. BAB IV. Hal 57. Kesimpulan pada bagian (c) di pisah menjadi 2 yaitu (c) , (d) dan (e) untuk memperjelas siapa yang berperan

- II. Penambahan pada bagian rekomendasi terkait siapa yang menjadi pelaksananya.
1. Rekomendasi bagian (a). Pemimpin model U Theory wajib hadir di Kementerian Riset dan Teknologi / Badan dan Riset Inovasi Nasional, Kementerian Perindustrian, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan dan Lembaga Litbang seperti BPPT, LIPI, LAPAN dan BATAN serta sektor-sektor industri strategis dalam ekosistem pembangunan di era Revolusi Industri 4.0 yang mampu mendorong berkembangnya budaya inovasi dan siap menghadapi berbagai resiko.
 2. Rekomendasi bagian (b). Di era Revolusi Industri 4.0 dibutuhkan Kementerian Riset dan Teknologi / Badan Riset dan Inovasi Nasional dan Kementerian Perindustrian yang tangkas yang mampu membuat kebijakan yang tidak hanya bersifat jangka menengah, tetapi juga dinamis terhadap perubahan untuk menghadapi perubahan yang tidak terpolakan akibat perkembangan inovasi.
 3. Rekomendasi bagian (c). Peran Litbang di Kementerian Perindustrian dan LPNK seperti BPPT, LIPI, BATAN, LAPAN, BSN yang ada di Indonesia harus memegang peranan penting dalam mempromosikan melalui Triple Helix transisi proses komersialisasi yang dimulai dari tahap invensi menuju ke inovasi.
 4. Rekomendasi bagian (d). Perlu adanya upaya untuk lebih mengefektifkan peran Lembaga Riset seperti BPPT, LIPI dan Badan Litbang di Kemenkominfo guna mengoptimalkan pemanfaatan program, kegiatan anggaran, sumber daya manusia, prasarana dan sarana penelitian, pengembangan, pengkajian dan penerapan serta invensi dan inovasi serta pengelolaan barang milik/kekayaan negara dan pengarsipan dalam pelaksanaan riset nasional dengan memanfaatkan Big Data.
 5. Rekomendasi bagian (e). Untuk menyiapkan negara industri berbasis resit di era Revolusi Industri 4.0 Kementerian Perindustrian telah membuat Making Indonesia 4.0 dengan target capaian ekspor netto 10% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) dan alokasi anggaran riset sebesar 2% dari PDB.
 6. Rekomendasi bagian (f). Kementerian Riset dan Teknologi / BRIN dan Lembaga Litbang Jirap, BPPT, LIPI, Lapan dan Batan dan Badan Litbang di

Kementerian Perindustrian harus berkomitmen dalam mempromosikan produk unggulan untuk mendorong percepatan proses komersialisasi yang dimulai dari tahap Riset Dasar menuju Inovasi.

III. Penambahan pada bagian rekomendasi terkait kebijakan yang bisa mendukung riset dalam menguatkan inovasi.

1. Rekomendasi bagian (g). Perlunya Penguatan Infrastruktur Digital yang di pimpin oleh Kemenkominfo untuk lebih mengefektifkan peran Riset dan mengoptimalkan pemanfaatan program, kegiatan, anggaran, sumber daya manusia, prasarana dan sarana Litbang Jirap serta invensi dan inovasi.

IV. Penjelasan Penggunaan Teori dan keterkaitannya dalam pembahasan.

Seluruh teori yang dibahas dalam BAB III Pembahasan telah menggunakan teori yang disebutkan dalam kerangka teoritis.

- a) Bab III, Pasal 14, Hal 30. (*U Theory*) dari Otto Scharmer berargumen mengenai peran pemimpin untuk melakukan perubahan mengakar dan mendorong inovasi dalam individu, organisasi maupun sistem sosial sesuai dengan teori komitmen Pimpinan Nasional. *U Theory* dari Prof Otto Scharmer mencoba untuk menjawab tantangan bagi seorang pemimpin nasional di era Revolusi Industri 4.0.
- b) Bab III, Pasal 14, Hal 32. *Global leadership theory* adalah syarat mutlak yang harus dimiliki oleh pemimpin yang mampu untuk bisa beradaptasi dengan kemajuan IPTEK terutama untuk dapat melewati *Darwinian Sea* atau tidak terjerumus dalam *Valley of Death* (lembah kematian) dimana tidak ada produk inovasi yang berhasil dimanfaatkan oleh industri.
- c) Bab III, Pasal 15, Hal 39. Teori Bonus Demografi erat kaitannya dengan ilmu atau studi tentang demografi. Donald J. Bogue mendefinisikan bahwa demografi adalah ilmu yang mempelajari tentang kelahiran, kematian dan migrasi manusia dengan fokus dalam hal ketahanan nasional pada hal hal yang berkaitan dengan kuantitas, kualitas dan mobilitas
- d) Bab III, Pasal 15, Hal 39. Dalam Teori Modal Manusia (*Human Capital Theory*) oleh Theodore Schultz diartikan bahwa kualitas Sumber Daya Manusia lebih penting dibandingkan kuantitasnya. Yang terpenting dalam

teori *Human Capital* mengasosiasikan modal manusia dengan tingkat pendidikan.

- e) Bab III, Pasal 16, Hal 42. Mengacu pada *endogenous growth theory* atau teori perkembangan endogenous pertumbuhan ekonomi juga dipengaruhi oleh faktor penguasaan teknologi, kemajuan teknologi dan aplikasi teknologi.
- f) Bab III, Pasal 16, Hal 44. Teori Model Pertumbuhan Ekonomi Solow menunjukkan bagaimana pertumbuhan persediaan modal, pertumbuhan angkatan kerja, dan kemajuan teknologi mempengaruhi tingkat luaran (*output*) dalam perekonomian dan pertumbuhannya sepanjang waktu dan juga pengaruhnya terhadap output barang dan jasa.
- g) BAB IV, Pasal 17, Hal 49. Jelas dapat dilihat bahwa Revolusi Industri 4.0 diciptakan oleh Klaus Schwab pada tahun 2016 telah merubah banyak hal mengingat tingkat kesulitannya yang sangat tinggi (*degree of complexity*) dan akan mengimplementasikan *cyber physical system* dalam pemanfataannya.

Demikian pengesahan perbaikan Taskap dinyatakan telah memenuhi syarat.

Jakarta, Juli 2020

Tutor Taskap

Ketua Tim
Penguji Taskap

Prof. Dr. Njaju Jenny M.T. Hardjatno. M. A.
Tajar Bid. Sosial Budaya

Mayjen TNI Mindarto
Tajar Bid. Strategi

BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Revolusi Industri melibatkan transformasi seluruh sistem yang terjadi pada manusia dalam melakukan proses produksi di dunia industri. Revolusi Industri 4.0 ditandai dengan bersatunya berbagai teknologi yang memanfaatkan *Internet of Things / IoT* (alat yang dapat mengirim data melalui internet), lalu di simpan dalam *Big Data* (data yang terhimpun dalam jumlah sangat besar), yang kemudian diproses oleh *Artificial Intelligence / AI* (kecerdasan buatan). Hal ini dapat melahirkan “pabrik cerdas” dan “robot cerdas” yang memaksimalkan fungsi internet untuk mengoptimalkan kinerja proses produksi di industri.

Presiden Joko Widodo menangkap dengan jelas pentingnya bangsa Indonesia untuk menerapkan konsep Revolusi Industri 4.0 dimana pada acara *Indonesia Industrial Summit 2018*¹ yang diselenggarakan oleh Kementerian Perindustrian di Jakarta pada tanggal 4 April 2018 telah meluncurkan *Making Indonesia 4.0* sebagai peta jalan (*roadmap*) dalam mengimplementasikan Industri 4.0. Memiliki peta jalan yang jelas menjadi suatu keharusan sebab jika tidak dipersiapkan maka Industri di Indonesia terutama Industri berbasis manufaktur tidak akan bersaing dengan negara lain. Revolusi Industri 4.0 akan merubah dunia secara cepat dan signifikan, tentunya hal ini akan memberikan dampak bagi Ketahanan Nasional. Dunia yang semakin terkoneksi dan kompetitif menjadi tantangan baru dan persaingan yang harus dihadapi oleh Indonesia.

Dampak lain dari Revolusi Industri 4.0 adalah dunia yang semakin kompetitif, dengan munculnya robot yang semakin cerdas akan menggantikan peran manusia dalam berbagai pekerjaan. Dampak perubahan ini menuntut masyarakat harus memiliki kemampuan ekstra, dimana hal ini menjadi ujian bagi pendidikan Indonesia. Apabila pemerintah gagal mengatasi pendidikan, maka masyarakat Indonesia akan kalah bersaing dengan robot. Tentu hal ini berdampak terhadap angka pengangguran yang akan meningkat. Peran industri kedepan dalam

¹ Indonesia Industrial Summit, 2018, diunduh dari <https://kemenperin.go.id/iis2018>, pada 1 April 2020 pkl 06.00

mengimplementasikan kemajuan teknologi harus diselaraskan dengan dukungan terhadap trigatra yang meliputi SDM, SDF dan SDA nya.

Dalam kenyataannya kita mengalami berbagai macam kendala untuk kemudian mengejar pada ketertinggalan dalam memasuki era Revolusi Industri 4.0. Termasuk juga dengan adanya kontradiksi antara bonus demografi² dimana jumlah usia produktif yang cukup besar namun tuntutan pada Revolusi industri 4.0 justru mereduksi peran manusia sehingga jika tidak dimanfaatkan dengan benar akan menjadi bencana demografi. Walaupun demikian sudah ada yang mampu mengimplementasikannya secara positif dalam berbagai sektor industri, bisnis dan pelayanan.

Pembangunan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi / IPTEK pada kenyataannya saat ini, kemampuan nasional dalam penguasaan dan pemanfaatan iptek dinilai masih belum memadai untuk meningkatkan daya saing bangsa di bidang industri. Rencana Pembangunan Jangka Panjang 2005 - 2025 mengamanatkan secara eksplisit bahwa pembangunan iptek diarahkan untuk menciptakan dan menguasai ilmu pengetahuan baik ilmu pengetahuan dasar maupun terapan, serta mengembangkan ilmu sosial dan humaniora untuk menghasilkan teknologi dan memanfaatkan teknologi hasil penelitian, pengembangan, dan perekayasaan bagi kesejahteraan masyarakat, kemandirian, dan daya saing bangsa. Prediksi ini akan menjadi kenyataan jika rencana yang diamanatkan dalam Undang Undang No. 17 Tahun 2007³ tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional 2005 – 2025 dapat dilaksanakan secara konsisten. Disebutkan bahwa persaingan yang makin tinggi pada masa yang akan datang menuntut peningkatan penguasaan dan pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) dalam rangka menghadapi perkembangan global menuju ekonomi berbasis pengetahuan. Berdasarkan *Global Innovation Index* (GII) peringkat kinerja inovasi⁴ Indonesia berada di urutan ke 87 dengan nilai 30,1 dibawah Filipina dan Thailand. Indonesia harus berupaya keras untuk dapat

² Helmi Shemi, 3 Faktor Penghambat Indonesia Raih Bonus Demografi di 2045, diunduh dari <https://www.idntimes.com/news/indonesia/helmi/3-faktor-penghambat-indonesia-raih-bonus-demografi-di/1>, pada 30 Maret 2020 jam 05.30

³ UU RI Nomor 17 Tahun 2007 ttng RPJPN, diunduh dari <https://jdih.kemenkeu.go.id/fulltext/2007/17TAHUN2007UU.htm>, pada 30 Maret 2020 jam 06.00

⁴ Bassri, F., Munandar, H, 2019, Menuju Indonesia Emas Menggapai Negara Maju Berkeadilan, IRSA Press

mengejar skor tersebut dengan menghasilkan inovasi teknologi baru dengan di dukung oleh jumlah peneliti dan perekayasa yang harus di tingkatkan dengan anggaran riset yang di naikkan dari kondisi saat ini yang jumlahnya hanya 0,2% dari PDB. Dari hasil kajian World Digital Competitiveness atau Daya Saing Digital sedunia yang menjelaskan mengenai kesiapan suatu negara menyongsong era digital Indonesia menempati urutan 59 dari 63 negara. Indikator yang diukur adalah (1) pengetahuan digital, (2) ketersediaan teknologi dan (3) kesiapan masa mendatang.

Antara lain dapat temukan bahwa masih rendahnya sumbangan hasil riset di sektor industri manufaktur, kebijakan yang masih tumpang tindih, iptek yang belum menjadi budaya di masyarakat, dan terbatasnya sumber daya iptek terutama jumlah insinyur di dalam negeri yang masih rendah⁵. Sebagai perbandingan untuk kondisi saat ini, hanya ada 3 Insinyur dari 1000 penduduk Indonesia dibandingkan dengan negara Vietnam yang sudah mencapai 9 insinyur dari 1000 penduduk. Kebijakan yang telah dilakukan pemerintah untuk hal ini antara lain dengan dikeluarkannya UU no 11 tahun 2014 tentang Keinsinyuran⁶. Banyak wilayah dengan bonus demografi yang memiliki produk unggulan dan lokasi strategis di luar Pulau Jawa belum dikembangkan secara optimal, antara lain karena keterbatasan informasi pasar dan teknologi untuk pengembangan produk unggulan. Salah satu sektor yang terkait dengan iptek adalah sektor industri, yang menjadi cita-cita para *founding fathers* / pendiri bangsa, bahwa kesejahteraan dapat tercapai jika Indonesia menjadi negara industri berbasis riset. Dari data Badan Pusat Statistik (BPS) mengindikasikan bahwa setelah krisis ekonomi pada tahun 1998 Indonesia selama 20 tahun mengalami proses menjauh menjadi negara industri atau masih rendahnya peran industri untuk perekonomian secara umum (gejala deindustrialisasi)⁷. Terlihat kontribusi sektor industri manufaktur terhadap PDB mengalami tren penurunan, dari sekitar 29% tahun 2003 menjadi sekitar 19% tahun 2019. Tentu hal ini membawa konsekuensi pada perpajakan dan penyerapan tenaga kerja. Untuk lebih memperkuat peran iptek dalam pembangunan, maka

⁵ Sakina Rakhma Diah Setiawan, 2018, Jumlah Insinyur di Dalam Negeri dipandang masih Minim, diunduh dari <https://ekonomi.kompas.com/read/2018/12/10/002147926/jumlah-insinyur-di-dalam-negeri-dipandang-masih-minim?page=all>, pada 30 Maret 2020 pukul 05.30

⁶ Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2014 Tentang Keinsinyuran

⁷ Kemenriek/BRIN, diunduh dari <https://www.ristekbrin.go.id/kabar/sempat-alami-deindustrialisasi-menteri-bambang-targetkan-indonesia-menjadi-negara-industri-berbasis-riset-teknologi-dan-inovasi-dalam-lima-tahun/>, pada 30 Maret 2020 pukul 05.30

diterbitkan Undang Undang No. 11 tahun 2019⁸ tentang Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (SISNAS IPTEK), yang secara eksplisit menyebutkan bahwa kelembagaan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi terdiri atas lembaga penelitian dan pengembangan, lembaga pengkajian dan penerapan, perguruan tinggi, badan usaha, dan lembaga penunjang.

Dengan mempertimbangkan latar belakang tersebut diatas, maka dipandang perlu untuk mengadakan kajian mengenai penyiapan bangsa Indonesia menuju negara industri berbasis riset di era Revolusi Industri 4.0.

2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas permasalahannya adalah bagaimana menyiapkan Bangsa Indonesia menuju Negara Industri Berbasis Riset di Era Revolusi industri 4.0 dengan pertanyaan kajian sebagai berikut,

- a) Bagaimana komitmen pemimpin nasional dalam penyiapan Bangsa Indonesia sebagai negara industri berbasis riset di era Revolusi Industri 4.0?
- b) Bagaimana memanfaatkan bonus demografi dalam menghadapi Revolusi Industri 4.0?
- c) Bagaimana tingkat kemampuan teknologi Bangsa Indonesia saat ini dan apa upaya yang harus dilakukan untuk menuju negara industri berbasis riset ?
- d) Bagaimana dampak Revolusi Industri 4.0 terhadap bangsa Indonesia ?

Sehubungan dengan pertanyaan kajian diatas diperlukan analisis komprehensif, integral dan holistik agar dapat di temukan strategi untuk menyiapkan Bangsa Indonesia dalam menghadapi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di era Revolusi Industri 4.0.

3. Maksud dan Tujuan

- a. **Maksud.** Penulisan Taskap ini dimaksudkan untuk menyampaikan konsep pemikiran dan upaya – upaya proses hilirisi kegiatan Litbang Jirap (Penelitian Pengembangan Pengkajian dan Penerapan) dalam rangka

⁸ Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2019 Tentang Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

penyiapan Bangsa Indonesia menuju negara Industri Berbasis Riset di era Revolusi Industri 4.0.

- b. Tujuan.** Adapun tujuan dari penulisan TASKAP ini adalah memberikan sumbangan pemikiran kami kepada Lemhannas RI pada khususnya dan Kementerian RISTEK / Badan Riset dan Inovasi Nasional dan institusi lainnya yang berwenang untuk mengeluarkan kebijakan agar dapat digunakan guna memecahan berbagai macam persoalan yang berkaitan dengan kesiapan untuk menjadi negara Industri berbasis riset di era revolusi industri 4.0 guna memperkuat daya saing bangsa di bidang Industri.

4. Ruang Lingkup dan Sistematika

- a. Ruang Lingkup.** Tulisan ini mencoba untuk membatasi pada komitmen pimpinan nasional dalam mewujudkan negara industri berbasis riset dalam menghadapi Revolusi Industri 4.0. Dalam penyiapan Bangsa Indonesia akan dibatasi pada komitmen pimpinan di lingkungan pemerintah antara lain Kementerian yang terkait dengan sektor riset dan Industri, Lembaga riset yang melaksanakan Penelitian Pengembangan Pengkajian dan Penerapan (Litbang Jirap) serta pemangku kepentingan lainnya yaitu lingkungan akademisi dan industri dalam menjalankan risetnya sebagai pendukung utama yang harus saling berkerjasama dalam mewujudkan negara Industri berbasis riset. Tulisan juga akan dibatasi pada sumber daya manusianya yang akan merevolusi industri di era globalisasi sehingga dapat menjelaskan mengapa inovasi menjadi penting untuk diimplementasikan.

- b. Sistematika** Untuk penyelesaian Kertas karya Ilmiah Perseorangan (Taskap) Program Pendidikan Regular Anglatan LX, Lemhannas RI, Tahun 2020 akan disusun berdasarkan alur pikir yang ditunjukkan pada lampiran. Adapun tata urutan dari penulisannya disusun sebagai berikut :

- (1) Bab I. Pendahuluan. Pada bab ini menjelaskan secara umum latar belakang dari judul TASKAP yang dikaitkan dengan penyiapan bangsa Indonesia menuju negara Industri berbasis riset di era Revolusi Industri 4.0, Perumusan Masalah, Maksud dan Tujuan Penulisan, Ruang Lingkup dan Sistematika Penulisan, Metoda dan

Pendekatan serta pengertian, istilah dan konsep yang dipakai dalam penulisan ini.

- (2) Bab II. Tinjauan Pustaka. Dalam bab ini mengupas tentang kebijakan kebijakan yang tertuang dalam peraturan pemerintah yang mendukung riset nasional, teori – teori terkait dengan peran Lembaga LITBANG JIRAP seperti difusi teknologi dan komersialisasi Teknologi. Hal ini digunakan untuk menganalisis pokok – pokok bahasan yang disampaikan dalam tulisan ini. Data – data yang digunakan dalam tinjauan pustaka berasal dari hasil diskusi langsung, data sekunder yang diperoleh dari teks book maupun jurnal yang telah di publikasikan. Data yang diperoleh berupa data primer maupun data sekunder.
- (3) Bab III. Pembahasan. Akan membahas analisa dari rumusan masalah yang disampaikan sesuai dengan batasan dalam ruang lingkup dengan menggunakan data data sekunder yang telah disampaikan dalam tinjauan pustaka.
- (4) Bab IV. Penutup. Pada bab ini berisi tentang simpulan dan rekomendasi dari keseluruhan pembahasan untuk dapat dijadikan sebagai masukan bagi para pemangku kebijakan.

5. Metode dan Pendekatan

- a. **Metode.** Penulisan ini menggunakan metoda deskriptif analisis dan penelaahan dan penjelasan dari hasil pengumpulan data primer maupun data sekunder yang berkaitan dengan materi permasalahan yang dianalisis berdasarkan pada studi pustaka sehingga dapat memberikan gambaran dan penjelasan yang lengkap dalam penyampaian upaya-upaya dan pemecahan masalah. Kajian ini dimulai dengan pengumpulan referensi sesuai dengan kata kunci *Penyiapan Bangsa Indonesia menuju Negara Industri berbasis Riset dan Revolusi Industri 4.0* serta *Making Indonesia 4.0* yang kemudian hasil kajian ini dianalisa dan dicari hubungan keterkaitannya yang selanjutnya didiskripsikan dan diambil kesimpulannya. Agar indikator yang telah disebutkan diatas dapat ditentukan maka secara operasional diperlukan adanya instrumen

pengukuran. Dalam hal ini pengukuran dilakukan pada data kuantitatif dan data kualitatif yang dikuantifikasi.

- b. Pendekatan.** Penulisan Taskap ini menggunakan pendekatan dari perspektif Ketahanan Nasional secara komprehensif, integral dan holistic dengan menggunakan model kepemimpinan berdasarkan teori U⁹ (*U Theory*) dari C. Otto Scharmer, teori pertumbuhan endogenous (*Endogenous Growth Theory*), konsep *Triple Helix*, dan konsep Revolusi Industri 4.0 Klaus Schwab. Luaran dari kajian ini diharapkan dapat menjadi tolok ukur / *benchmark* terkait dengan rekomendasi strategi penyiapan bangsa Indonesia menjadi negara Industri berbasis riset di era Revolusi Industri 4.0.

6. Pengertian-Pengertian

Beberapa istilah yang dibahas oleh penulis dalam Taskap ini mengandung pengertian sebagai berikut:

- a. Bangsa Indonesia adalah Pemerintah dan Warganya dibatasi pada pimpinan, sumber daya manusia, kapasitas inovasi dan produktivitas di lingkungan pemerintah antara lain Kementerian yang terkait di sektor riset dan Industri, Lembaga riset yang melaksanakan Penelitian Pengembangan Pengkajian dan Penerapan (Litbang Jirap) serta pemangku kepentingan lainnya yaitu lingkungan akademisi dan industri dalam menjalankan riset.
- b. Negara Industri Berbasis Riset¹⁰ mengandung makna sebagai respon positif dari Industri terhadap hasil-hasil riset akibat dari kemajuan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi yang menjadikan negara Indonesia unggul baik nasional, regional maupun global.
- c. Revolusi Industri 4.0¹¹ diperkenalkan oleh Klaus Schwab atau dikenal dengan *Fourth Industrial Revolution* (4IR) adalah era industri ke empat sejak era revolusi industri pertama yang memadukan bidang fisik, digital dan biologis atau dikenal dengan *cyber physical system* (CPS) dan ditandai

⁹ C. Otto Scharmer, *The Essentialas of Theory U, Core Principles and Applications*, 2018

¹⁰ Yudistiro Pranoto, 2018, Habibie dan Megawati Dukung Indonesia Jadi Negara Industri Berbasis Riset dan Inovasi, diunduh dari <https://www.inews.id/multimedia/photo/habibie-dan-megawati-dukung-indonesia-jadi-negara-industri-berbasis-riset-dan-inovasi>, pada tgl 15 1 April 2020, pkl 06.30

¹¹ Schwab, Klaus. 2016, "The Fourth Industrial Revolution", World Economic Forum, Crown Publishing Group, 11 Jan 2016. Geneva, Switzerland

dengan munculnya terobosan teknologi di robot, kecerdasan buatan, internet dan aditif manufaktur atau *3D printing*.

- d. Penelitian¹² adalah kegiatan yang dilakukan menurut metodologi ilmiah untuk memperoleh data dan informasi yang berkaitan dengan pemahaman tentang fenomena alam dan/atau sosial, pembuktian kebenaran atau ketidak benaran suatu asumsi dan/atau hipotesis.
- e. Pengembangan¹³ adalah kegiatan untuk peningkatan manfaat dan daya dukung Ilmu Pengetahuan dan Teknologi yang telah terbukti kebenaran dan keamanannya untuk meningkatkan fungsi dan manfaat Ilmu Pengetahuan dan Teknologi
- f. Pengkajian¹⁴ adalah kegiatan untuk menilai atau mengetahui kesiapan, kemanfaatan, dampak, dan implikasi sebelum dan/atau sesudah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi diterapkan.
- g. Penerapan¹⁵ adalah pemanfaatan/ hasil Penelitian, Pengembangan, dan/atau Pengkajian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi ke dalam kegiatan perekayasaan, inovasi, dan/atau difusi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi
- h. Lembaga LITBANG JIRAP¹⁶ adalah Lembaga Penelitian Pengembangan , Pengkajian dan Penerapan
- i. Perekayasaan¹⁷ adalah kegiatan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dalam bentuk desain atau rancang bangun untuk menghasilkan nilai, produk dan/atau proses produksi yang lebih baik dan/atau efisien dengan mempertimbangkan keterpaduan sudut pandang dan/atau konteks teknis, fungsional, bisnis, sosial, budaya, lingkungan hidup, dan estetika.
- j. Invensi¹⁸ adalah ide inventor yang dituangkan ke dalam suatu kegiatan pemecahan masalah yang spesifik di bidang Teknologi berupa produk atau proses, atau penyempurnaan dan pengembangan produk atau proses.

¹² Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2019 Tentang Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

¹³ Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2019 Tentang Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

¹⁴ IBID

¹⁵ IBID

¹⁶ IBID

¹⁷ IBID

¹⁸ IBID

- k. Inovasi¹⁹ adalah hasil pemikiran, Penelitian, Pengembangan, Pengkajian, dan/atau Penerapan, yang mengandung unsur kebaruan dan telah diterapkan serta memberikan kemanfaatan ekonomi dan/atau sosial.
- l. Difusi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi²⁰ adalah kegiatan penyebarluasan informasi dan/atau promosi tentang suatu Ilmu Pengetahuan dan Teknologi secara proaktif dan ekstensif oleh penemunya dan/atau pihak lain dengan tujuan agar dimanfaatkan untuk meningkatkan daya gunanya
- m. Produktivitas²¹ adalah metode untuk melihat sejauh mana efisiensi dan efektivitas yang dihasilkan oleh input dalam menghasilkan output
- n. *Total Factor Productivity (TFP²²)* atau total faktor produktivitas adalah faktor yang terkait erat dengan dengan penguasaan, kemajuan dan aplikasi teknologi.
- o. INDI 4.0²³ : *Indonesia Industry 4.0 Readiness Index* yang ditetapkan oleh Kementerian Perindustrian merupakan standar acuan untuk mengukur tingkat kesiapan perusahaan / industri untuk bertransformasi ke era Revolusi Industri 4.0.
- p. Industri dalam UU No. 3 tahun 2014 adalah seluruh bentuk kegiatan ekonomi yang mengolah bahan baku dan/atau memanfaatkan sumber daya industri sehingga menghasilkan barang yang mempunyai nilai tambah atau manfaat lebih tinggi, termasuk jasa industri.
- q. Teknologi industri dalam UU No. 3 tahun 2014 adalah hasil pengembangan, perbaikan, invensi, dan/atau inovasi dalam bentuk teknologi proses dan teknologi produk termasuk rancang bangun dan perekayasaan, metode, dan/atau sistem yang diterapkan dalam kegiatan Industri

¹⁹ IBID

²⁰ IBID

²¹ Chandra Mustika, 2012, Analisis Pertumbuhan Total Factor Productivity di Indonesia Periode 1990 sampai 2008, Jurnal Paradigma Ekonomi, Vol. 1 No. 5 April 2012

²² IBID

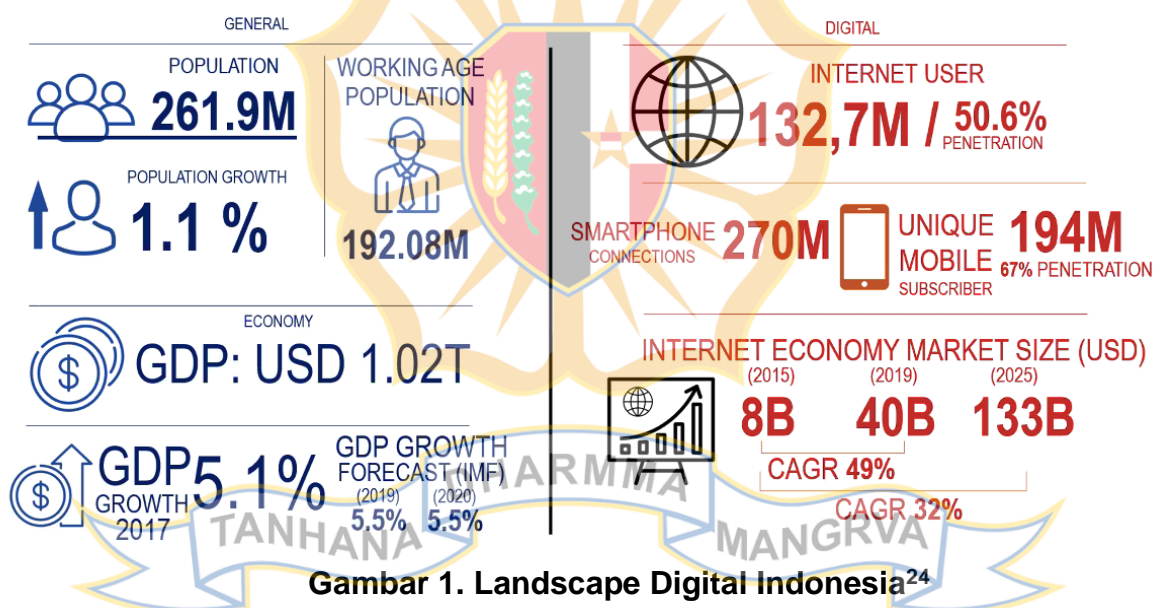
²³ Yayu Agustini Rahayu, 2019, Percepat Penerapan Industri 4.0. Kemenperin Luncurkan INDI 4.0, diunduh dari <https://www.merdeka.com/uang/percepat-penerapan-industri-40-kemenperin-luncurkan-indi-40.html>, pada tgl 1 Juni 2020 pkl 06.00 WIB

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

7. UMUM

Isaac Asimov seorang ahli biokimia Amerika Serikat mengatakan *“we are the stage where the problems that we must solve are going to become insoluble without computers. I do not fear the computer. I fear the lack of them”*. Ungkapan ini menandai masuknya era digital yang begitu cepat dan sangat berpengaruh pada perkembangan teknologi di era globalisasi. Aplikasi teknologi canggih yang diperkuat dengan teknologi informasi yang semakin menjadi kebutuhan di industri telah menandai masuknya Revolusi Industri 4.0 di berbagai sektor industri. Diperlukan strategi dan upaya untuk dapat mengimplementasikan secara optimal Revolusi Industri 4.0 agar dapat menarik industri-industri yang saat ini masih menggunakan teknologi era revolusi 1.0, 2.0 dan 3.0. Gambaran kondisi digital Indonesia dapat dilihat dalam Gambar 1 dibawah ini.



Pengguna internet di Indonesia sudah mencapai 132,7 Juta orang dengan potensi pasar pengguna internet mencapai US\$ 40 T pada saat populasi penduduk Indonesia mencapai 261,9 Juta jiwa. Permasalahannya sebagian besar UMKM dan Industri di Indonesia masih menggunakan teknologi Revolusi Industri 1.0 sd 3.0. Perlu disadari bahwa di era Revolusi Industri 4.0 ini bukan hanya teknologi canggih yang menjadi tantangan kedepan namun perubahan cara berpikir,

²⁴ Ismail, 2020, Pengembangan Ekonomi Digital Dalam Membangun Kemandirian Bangsa, Ceramah Ditjen SDPPI Menteri Komunikasi dan Informatika RI, PPRA LX Lemhannas RI 2020

bertindak dan merespon terhadap lingkungan sekitar memerlukan penguasaan dalam *skill* yang baru dan adaptif dalam menghadapi perkembangan ini. Pemanfaatan revolusi industri 4.0 harus dijadikan kesempatan untuk dapat menarik Industri-industri 1.0, 2.0 dan 3.0 tersebut agar dapat mencapai perkembangan yang lebih optimal yang diarahkan pada beberapa isu penting yaitu produktivitas, daya saing, tenaga kerja unggul, market dan pengembangan teknologi. Hal ini dapat diwujudkan dengan membangun ekosistem riset dengan Lembaga Litbang Jirap, universitas dan industri dengan sistem Triple Helix seperti yang dapat dilihat dalam Gambar 2. Setiap pemangku kepentingan akan memiliki peran masing masing dalam upaya untuk memanfaatkan potensi unggul yang kita miliki.



Gambar 2. Sistem Triple Helix Pembangunan Industri berbasis riset²⁵

Dengan cara ini Industri di Indonesia yang masih menggunakan teknologi 1.0, 2.0 dan 3.0 akan naik kelas untuk masuk seutuhnya ke Revolusi Industri 4.0. Industri di Indonesia harus dapat memanfaatkan alih teknologi, audit teknologi dan kliring teknologi untuk mengadopsi proses industrialisasi dari negara negara yang telah mengimplementasikan Revolusi Industri 4.0 terlebih dahulu. Kapasitas produksi industri manufaktur dengan teknologi tinggi perlu terus di kembangkan untuk menghasilkan produk dengan tingkat kompleksitas dan *added value*/nilai tambah tinggi sehingga dapat bersaing dipasar internasional. Dukungan riset dari

²⁵ Marina Ranga and Henry Etzkowitz, Triple Helix System: an analytical framework for innovation policy in the Knowledge Society, Industry & Higher Education Vol 27, No . 3 August 2001, pp.237 - 262

para pemangku kepentingan dalam pengembangan Industri berbasis teknologi tinggi dan IT akan menjadi target kedepan dalam upaya meningkatkan daya saing produksi nasional. Peran pimpinan baik di Kementerian, Litbang, Akademisi maupun Industri akan menjadi faktor utama dalam melaksanakan upaya kerjasama timbal balik dalam rangka pencapaian tersebut antara lain dalam penyiapan infrastruktur, penyiapan *soft* infrastruktur dan kebijakan yang mendukung / regulasi. Dengan upaya ini kita berharap proses menjauh menjadi negara industri atau deindustrialisasi setelah Indonesia mengalami krisis ekonomi pada tahun 1998 harus dapat di rubah di era Revolusi Industri 4.0 dengan indikator meningkatnya kontribusi Industri pada Produk Domestik Bruto (PDB). Negara Indonesia yang terus menerus mengandalkan sumber daya alam harus menjadi negara Industri yang mengedepankan nilai tambah di hulu dan dihilir yang semakin tinggi dan menurunkan nilai tambah produksi *assembly* dengan mengkomersialisasikan hasil hasil inovasi berbasis riset dan teknologi²⁶. Indonesia masih harus mengejar ketertinggalannya dibandingkan dengan negara lain dalam melakukan inovasi. Data global inovasi indeks²⁷ tahun 2019 Indonesia masih berada pada urutan ke 85 dibanding dengan negara Swiss pada urutan 1 dan USA pada urutan ke 3 (Gambar 3 dalam Lampiran).

Kesiapan bangsa Indonesia memasuki Revolusi Industri 4.0 dapat ditinjau dari beberapa indikator antara lain bidang ekonomi yang mendukung kearah ini. Misalnya dimulai dari kebiasaan konsumsi rumah tangga yang meliputi *smart consumers*, *leisure consumers* dan *saving behaviours*. Selain itu pula di sektor non-migas yang memperlihatkan adanya pertumbuhan di setiap tahunnya. Dukungan infrastruktur konektivitas dalam rangka pencapaian pemerataan antar wilayah di Indonesia yang terdiri atas pembangunan bandara, pembangunan angkutan barang mendukung Tol laut, pembangunan jalan baru serta jalan tol dan penyediaan lintas kereta api perintis. Peningkatan dibidang ini akan menjadi indikator dalam penentuan peringkat daya saing infrastruktur Indonesia. Kesiapan lainnya adalah dibidang energi dan pembangunan *broadband* diseluruh pelosok

²⁶ Siaran Pers Kemenristek / BRIN, Sempat Alami Deindustrialisasi, Menteri Bambang Targetkan Indonesia Menjadi Negara Industri Berbasis Riset, Teknologi dan Inovasi dalam Lima Tahun, , diunduh dari <https://www.ristekbrin.go.id/kabar/sempat-alami-deindustrialisasi-menteri-bambang-targetkan-indonesia-menjadi-negara-industri-berbasis-riset-teknologi-dan-inovasi-dalam-lima-tahun/>, pada 20 April 2020 pkl 06.00 WIB

²⁷ Global Innovation Index, diunduh dari <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2019-report>, pada tanggal 1 Juni 2020 pk 06.00 WIB

terpencil di tanah air yang meliputi rasio elektrifikasi, kapasitas pembangkit dan konsumsi listrik per kapita. Tidak bisa dihindari dalam pemanfaatan teknologi canggih masalah *broadband* dengan dukungan listrik memadai menjadi faktor utama utk mendapatkan perhatian. Parameter atau indikator tersebut akan menentukan posisi Indonesia dalam *Global manufacturing Competitiveness index*nya. Hal hal ini akan diuraikan dalam pasal Tinjauan Pustaka ini.

Untuk merealisasikannya diperlukan pimpinan yang menjadi dirigennya yang akan membangkitkan kembali cita cita dari Presiden ke III RI Bapak BJ Habibie yang bercita cita menjadikan negara Industri berbasis riset dimana selama selama 20 tahun Bapak BJ Habibie telah memulai dan memimpin berdirinya industri-industri strategis di Indonesia sejak thn 1970an²⁸ yang dikenal dengan Badan Pengelola Industri Strategis (BPIS)²⁹. Berdasarkan Keppres Nomor 59 Tahun 1998 BJ Habibie mengintegrasikan 10 BUMN yang terdiri dari Industri Pertahanan, alat berat dan Industri Teknologi Maju. Perusahaan yang dibangun tersebut antara lain adalah PT Barata (bidang alat berat), PT IPTN (untuk bidang dirgantara), PT Krakatau Steel (bidang industri baja), PT Pindad (bidang senjata dan pertahanan) dan PT LEN (Industri Elektronika). Seluruh industri ini dibangun dengan mengandalkan proses alih teknologi dengan prinsip *progressive manufacture*. Di era Revolusi Industri 4.0 sejarah ini akan menjadi referensi bagaimana Indonesia siap kembali untuk menjadi negara Industri berbasis riset di era Revolusi Industri 4.0.

8. Peraturan Perundang Undangan

(1). Peraturan Terkait dengan Kebijakan Nasional IPTEK / Riset

a. Undang-Undang Dasar NRI 1945.

Dalam Alinea ke IV Pembukaan UUD NRI 1945 dijelaskan mengenai (i) memajukan kesejahteraan umum, dan (ii) mencerdaskan kehidupan bangsa. Untuk mencapai kedua tujuan tersebut maka penguasaan dan penerapan IPTEK merupakan prasyarat dan kelengkapan utama, sehingga kedua tujuan itu dapat dicapai dan diwujudkan bersama dalam kehidupan bangsa kita. Pada

²⁸ Gun Gun Gunadi, Habibie dan Industri Strategis, diunduh dari <https://historia.id/historiografis/articles/habibie-dan-industri-strategis-P7epw>, pada tgl 1 April 2020 pk 06.00 WIB

²⁹ Fadrik Aziz Firdausi, Membidani Industri Strategis Dalam Negeri, diunduh dari <https://historia.id/sains/articles/membidani-industri-strategis-dalam-negeri-6jopL>, pada tgl 1 April 2020 pk 06.00 WIB

batang tubuh UUD NRI 1945 Amandemen ke 4 Pasal 28C ayat (1) menjelaskan bahwa setiap orang berhak memperoleh manfaat dari ilmu pengetahuan dan teknologi. Kemudian dalam pasal 31 ayat 5 menjelaskan bahwa Pemerintah memajukan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) untuk kemajuan peradaban serta kesejahteraan umat manusia. Hal yang penting dengan adanya pasal ini adalah penekanan pada peran negara yang dalam hal ini adalah pemerintah untuk membangun iklim yang kondusif sehingga pemanfaatan IPTEK nasional ditujukan pada kemajuan bangsa dan mencegah resiko yang merugikan masyarakat dan negara.

b. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2007 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang (RPJP) Nasional 2005 – 2025.

Bab IV dalam Undang Undang ini menyebutkan mengenai salah satu sasaran pokok nasional yaitu terwujudnya karakter bangsa yang tangguh, kompetitif, berakhlak mulia, dan bermoral berdasarkan falsafah Pancasila yang dicirikan dengan watak dan perilaku manusia dan masyarakat Indonesia yang beragam, beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berbudi luhur, bertoleran, bergotong royong, berjiwa patriotik, berkembang dinamis, dan berorientasi iptek. Tujuan dari Undang Undang ini adalah untuk mewujudkan bangsa Indonesia yang maju, mandiri, dan adil sebagai landasan bagi tahap pembangunan berikutnya menuju masyarakat adil dan makmur. Amanat RPJPN menegaskan bahwa mewujudkan bangsa yang berdaya saing merupakan salah satu misi pembangunan nasional.

c. Peraturan Presiden No 18 Tahun 2020 Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020 – 2024.

Untuk melaksanakan ketentuan pada pasal 19 ayat (1) Undang Undang Nomor 25 Tahun 2004 tentang Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional, Presiden Jokowi menetapkan Peraturan Presiden nomor 18 tahun 2020 tentang RPJM Nasional tahun 2020 – 2024. RPJM Nasional ini adalah dokumen perencanaan pembangunan nasional untuk periode selama 5 tahun kedepan sampai dengan tahun 2024. Dalam Pasal 1 ayat (1) Perpres ini disebutkan bahwa RPJM Nasional merupakan penjabaran dari Visi, misi dan program Presiden Jokowi hasil pemilu yang telah dilaksanakan pada tahun 2019. Sedangkan dalam Pasal 2 ayat (2) menjelaskan bahwa RPJM Nasional

memuat strategi pembangunan nasional, kebijakan umum, program Kementerian/Lembaga dan lintas Kementerian/Lembaga, kewilayahan dan lintas kewilayahan, serta kerangka ekonomi makro yang mencakup gambaran perekonomian secara menyeluruh termasuk arah kebijakan fiskal dalam rencana kerja yang berupa kerangka regulasi dan kerangka pendanaan yang bersifat indikatif. RPJMN sebagaimana dimaksud berfungsi sebagai: a. Pedoman bagi Kementerian/Lembaga dalam menyusun rencana strategis; b. Bahan penyusunan dan penyesuaian RPJM Daerah; c. Pedoman pemerintah dalam menyusun Rencana Kerja Pemerintah (RKP); dan d. Acuan dasar dalam pemantauan dan evaluasi RPJM Nasional.

(2). Peraturan terkait dengan LITBANG – JIRAP bidang Teknologi / Riset

a. Undang-Undang Republik Indonesia No. 11 Tahun 2019 tentang Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (SISNAS IPTEK).

Dalam upaya untuk melaksanakan amanat yang tertuang dalam UUD NRI 1945 yang menjadi tugas negara, maka ditetapkanlah Undang Undang Nomor 11 Tahun 2019 tentang SISNAS IPTEK. Pasal 3 huruf c dalam Undang Undang ini menegaskan uraian tugas dan amanah negara yaitu *meningkatkan pemanfaatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi untuk pembangunan nasional berkelanjutan, kualitas hidup, dan kesejahteraan masyarakat*, sedang dalam huruf d dalam Undang Undang tertulis *meningkatkan kemandirian, daya saing bangsa, dan daya tarik bangsa dalam rangka memajukan peradaban bangsa melalui pergaulan internasional*. Hal yang penting dalam Undang Undang ini menegaskan bahwa IPTEK harus menjadi rujukan/landasan dalam pembuatan perencanaan pembangunan nasional dalam segala aspek kehidupan masyarakat Indonesia yang berpedomen pada ideologi Pancasila yang disebutkan dalam pasal 4 huruf a Undang Undang ini.

Dalam melaksanakan penerapan sistem inovasi akan sangat bergantung pada pada model pendekatan yang dikembangkan oleh bangsa tersebut dan akan menjadi kerangka konsep yang mendasari penyusunan, pengembangan sampai dengan implementasi sistem inovasi tersebut pada tataran Nasional, daerah maupun sectoral. Jika dikaitkan dengan penjelasan diatas sesuai dengan Pasal 34 ayat (2) huruf c maka keberadaan lembaga pengkajian dan

penerapan mempunyai tugas utama untuk menghasilkan teknologi inovasi yang bertujuan untuk menghasilkan *added value* (nilai tambah) dari suatu produk atau proses produksi untuk sepenuhnya kesejahteraan dan kemakmuran bangsa.

UU ini menjadi pedoman dalam upaya untuk pendayagunaan sumber daya Iptek secara efektif dan efisien. Undang Undang SISNAS Iptek menjadi salah satu modal dasar dalam pembangunan nasional. Hal tersebut menegaskan penting Iptek dan harus dilakukan dalam proses penyelenggaraan pengkajian dan penerapan dengan baik. Undang-Undang no. 11 tahun 2019 tentang SISNAS IPTEK merupakan produk kebijakan dalam rangka mengelola dan mendayagunakan sumber daya Indonesia dan isinya.

**b. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2018
Tentang Rencana Induk Riset Nasional Tahun 2017 – 2045**

RIRN disusun sebagai acuan utama perencanaan sektor Riset di skala nasional. Dan sekaligus melengkapi sistem perencanaan nasional yang telah ada dan berorientasi pada output di setiap Kementerian/Lembaga (K/L). Visi RIRN 2015-2045 adalah "Indonesia 2045 Berdaya Saing dan Berdaulat Berbasis Riset". "Berdaya saing" mengandung pengertian bahwa riset menjadi motor utama untuk menghasilkan invensi dan inovasi yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan daya saing bangsa. Sedangkan "Berdaulat berbasis riset" mengandung pengertian bahwa RIRN menjadi titik awal membentuk Indonesia yang mandiri secara sosial ekonomi melalui penguasaan dan keunggulan kompetitif iptek yang tinggi secara global. Tujuan utama riset adalah menemukan kebaruan (invensi) yang selanjutnya dapat dikembangkan. Kebaruan dari hasil kegiatan riset dibuktikan dengan keluaran yang telah diverifikasi oleh komunitasnya berupa HKI, khususnya publikasi ilmiah dan paten/PVT/hak cipta terdaftar.

**c. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 74 Tahun 2019
Tentang Pembentukan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)**

Sesuai dengan amanat Pasal 48 UU No 11/2019 SISNAS IPTEK, disebutkan bahwa yang dimaksud dengan "terintegrasi" adalah upaya mengarahkan dan menyinergikan penyusunan perencanaan, program, anggaran, dan Sumber Daya Ilmu Pengetahuan dan Teknologi bidang

Penelitian, Pengembangan, Pengkajian, dan Penerapan (Litbang Jirap) untuk menghasilkan Inovasi dan Inovasi sebagai landasan ilmiah dalam perumusan dan penetapan kebijakan pembangunan nasional. Pasal ini menjelaskan mengenai peran lembaga Litbang Jirap dalam rangka menjalankan kegiatan untuk menghasilkan Inovasi dan Inovasi melalui Badan Riset dan Inovasi Nasional atau BRIN. Seluruh Perencanaan dan penganggaran pelaksanaan program nasional akan dilaksanakan dalam badan baru yang disebut dengan BRIN ini.

(3). Peraturan terkait Teknologi Industri

a. Undang – Undang Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian.

Undang Undang Nomor 3 tahun 2014 Pasal 1 bagian nomor 2 menjelaskan mengenai pengertian Industri adalah seluruh bentuk kegiatan ekonomi yang mengolah bahan baku dan/atau memanfaatkan sumber daya industri sehingga menghasilkan barang yang mempunyai nilai tambah atau manfaat lebih tinggi, termasuk jasa industri. Sedangkan dalam Pasal 1 bagian nomor 12 dijelaskan bahwa teknologi industri adalah hasil pengembangan, perbaikan, inovasi, dan/atau inovasi dalam bentuk teknologi proses dan teknologi produk termasuk rancang bangun dan perancangan, metode, dan/atau sistem yang diterapkan dalam kegiatan Industri. Pasal 1 Nomor 16 kemudian menjelaskan mengenai Sistem Informasi Industri adalah tatanan prosedur dan mekanisme kerja yang terintegrasi meliputi unsur institusi, sumber daya manusia, basis data, perangkat keras dan lunak, serta jaringan komunikasi data yang terkait satu sama lain dengan tujuan untuk penyampaian pengelolaan, penyajian, pelayanan serta penyebarluasan data dan / atau Informasi Industri. Adapun aspek pemanfaatan teknologi merupakan bagian dari pembangunan sumber daya Industri yang meliputi i. pembangunan sumber daya manusia; ii, pemanfaatan sumber daya alam; iii. pengembangan dan pemanfaatan Teknologi Industri; iv. pengembangan dan pemanfaatan kreativitas dan inovasi; dan v. penyediaan sumber pembiayaan. Berkaitan dengan teknologi yang berasal dari luar negeri, ketentuan dalam Undang Undang No 3 tahun 2014 pasal 85 menegaskan tentang peningkatan penggunaan produk dalam negeri dilakukan dalam rangka lebih menjamin kemandirian dan stabilitas perekonomian nasional, serta meningkatkan pemberdayaan masyarakat.

9. Kerangka Teoritis

Upaya bangsa Indonesia mencapai target negara industri berbasis riset di era Revolusi Industri 4.0 akan menghadapi berbagai macam tantangan jika tidak dilakukan persiapan yang holistik dan terintegrasi dengan melibatkan berbagai *stake holders* dalam kehidupan masyarakat Indonesia. Kerangka teoritis dalam TASKAP ini akan menggunakan pendekatan teori dari 4 aspek yang saling berkaitan satu dengan yang lainnya yang saling mendukung dalam membahas penyiapan Bangsa Indonesia menuju negara Industri berbasis Riset di Era Revolusi Industri 4.0 yaitu 1. Pemimpin di era digital, kesiapan pimpinan dalam menghadapi era Revolusi Industri 4.0, 2. Triple Helix, yang menekankan pada korelasi dan hubungan yang erat dengan niat untuk saling membangun bersama diantara Pemerintah Lembaga Industri Universitas dan society yang digambarkan dalam Triple Helix tersebut 3. Pemanfaatan hasil Riset, yaitu kesiapan Indonesia sebagai Negara Industri yang memaksimalkan pemanfaatan Riset sebagai basis dalam strategi bisnisnya dan 4. Pengertian dan Tantangan Era Revolusi Industri 4.0.

(1). Teori U (*U Theory*) Otto Scharmer sebagai teori Kepemimpinan di Era Globalisasi.

Teori U³⁰ atau (*U Theory*) dari Otto Scharmer menjelaskan mengenai peran pemimpin untuk melakukan perubahan mengakar dan mendorong inovasi dalam individu, organisasi maupun sistem sosial dan teori komitmen Pimpinan Nasional³¹. Teori U dari Otto Scharmer mencoba untuk menjawab tantangan bagi seorang pemimpin nasional di era Revolusi Industri 4.0. Dalam Teori U yang dimaksud dengan kepemimpinan adalah kemampuan dalam melakukan perubahan didalam organisasi untuk mengungkap dan menangkap kesempatan masa depan, melakukan eksplorasi dan kebebasan melakukan kreativitas. Teori U yang disampaikan Otto Scharmer dimulai dengan memikirkan kesadaran baru dan kepemimpinan baru untuk mengatasi tantangan yang ada dan terhindari dari jebakan dalam lubang persoalan yang disebut dengan area *Blind Spot*. Otto Scharmer menyebutnya "*There is a blind spot in leadership, management and social change*". Maksudnya adalah bahwa

³⁰ Scharmer, C. Otto, *The Essentials of Theory U, Core Principles and Applications*, 2018

³¹ BS Bidang Studi Kepemimpinan, Tim Pokja Kepemimpinan, Lemhannas RI Tahun 2020, hal 25.

banyak pemimpin saat ini yang masih tidak mau mendengar dan menyimak dengan pikiran, hati dan jiwa atau buta dengan dimensi kepemimpinan. Pemimpin efektif harus memahami medannya sesuai dengan tiga inti gerakan dalam proses U yaitu *Observe – Retreat and Reflect dan Prototype : Act in an instant*³².

Seorang pimpinan nasional³³ harus memiliki integritas, visi, misi dalam upaya untuk mencapai tujuan nasional. Lingkungan global dan kepentingan nasional yang didukung oleh ketahanan nasional. Pemimpinan nasional harus dapat berpikir secara sistematik dan memiliki *grand strategy* sehingga pencapaian tujuan nasional dapat direalisasikan sesuai dengan perencanaan yang baik. Seseorang pemimpin harus memiliki komitmen atau janji pada diri sendiri atau pada orang lain yang tercermin pada perbuatan dan tindakan³⁴. Komitmen organisasi dapat diartikan sebagai upaya loyalitas seorang pemimpin dalam memberikan kontribusi maksimal dalam rangka untuk mencapai tujuan organisasi. Teori Humanistik³⁵ (*Humanistik Theory*) menyebutkan bahwa seorang pemimpin harus dapat membuat organisasi sedemikian rupa hingga memberikan sedikit kebebasan kepada orang-orang dalam organisasi untuk mewujudkan motivasinya sehingga dapat memberikan sumbangan terhadap pencapaian tujuan organisasi. Seorang pemimpin diharapkan harus menjadi sumber inspirasi, motor dan penggerak dari organisasi yang dipimpinnya dalam rangka untuk mencapai tujuan bersama dan kesejahteraan yang merata bagi seluruh anggota dalam organisasi. Pemimpin nasional perlu menyiapkan strategi yang baik untuk menghadapi puncak bonus demografi pada tahun 2030 – 2040. Jika kualitas tenaga kerja kita pada thn 2030 tidak diantisipasi jangan sampai bonus demografi tidak mampu mensejahterakan bangsa tapi malah akan menjadi bencana demografi³⁶. Kondisi ini dapat mengakibatkan efek berantai di berbagai kehidupan manusia sebab dengan keterbatasan lapangan pekerjaan akan mengakibatkan peningkatan tingkat kemiskinan dan menimbulkan dampak

³² Scharmer, C. Otto , *The Essentials of Theory U, Core Principles and Applications*, 2018, page 21.

³³ BS Bidang Studi Kepemimpinan, Tim Pokja Kepemimpinan, Lemhannas RI Tahun 2020, hal 11

³⁴ Kerangka Acuan untuk Peserta Paparan Esai BS Kepemimpinan PPR, A LX Tahun 2020

³⁵ BS Bidang Studi Kepemimpinan, Tim Pokja Kepemimpinan, Lemhannas RI Tahun 2020, hal 9

³⁶ Vanny Rahman, 2019, IMR 2019, Bonus Demografi di Indonesia Peluang atau Tantangan, diunduh dari <https://www.idntimes.com/news/indonesia/vanny-rahman/bonus-demografi-di-indonesia-peluang-atau-tantangan-ims2019/>, pada 30 Maret 2020 pk 06.00 WIB

buruk pada kehidupan masyarakat antara lain konflik fisik antar komunitas (mahasiswa, suku, antar pemeluk agama), kehidupan ekonomi, pendidikan dan kesehatan masyarakat³⁷.

(2). Model Teknologi dalam Pertumbuhan Ekonomi

Pertumbuhan ekonomi saat ini bukan saja merupakan faktor akumulasi kapital dan besarnya jumlah SDM namun juga di pengaruhi oleh *Total Factor Productivity* yaitu faktor yang sangat berkaitan dengan penguasaan teknologi. Yang dimaksud dengan Produktivitas adalah metoda untuk melihat sejauh mana efisiensi dan efektivitas yang dihasilkan oleh input dalam menghasilkan output.

Model Pertumbuhan Neo-Klasik Solow-Swan³⁸ dipandang sebagai model standar yang menempatkan kemajuan teknologi secara eksogen (*exogenous technology*) dalam pertumbuhan ekonomi. Teori Solow-Swan memodelkan pertumbuhan ekonomi yang disebabkan oleh adanya perubahan teknologi tanpa memandang faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan teknologi.

Romer dengan Teori Pertumbuhan Endogenous³⁹ (*Endogenous Growth Theory*) menyatakan bahwa penyumbang terbesar pertumbuhan ekonomi bukan diperoleh dari akumulasi modal dan jumlah buruh, namun ditentukan oleh *Total Factor Productivity* (TFP)⁴⁰ atau total faktor produktivitas yaitu faktor yang terkait erat dengan dengan penguasaan, kemajuan dan aplikasi teknologi. Model ini menempatkan teknologi secara endogen dalam pertumbuhan ekonomi (*endogenous technology-induced technology change*)⁴¹. Pertumbuhan ekonomi menurut Romer disebabkan oleh adanya perubahan teknologi sekaligus mendalami faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan teknologi. Menurut Romer terdapat tiga komponen penting untuk menentukan

³⁷ Admin Padmu, 2019, Pengertian Bonus Demografi dan Dampaknya, diunduh dari <https://www.padamu.net/pengertian-bonus-demografi>, pada tgl 15 April 2020 pk 06.00 WIB

³⁸ Chandra Mustika, 2012, Analisis Pertumbuhan Total Factor Productivity di Indonesia Periode 1990 sampai 2008, Jurnal Paradigma Ekonomi, Vol. 1 No. 5 April 2012

³⁹ Bayu Wijayanto, 2019, Teori Pertumbuhan Endogenous (Endogenous Growth Theory), diunduh dari https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3317961, pada tanggal 25 Maret 2020 pkl 05.30

⁴⁰ Muhammad Fazri, Hermanto Siregar, Nunung Nuryaatono, 2017, Efisiensi Teknis, Pertumbuhan Teknologi dan Total Faktor Produktivitas pada Industri Menengah dan Besar di Indonesia, Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Pembangunan, Vol 6, No. 1, Hlm 1 – 20

⁴¹ Chandra Mustika, 2012, Analisis Pertumbuhan Total Factor Productivity di Indonesia Periode 1990 sampai 2008, Jurnal Paradigma Ekonomi, Vol. 1 No. 5 April 2012

nilai TFP yaitu efisiensi teknis, skala usaha dan penggunaan teknologi. Oleh sebab itu dalam kajian Taskap ini pengetahuan (*knowledge*) dan teknologi yang didukung oleh riset serta inovasi yang dikaitkan dengan nilai TFP merupakan variable fungsi produksi yang mutlak untuk dapat menilai kesiapan Indonesia menuju industri berbasis riset di era Revolusi Industri 4.0 ini.

(3). Teori Triple Helix

Bagaimana peran-peran pemangku kepentingan akan ditinjau menggunakan konsep *Triple Helix*⁴² *plus Society* atau disebut dengan *Quad Helix*. Menurut Etzkowitz dan Leydesdorff konsep Triple Helix adalah suatu platform untuk pembentukan institusi (pengorganisasian) yang didasarkan pada asumsi bahwa industri, universitas dan pemerintah semakin saling bergantung. Model *Triple Helix* ini dapat dilihat sebagai heuristik secara sistematis memperhitungkan ketiga bidang ketika para peneliti dan perakayasa mempelajari dinamika produksi dan inovasi pengetahuan. Sinergi dan koordinasi diantara para *stakeholders* dalam membangun negara Industri berbasis Riset diharapkan dengan cepat dapat membangun eko-sistemnya. Pembangunan infrastruktur dapat diimplementasikan secara terarah, sistematis dan terencana serta berkesinambungan dalam suatu sistem manajemen nasional yang dikategorisasikan dalam model *Quad Helix* (*intellectuals, Government, business dan Society*). Kolaborasi dari keempat aktor dalam *Quad Helix* akan diarahkan pada peningkatan kemampuan inovasi dan menciptakan sinergi yang menguntungkan dimana masing masing diharapkan mampu untuk melaksanakan peran efektif dan efisien guna mewujudkan negara industri yang tangguh dan berkelanjutan. Keterlibatan para *intellectuals* / akademisi diharapkan dapat menciptakan *added value* (nilai tambah) yang inovatif.

Sirkulasi pemangku kepentingan (*Stake Holders*) pada Triple Helix merupakan penggerak dari kumpulan kemampuan, ide dan kreativitas dalam sistemnas⁴³ yang membentuk ruang konsensus dimana masing masing pemangku kepentingan menyepakati untuk menjalankan perannya dalam

⁴² Marina Ranga and Henry Etzkowitz, Triple Helix System: an analytical framework for innovation policy in the Knowledge Society, Industry & Higher Education Vol 27, No . 3 August 2001, pp.237 - 262

⁴³ Muhammad Ali Ramdani, Implementasi Quad Helix Sebagai Upaya Peningkatan Daya Saing Bangsa, Jurnal Kajian Lemhannas RI, Edisi 39, September 2019

mengolah sumberdaya kelautan menjadi produk unggulan. Pada model *Triple Helix*, akademisi menjalankan perannya dalam menghasilkan gagasan baru melalui kerekayasaan sebagai penghasil dan pengguna inovasi. Pelaku bisnis menyediakan barang dan jasa bagi konsumen yang berperan dalam mengubah potensi sumberdaya alam menjadi sesuatu yang bernilai ekonomis dan sekaligus sebagai pengguna hasil inovasi. Pemerintah memiliki otoritas dalam pengembangan industri dan memiliki fungsi sebagai regulator dan pembuat kebijakan sehingga tercipta sinergi yang baik diantara para pemangku kepentingan. Sedangkan komponen masyarakat (*society*) seperti Koperasi dan Kelompok Usaha Bersama (KUB) yang akan menerima layanan produk yang dihasilkan. Jelas bahwa *Triple Helix* merupakan kekuatan untuk menciptakan sistem kolaborasi yang mendorong tumbuhnya inovasi teknologi menjadi produk unggulan nasional.

(4). Model RIU (*Research, Integration and Utilization*) sebagai dasar Kebijakan Pembangunan Nasional Indonesia (*Science Based Policy*)

Ditetapkannya Undang Undang SISNAS IPTEK Nomor 11 Tahun 2019 merupakan salah satu upaya pemerintah untuk menjadikan Indonesia menjadi negara industri berbasis riset dimana riset dalam bidang IPTEK dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan kebijakan pembangunan nasional atau *Science Based Policy* sesuai dengan yang ditulis oleh Michael Bocher⁴⁴. Michael Bocher menjelaskan dengan model RIU (*Research, Integration and Utilization*) memungkinkan terjadinya proses transfer pengetahuan ilmiah dalam praktek politik atau kekuasaan. Oleh sebab itu diperlukan alternatif dalam proses transfer *scientific knowledge* ini melalui integrasi diantara sains dan pemanfaatannya dengan orientasi penelitian ilmiah yang fokus terhadap masalah-masalah politik dengan tujuan untuk mencari solusi yang terintegrasi.

Untuk menjadi Indonesia menjadi negara industri berbasis riset diperlukan adanya dukungan pemerintah dengan mengeluarkan kebijakan pembangunan yang berbasis pada riset dibidang IPTEK sehingga landasan dari rencana pembangunan nasional harus sudah bersifat ilmiah sebagai hasil dari riset nasional berdasarkan pada trigagatra (*gatra statis*) dan menyesuaikan

⁴⁴ Michael Bocher, 2016, How does Science-based policy advice matter in policy making? The RIU model as a framework for analyzing and explaining processes of scientific knowledge transfer, *Forest Policy and Economics*, Vol 68, July 2016, pages 65-72. Elsevier

dengan kebutuhan masyarakat. Presiden Pertama Republik Indonesia Soekarno mencita citakan Indonesia menjadi negara Industri dengan membentuk tenaga tenaga ahli yang melibatkan tidak kurang dari 600 pakar di bidangnya yang dihimpun dalam suatu Dewan Perancang Nasional dan di tetapkan melalui Undang Undang Republik Indonesia Nomor 80 Tahun 1958 Tentang Dewan Perancang Nasional⁴⁵. Ketua Umum PDIP Megawati Soekarnoputri pada acara peluncuran dan peringatan 63 Konferensi Asia Afrika (KAA) menyampaikan bahwa tidak ada satu negara pun bisa menjadi negara industri yang kuat, maju dan mandiri berdikari tanpa didukung oleh suatu riset yang kuat⁴⁶. Dewan ini dipersiapkan untuk menyusun suatu perencanaan pembangunan mulai dari pembiayaan, lama pelaksanaan, kesesuaiannya dengan kebutuhan masyarakat, pemanfaatan SDM yang berdasarkan pada ideologi Pancasila.

(5). Era Revolusi Industri 4.0

Presiden Jokowi telah mendorong pemerintah dan dunia usaha untuk melaksanakan percepatan penerapan peta jalan⁴⁷ (*roadmap*) Revolusi Industri 4.0 dimana peta jalan tersebut telah diluncurkan pada bulan April 2018⁴⁸. Dalam peta jalan tersebut pemerintah telah menetapkan lima industri nasional sebagai fokus implementasi Revolusi Industri 4.0 sebagai tahap awal. Kelima industri prioritas yang dimaksud adalah (1). Industri makanan dan minuman, (2). Tekstil dan busana, (3). Otomotif, (4). Elektronik dan (5). Kimia. Diharapkan kelima prioritas Industri tersebut mampu menaikkan PDB secara signifikan terutama dalam mendorong ekspor dan investasi. Harapan ini hanya akan tercapai jika dibangun kerjasama dan koordinasi melalui sistem Triple Helix antara para pemangku kepentingan yaitu Bappenas, Kementerian BUMN, Kementerian Ketenaga Kerjaan, Kementerian Pendidikan Tinggi,

⁴⁵ Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 80 Tahun 1958 Tentang Dewan Perancang Nasional

⁴⁶, 2018, Riset yang Kuat Fondasi Menuju Negara Industri yang Berdikari, diunduh dari <https://merahputih.com/post/read/riset-yang-kuat-fondasi-menuju-negara-industri-yang-berdikari>, pada 15 Mei 2020. Pkl 06.00

⁴⁷ Kantor Staf Presiden, 2019, Presiden Jokowi Bahas Implementasi Peta Jalan Industri 4.0, diunduh dari <http://ksp.go.id/presiden-jokowi-bahas-implementasi-peta-jalan-industri-4-0/index.html>, pada tgl 25 April 2020 pkl 05.30

⁴⁸ Joko Sosilo, 2018, Peta Jalan revolusi Industri 4.0 Diluncurkan Jokowi bergulir, diunduh dari <https://www.antaraneews.com/berita/766380/peta-jalan-revolusi-industri-40-diluncurkan-jokowi-bergulir>, pada 1 Mei 2020 pkl 05.00

Kemenristek/Ka BRIN, dan Perguruan Tinggi sesuai dengan tugasnya masing-masing demi kemajuan bangsa⁴⁹.

Klaus Schwab⁵⁰ menyatakan bahwa Revolusi Industri 4.0 berpotensi meningkatkan ketegangan dan konflik sosial dan bahkan dunia yang tidak stabil. Khususnya di negara berkembang potensi yang disebabkan oleh Revolusi Industri 4.0 adalah kemampuan SDM yang tidak sesuai dengan permintaan industri sehingga permintaan menjadi tidak mencukupi. Dampaknya adalah kerusuhan sosial migrasi massal. Pengolahan data di era Revolusi Industri 4.0 untuk memperbesar market dan menangkap keinginan *customer* berdasarkan *trend pasar* akan sangat mudah dilakukan karena menurut Klaus Schwab RI4.0 akan membantu mempermudah organisasi / industri dalam mengumpulkan, mengolah dan menganalisis data dengan biaya yang rendah.

Pada umumnya UMKM di Indonesia belum siap mengimplementasikan teknologi canggih untuk menyesuaikan dengan kebutuhan di era Revolusi Industri 4.0 karena sifatnya yang kompleks, dan sebagian besar yang tidak menyadari akan pemanfaatan dan implementasi teknologi Revolusi Industri 4.0 yang dapat membawanya pada kegagalan⁵¹. Hasil respon yang ditunjukkan oleh masing-masing UMKM memperlihatkan tingkatan-tingkatan sudut pandang berbeda, mulai dari yang sangat siap dan juga ada yang merasa tidak memerlukannya sama sekali, sehingga dapat dipastikan hanya pelaku tertentu yang dapat memaksimalkan peluang industri 4.0 tersebut. Berdasarkan hal tersebut diatas dan disimpulkan bahwa masing-masing UMKM memerlukan kebijakan yang berbeda untuk membantu mereka tumbuh dan berkembang dalam mengimplementasikan Revolusi Industri 4.0.

10. Data dan Fakta Penyiapan Indonesia Menuju Negara Industri Berbasis Riset di Era Revolusi Industri 4.0.

Memasuki era Revolusi Industri 4.0 ketergantungan industri pada jaringan internet akan sangat besar. Oleh sebab itu perlu adanya dukungan dari provider

⁴⁹ Siaran Pers Kemenperin, 2018, Making Indonesia 4.0 Strategi RI Masuki Revolusi Industri ke -4 , diunduh dari <https://kemenperin.go.id/artikel/18967/Making-Indonesia-4.0:-Strategi-RI-Masuki-Revolusi-Industri-Ke-4>, pada 1 Juni 2020 pkl 06.30

⁵⁰ Schwab, K., 2016, The Fourth Industrial Revolution, Switzerland, World Economic Forum, Page 37

⁵¹ Harris J. 2017. Industry 4.0 for small and medium enterprise (SME) manufactures. Manufacturing technologies, Rockwell Collins

internet yang memenuhi kebutuhan pengguna internet di Industri. Data kondisi mengenai kecepatan internet di Indonesia pada TW 1 – 2017 yang hanya mencapai 7,2 Mbps atau berada pada urutan ke 77⁵² di dunia. Kita masih kalah dibandingkan dengan negara Sri Lanka, Vietnam, Thailand dan Malaysia.

Berdasarkan data Indonesia tergolong dalam negara sebagai pemakai internet no 5 terbesar di dunia⁵³. Namun rata-rata pemakai internet adalah generasi muda yang terdiri atas profesional muda hingga anak sekolah hingga asisten rumah tangga dan penjual sayuran dipasar yang masih menggunakan kartu kuota eceran. Indikator terpenting yang perlu menjadi rujukan untuk mengukur sejauh mana kemajuan teknologi ICT (*Information Communication and Telecommunication*) dengan melihat Indeks Pembangunan ICT nya. Indeks ICT Development diterbitkan oleh PBB yang menangani telekomunikasi ini menjadi landasan untuk memperkirakan kesiapan suatu negara memasuki era Revolusi Industri 4.0 atau era digital. Figure Indeks Pembangunan ICT⁵⁴ di dunia menunjukkan tren yang ada Indeks Pembangunan ICT Indonesia berada pada urutan ke 115 dari 175 negara dengan skor 3,86 (Gambar 4 dalam Lampiran). Indonesia masih kalah dibandingkan dengan negara Philipina, Vietnam dan Thailand. Dalam pemanfaatan internet saat ini Indonesia tahun 2019 ada 150 juta pengguna internet⁵⁵ dan 150 juta pengguna medsos dan memproduksi 2,8 Milyar pesan Sosial Media per bulan, atau kira-kira setara dengan 100 juta pesan per hari, atau 4 juta pesan per jam, 60 000 pesan per menit, atau setara 1000 pesan per detik. Berdasarkan data bulan Mei 2020 dari Kemenristek Dikit/BRIN terdapat 194.000 dosen dan peneliti, 4983 lembaga, 2720 jurnal, 94348 buku dan 26466 HKI (Hak Kekayaan Intelektual) yang sudah dievaluasi, verifikasi dan di akreditasi. Pada tahun 2017 aplikasi paten di Indonesia⁵⁶ mencapai 2271 yang tertinggal jauh dari negara China dengan 1.245.700 paten dan India dengan 14.961 paten pada tahun yang sama. Jumlah Paten Tahun 2019 mencapai 2842 paten⁵⁷.

⁵² Basri, F., Munandar, H., 2019, Menuju Indonesia Emas Menggapai Negara Maju Berkeadilan, IRSA Press

⁵³ IBID

⁵⁴ IBID

⁵⁵ Wearesosial Hootsuite, 2019, Berapa Pengguna Media Sosial Indonesia, diunduh dari <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2019/02/08/berapa-pengguna-media-sosial-indonesia>, pada 16 April 2020, pkl 06.00

⁵⁶ Basri, F., Munandar, H., 2019, Menuju Indonesia Emas Menggapai Negara Maju Berkeadilan, IRSA Press

⁵⁷ Neneng Zubaidah, 2019, Jumlah Paten Indonesia tertinggi di Asia Tenggara, diunduh dari <https://nasional.sindonews.com/berita/1415029/15/jumlah-paten-indonesia-tertinggi-di-asia-tenggara>, tgl 30 April 2020, pkl 06.00 WIB

11. Pengaruh Faktor Lingkungan Strategis (Lingstra)

(1). Global

Dalam index daya saing global terdapat 3 kategori penting yang harus diperhatikan kesiapannya yaitu 1. Inovasi, 2. Kesiapan Teknologi (*technology readiness*) dan 3. Sumber daya manusia (SDM). Berdasarkan data indeks daya saing global⁵⁸ yang dikeluarkan oleh *World Economic Forum* pada tahun 2017, Indonesia berada pada peringkat 36 dari 137 negara yang berarti secara ekonomi Indonesia dinilai sudah lebih kompetitif dibandingkan dengan negara lain. Namun dalam Inovasi dan kesiapan teknologi atau *technology readiness level* (TRL) dan efisiensi sumber daya manusianya Indonesia masih dinilai buruk menurut *World Economic Forum* dimana Indonesia berada pada peringkat 80 dari 96 negara di dunia. Dibandingkan dengan negara lain di Asean, Singapura berada pada peringkat 3, Malaysia pada peringkat 23 dan Thailand pada peringkat 32. Dari data data yang diperoleh dari *World Economic Forum* tersebut dapat disimpulkan bahwa pelaku Industri di Indonesia masih rendah dalam kesadaran inovatifnya.

(2). Regional

Diantara negara-negara Asean, Indonesia termasuk negara yang memiliki pertumbuhan ekonomi yang cukup stabil dan semenjak krisis ekonomi tahun 1998 ekonomi Indonesia terus meningkat cukup stabil. Peningkatan ini mengakibatkan penguatan di bidang Ketahanan Ekonomi dimana pada 10 tahun kemudian saat terjadi krisis global pada tahun 2008 pertumbuhan ekonomi Indonesia⁵⁹ masih tetap baik dimana Indonesia mengalami pertumbuhan positif pada tahun 2008 berbeda dengan negara lain seperti Jepang, Malaysia dan Thailand (Gambar 5 dalam Lampiran). Phenomena menunjukkan kestabilan pelaku industri di Indonesia dalam menghadapi krisis global terutama dalam menghadapi Revolusi Industri 4.0. Kondisi daya saing Indonesia dibandingkan dengan negara Asean dapat dilihat dalam gambar 6 dalam Lampiran. UMKM dengan sektor informalnya menjadi penopang perekonomian rakyat Indonesia yang ditandai oleh 99,99% dari proporsi total

⁵⁸ Priyanto, U, 2018, Gelombang Transformasi Teknologi Nasional, BPPT

⁵⁹ Muhammad Fazri, Hermanto Siregar, Nunung Nuryaatono, 2017, Efisiensi Teknis, Pertumbuhan Teknologi dan Total Faktor Produktivitas pada Industri Menengah dan Besar di Indonesia, Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Pembangunan, Vol 6, No. 1, Hlm 1 – 20.

usaha di Indonesia dengan sumbangan penyerapan tenaga kerja yang mencapai 98,7% (Bank Indonesia 2016)⁶⁰. Kepemilikan usaha dan tenaga kerja UMKM di Indonesia biasanya berasal dari rakyat atau penduduk asli Indonesia, dibandingkan industri besar yang didominasi oleh kepemilikan dan pekerja asing melalui *Multi National Company* (MNC) melalui skema penyertaan modal di pasar modal. Revolusi Industri 4.0 juga menuntut perubahan pada sepanjang proses bisnis dari UMKM yaitu untuk mampu bertahan dan berkembang lebih baik atau akan mengalami keterpurukan bisnisnya. Muller menetapkan nilai (*value*) sebagai dampak dari Revolusi Industri 4.0 dengan melakukan pengelompokan mengelompokkannya menjadi *value creation*, *value offer*, *value capture*⁶¹:

(3). Nasional

Beberapa sektor industri yang ada saat ini telah melakukan persiapan dan memiliki kedalaman struktur dalam proses produksinya mulai dari hulu hingga hilir seperti untuk industri otomotif tekstil, makanan, pakaian minuman, logam dasar dan industri kimia. Untuk mengetahui tingkat kesiapan dari industri dimasing masing sektor perlu adanya pengukuran sehingga dapat diketahui problematika dari industri tersebut. Kemenperin telah meluncurkan INDI 4.0⁶² atau *Indonesia Industry 4.0 Readiness Level* yang merupakan standar acuan untuk mengukur standar kesiapan perusahaan dalam bertransformasi ke era Revolusi Industri 4.0. Indi 4.0 terdiri atas 5 pilar yaitu (1) manajemen dan organisasi, (2) orang & budaya, (3) produk dan layanan, (4) teknologi, (5) operasi pabrik. Dalam INDI 4.0 terdapat 17 bidang yang menjadi fokus dalam pengukuran yaitu (1) Strategi dan Kepemimpinan, (2) Investasi menuju Industri 4.0, (3) Kebijakan Inovasi, (4) Pengembangan Kompetensi, (5) Budaya, (6) Keterbukaan terhadap perubahan (7) layanan berbasis daya (8) Produk cerdas, (9) Kustomisasi produk, (10) Keamanan cyber, (11) Konektivitas, (12) Mesin/sistem cerdas (13) Digitalisasi (14) Penyimpanan dan Sharing data (15)

⁶⁰ Bank Indonesia. 2016. Pemetaan dan strategi peningkatan daya saing UMKM dalam menghadapi masyarakat ekonomi ASEAN (MEA) 2015 dan pasca MEA 2025

⁶¹ Muller JM, O Buliga, KI Voigt. 2017. Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in industry 4.0. Elsevier. Diunduh dari <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.019>, pada 1 Juni 2020

⁶² Yuyu Agustini Rahayu, 2019, Percepat Penerapan Industri 4.0. Kemenperin Luncurkan INDI 4.0, diunduh dari <https://www.merdeka.com/uang/percepat-penerapan-industri-40-kemenperin-luncurkan-indi-40.html>, pada tgl 1 Juni 2020 pkl 07.00

Rental Pasok dan logistic cerdas, (16) Proses yang otonom (17) Sistem Perawatan Cerdas. Pemilihan bidang-bidang tersebut dapat dibagi dalam 2 kriteria yaitu (1) kriteria yang berkaitan langsung dengan teknologi dan (2) kriteria yang tidak berkaitan langsung dengan teknologi.

Hal penting⁶³ yang diperlukan dalam implementasi industri 4.0 adalah 1. Pemanfaatan teknologi, 2. Investasi untuk mendukung ketersediaan teknologi, 3. SDM industri yang handal dan 4. Inovasi yang merupakan kunci dari Industri 4.0. Saat ini Indonesia sudah memiliki prototipe *Innovation Center* sebagai kluster Silicon Valley di Indonesia yang di tempatkan di kawasan Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PUSPIPTEK) Serpong Banten. Dengan karakter dan kondisi setiap industri yang beragam tentunya maka dibutuhkan kebijakan dan strategi yang juga berbeda, yang lebih sesuai dengan kondisi industri tersebut. Dari data Global Competitiveness Index 4.0 Indonesia menunjukkan posisi Indonesia pada tahun 2018 yang berada pada rank ke 45 dari 140 negara⁶⁴ (Gambar 7 dalam Lampiran). Area yang dinilai baik yang di miliki Indonesia adalah 1. Kondisi Macro ekonomi yang cukup stabil, 2. Market Size yang besar 3. Adopsi ICT 4. Dinamika bisnis. Sedangkan sektor lain yang masih rendah dan perlu dilakukan pembenahan adalah 1. Infrastruktur 2. Inovasi 3. Pekerja 4. Kesehatan.



⁶³ WE, 2019, 4 Hal Penting dalam Implementasi Industri 4.0, diunduh dari <https://www.wartaekonomi.co.id/kategori298/industri>, pada tanggal 31 Maret 2020 pkl 07.00

⁶⁴ World Economic Forum, diunduh dari <https://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2018/country-economy-profiles/#economy=IDN>, pada 1 Juni 2020, pkl 07.00

BAB III

PEMBAHASAN

12. UMUM

Kementerian dan Lembaga (K/L) yang ada saat ini banyak yang memiliki Litbang namun belum dapat dengan optimal memberikan kontribusi nyata pada percepatan pembangunan nasional. Untuk menjawab kendala tersebut prioritas pada pemanfaatan anggaran riset dan investasi pada pengembangan sumber daya manusia harus didukung oleh kebijakan nasional. Pada tahun 2018 alokasi anggaran untuk riset mencapai 0,19 % dari Produk Domestik Bruto atau sebesar Rp 24,9 Triliun namun hasilnya tidak dirasakan oleh masyarakat.

Kegiatan riset yang dilaksanakan di K/L diawali dengan menetapkan *output*, *outcome* dan *impactnya* yang pada akhirnya harus bermuara pada tercapainya kesejahteraan masyarakat dan bukan untuk kepentingan Lembaga Litbang itu sendiri. Mendorong hal tersebut pemerintah telah menetapkan Undang Undang Sisnas Iptek dimana pada pasal 48 ayat (1) menyebutkan antara lain mengenai upaya untuk mengarahkan dan menyinergikan antara lain dalam penyusunan, perencanaan, program, anggaran, dan Sumber Daya Ilmu Pengetahuan dan Teknologi bidang Penelitian, Pengembangan, Pengkajian dan Penerapan untuk menghasilkan Inovasi dan Inovasi sebagai landasan ilmiah dalam perumusan dan penetapan kebijakan pembangunan nasional. Pemerintah menindaklanjutinya dengan membuat Badan Riset dan Inovasi Nasional atau BRIN sebagai upaya untuk lebih mengefektifkan peran Lembaga Litbang Jirap dan mengoptimalkan pemanfaatan program, kegiatan anggaran, sumber daya manusia, prasarana dan sarana penelitian, pengembangan, pengkajian dan penerapan serta inovasi dan inovasi serta pengelolaan barang milik/kekayaan negara, arsip dan dokumen dalam pelaksanaan riset nasional. Tema Riset dan Pembangunan Nasional sudah menjadi program pemerintahan Presiden Jokowi sejak tahun 2014 dimana Riset dijadikan tema penting pada pemerintahan Kabinet Indonesia Kerja. Artinya pemerintah sudah sepenuhnya mendukung riset sebagai program nasional.

Sumbangan terbesar pada peningkatan nilai pertumbuhan ekonomi tidak hanya ditentukan oleh besarnya modal dan jumlah buruh namun juga di tentukan oleh kemajuan dalam penguasaan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi sebagai faktor

eksogen terhadap modal dan tenaga kerja. Teori pertumbuhan endogenous yang dikenal dengan produktivitas total (*Total Factor Productivity*) menjelaskan mengenai pentingnya teknologi dalam unit produksi yang menentukan kemajuan industri. Hilirisasi hasil hasil penelitian dan pengembangan menjadi produk bernilai komersial merupakan kunci keberhasilan hasil inovasi yang dilakukan oleh Lembaga riset dalam mengimplementasikannya di Industri. Diperlukan kebijakan dari Pemerintah untuk melakukan akselerasi kebijakan guna mengejar ketertinggalan dengan menguatkan *roadmap* / peta jalan yang telah ditetapkan.

Bagaimana kondisi industri lokal yang kalah bersaing dengan produk import atau merek asing dan bagaimana kesiapan bangsa Indonesia untuk memanfaatkan riset sebagai pendorong utama menjadikan Indonesia menjadi negara Industri yang mampu bersaing di negaranya sendiri dengan memanfaatkan keuntungan era Revolusi Industri 4.0 akan dibahas dalam Taskap ini.

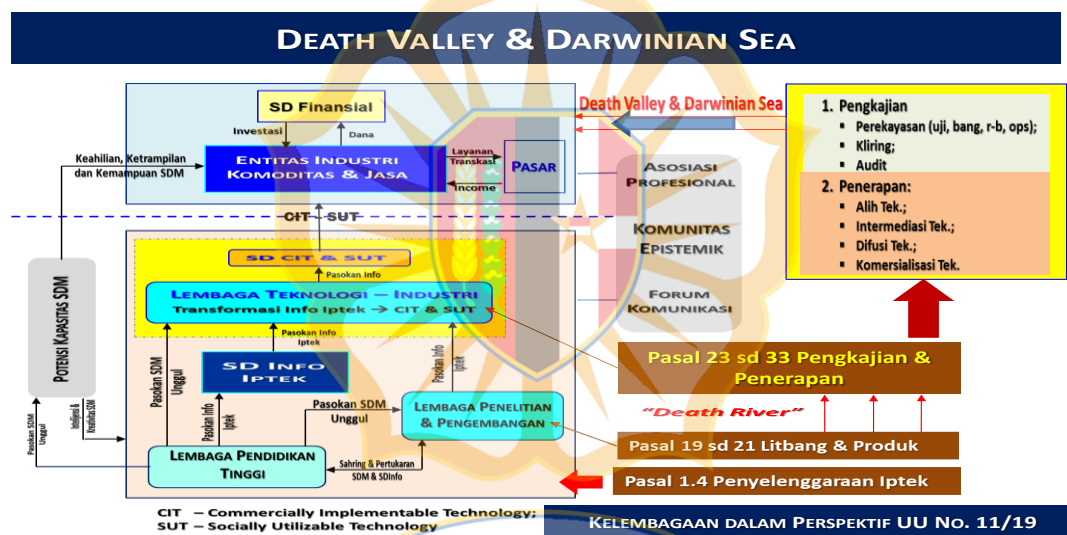
13. Bagaimana komitmen pemimpin nasional dalam penyiapan menuju Bangsa Indonesia sebagai negara industri berbasis riset di era Revolusi Industri 4.0?

Kegiatan riset yang di mulai dari invensi atau riset dasar sampai dengan inovasi diharapkan dapat menjadi produk – produk Inovasi yang dapat diserap oleh Industri khususnya UMKM di era Revolusi Industri 4.0. Hanya sedikit hasil hasil riset saat ini yang dengan sukses mampu dimanfaatkan secara langsung oleh industri. Ini yang kemudian oleh Philip dan Lewis⁶⁵ disebut dengan kondisi *Death Valley dan Darwinian Sea* yang bisa diilustrasikan dalam Gambar 8 dalam Lampiran. Philip and Lewis menjelaskan mengenai tantangan serta hambatan yang dihadapi dalam proses penerapan riset dan teknologi dimana banyak hasil hasil riset yang telah dilaksanakan sangat sulit untuk dapat mencapai produk teknologi inovasi yang menguntungkan. Dalam penjelasannya Philip dan Kewis menemukan kunci sukses dalam menciptakan strategi dimana penelitian dasar dapat diubah menjadi inovasi yang dapat dikomersialisasikan dengan sukses.

Banyak perusahaan yang telah melakukan berbagai macam upaya dalam penelitian dan pengembangan (R&D) namun akhirnya berakhir tanpa hasil

⁶⁵ Philip E. Auerswald, Lewis M. Branscomb, Feb 2003, Valleys of Death and Darwinian Seas: Financing the Invention to Innovation Transition in the United States, The Journal of Technology Transfer 28 (3-4) 227 -239

yang baik yang diakibatkan dari kebijakan dan berbagai dukungan yang tidak berpihak pada kegiatan inovasi. Informasi dan motivasi, serta “kesenjangan” koordinasi di level institusional dapat secara sistematis menghalangi investasi swasta ke dalam pengembangan teknologi tahap awal. Peran Kementerian dan Lembaga di Indonesia sangat penting dalam mempromosikan transisi proses komersialisasi yang dimulai dari tahap invensi menuju ke inovasi. Sulitnya proses hilirisasi hasil penelitian sampai dapat dimanfaatkan industri digambarkan dalam ilustrasi *Valleys of Death dan Darwinian Seas*⁶⁶ juga dapat dilihat dalam bagaimana koordinasi antara Lembaga. Riset dasar yang dapat berlanjut pada suatu pengembangan produk atau diterima oleh Industri Manufaktur akan melewati lembah kematian dan Lautan Darwinian ini yang menandakan sulitnya upaya hilirisasi produk hasil inovasi teknologi.



Gambar 9. Death Valley dan Darwinian Sea⁶⁷ dalam Perspektif Kelembagaan menurut UU SISNAS IPTEK no 11 Tahun 2019

Gambar 9 adalah ilustrasi proses bisnis dalam pelaksanaan Pengkajian dan Penerapan Teknologi sesuai dengan UU SISNAS IPTEK Nomor 11 tahun 2019 yang masih menghadapi kendala dalam proses hulu – hilir-nya.

Teori U⁶⁸ atau (*U Theory*) dari Otto Scharmer berargumen mengenai peran pemimpin untuk melakukan perubahan mengakar dan mendorong inovasi dalam

⁶⁶ Philip E. Auerswald, Lewis M. Branscomb, Feb 2003, Valleys of Death and Darwinian Seas: Financing the Invention to Innovation Transition in the United States, *The Journal of Technology Transfer* 28 (3-4) 227 -239

⁶⁷ Andi E. Sakya, 2019, Mekanisme Kerja Lembaga LITBANG JIRAP – Perspektif UU Nonor 11 Tahun 2019, Focus Group Discussion Yayasan Teknologi Inovasi BPPT, Jakarta 11 Oktober 2019

⁶⁸ Scharmer, C. Otto, *The Essentials of Theory U, Core Principles and Applications*, 2018

individu, organisasi maupun sistem sosial sesuai dengan teori komitmen Pimpinan Nasional⁶⁹. *U Theory* dari Prof Otto Scharmer mencoba untuk menjawab tantangan bagi seorang pemimpin nasional di era Revolusi Industri 4.0. Hakikat kepemimpinan menurut *U Theory* adalah kemampuan kita dalam memfasilitasi perubahan sisi dalam diri atau organisasi demi mengungkap dan menangkap masa depan, mengeksplorasi dan mengutak-atiknya dengan penuh kreativitas. Proses yang disarankan Otto Scharmer melalui Teori U itu adalah mengakses pengetahuan secara mendalam dengan mengamati, mendengarkan, merekonstruksi pengetahuan baru dengan melibatkan hati, empati dan kemudian melakukan tindakan.

Otto Scharmer dengan *U Theory* dan *global leadership theory*⁷⁰ adalah syarat mutlak yang harus dimiliki oleh pemimpin yang mampu untuk bisa beradaptasi dengan kemajuan IPTEK terutama untuk dapat melewati *Darwinian Sea* atau tidak terjerumus dalam *Valley of Death* (lembah kematian) dimana tidak ada produk inovasi yang berhasil dimanfaatkan oleh industri. Perilaku pimpinan dalam melakukan pengelolaan K/L maupu Industri dapat menjadi penghambat tidak berkembangnya budaya inovasi secara optimal. Oleh sebab itu peran pimpinan akan sangat menentukan bagaimana proses invensi (riset dasar) dapat sampai dikomersialisasikan dalam bentuk hasil inovasi (komersialisasi) atau dengan kata lain tahapan output, outcome sampai dengan impact dalam program kegiatan di K / L dapat selalu menghasilkan produk inovasi. Dalam *global leadership theory* atau teori kepemimpinan global, yaitu teori kepemimpinan yang konsepnya dilandasi bahwa di dalam lingkungan kehidupan sosial yang kompleks dan bersifat global tidak ada *single model* atau model khusus apapun yang sesuai dengan situasi yang dihadapi oleh seorang pimpinan. Terdapat 5 karakteristik yang dimiliki dalam kerangka kepemimpinan global yaitu :

- a) Berpikir global, pemimpin selalu berusaha untuk memahami keanekaragaman sistem ekonomi, budaya, hukum dan politik.
- b) Diversitas penilaian budaya, pemimin dengan keragaman dalam gaya kepemimpinan, gaya industri, perilaku dan memiliki nilai yang menjadi kunci dalam berkompetisi di masa depan.

⁶⁹ BS Bidang Studi Kepemimpinan, Tim Pokja Kepemimpinan, Lemhannas RI Tahun 2020, hal 25.

⁷⁰ Bahan Ajar Bidang Studi Kepemimpinan, 2020, Lembaga Ketahanan Nasional Republik Indonesia Tahun 2020.

- c) Pengembangan kecerdasan teknologi. Tanpa pengembangan ini, masa depan kemitraan dan jaringan global yang terpadu tidak mungkin terjadi
- d) Kepemimpinan yang membangun kebersamaan dan kesatuan setiap tim menguasai berbagai keterampilan yang disyaratkan oleh kepemimpinan global.
- e) Kepemimpinan yang berbagi. Pemimpin yang berhasil dimasa depan akan bergerak secara terintegrasi.

Di samping itu, terdapat 9 hal yang perlu dimiliki seorang pemimpin yaitu (1) *menciptakan misi bersama*, (2) *mengembangkan masyarakat*, (3) *memberdayakan masyarakat*, (4) *keunggulan personal*, (5) *mendorong dialog konstruktif*, (6) *mendemonstrasikan integritas*, (7) *memimpin perubahan*, (8) *mengantisipasi peluang*, dan (9) *mempertahankan keunggulan kompetitif*.

Berdasarkan teori kepemimpinan global nampak bagaimana seorang pemimpin di era global khususnya di era Revolusi Industri 4.0 tidaklah ringan sebab seorang pemimpin harus mampu menghadapi berbagai persoalan yang beraneka ragam dan memiliki kemampuan dalam pengembangan kecerdasan teknologi. Pengukuran tingkat kesiapan pimpinan dalam manajemen dan organisasi khususnya untuk UMKM telah di siapkan oleh Kemenperin dengan menetapkan standar acuan INDI 4.0⁷¹ (*Indonesia Industry 4.0 Readiness Index*). Salah satu kriteria yang di terapkan dalam proses pengukuran adalah kemampuan *leadership* / pimpinan dari pelaku usaha / industri / perusahaan yang dapat dibagi menjadi 5 level pengukuran dari belum siap sampai dengan sudah menerapkan. Pengukuran terkait dengan Manajemen dan Organisasi mengkaji bagaimana kebijakan pimpinan perusahaan untuk mentransformasikan bidang usahanya menuju ke industri 4.0 dengan nilai di level 0 jika dukungan manajemen dan organisasi belum ada sampai dengan level 4 yang berarti manajemen dan organisasi sudah menerapkan. Berdasarkan hasil *self- assessment* telah dilakukan oleh Kemenperin kajian mandiri INDI 4.0 pada tahun 2019 yang kepada 323 perusahaan (Lihat gambar 10 dalam Lampiran).

Hasil pengukuran memperlihatkan bahwa pada kriteria Manajemen dan Organisasi yang merupakan salah satu fungsi dari Strategi dan Kepemimpinan

⁷¹ Antara,. N. Timur, 2019, Indonesia Industry 4.0 Readiness Index (INDI 4.0), Indonesia Industrial Summit 2019,

masih berada pada level 2 dengan pengertian bahwa Manajemen dan organisasi sudah mulai bertransformasi ke Revolusi Industri 4.0 namun belum melaksanakan atau menerapkan INDI 4.0 (Gambar 11 dalam Lampiran). *U Theory* dari Otto Scharmer mengarahkan pimpinan untuk mengakses pengetahuan secara mendalam dengan mengamati, mendengarkan, merekonstruksi pengetahuan baru dengan melibatkan hati, empati dan kemudian melakukan tindakan. Ini memerlukan upaya yang besar dari seorang pimpinan untuk dapat meningkatkan kemampuan usahanya di era Revolusi Industri 4.0 karena perkiraan pada tahun 2030 menurut McKinsey Report⁷² akan ada 27 s.d 46 juta pekerjaan baru, 23 juta pekerjaan akan digantikan robot (16% dari pekerjaan yang tersedia) dan 10 juta adalah pekerjaan dengan tipe dengan baru yang tidak ada sebelumnya.

Pada tahun 2018, kinerja di Kementerian dan Lembaga di sektor Iptek dinilai rendah oleh masyarakat. Hal tersebut diungkapkan oleh Presiden Joko Widodo pada sidang kabinet paripurna pada hari senin 9 April 2018⁷³ yang mempertanyakan hasil dari kegiatan dengan anggaran yang dikeluarkan untuk riset di K/L namun hasilnya belum memberikan dampak yang signifikan. Berdasarkan data nilai ekspor Indonesia⁷⁴ antara tahun 1996 sampai dengan tahun 2009 memang masih menunjukkan dominasi produk produk hasil olahan yang belum memiliki nilai tambah (*added value*) dan didominasi oleh produk yang kandungan teknologi masih rendah. Oleh sebab itu Presiden Jokowi meminta agar supaya Lembaga LITBANG JIRAP melakukan pembenahan dan strategi besar terkait dengan penelitian dan apa tujuannya dan menginstruksikan pengelolaan anggaran pembangunan SDM dipegang oleh kementerian atau badan.

Peta hubungan kelembagaan Litbang Jirap yang ada di Indonesia dimana Kementerian Riset dan Teknologi adalah satu satunya Kementerian yang bertanggung jawab langsung kepada Presiden dalam pelaksanaan pengelolaan keuangan dan perencanaan kegiatan riset dapat dilihat dalam Gambar 12 pada Lampiran. Peta kelembagaan yang ada saat ini berpotensi terjadinya tumpang tindih dalam pelaksanaan tema – tema riset akibat kurangnya koordinasi antara

⁷² McKinsey & Company, 2019, Automation and the Future of work in Indonesia, Jobs lost, jobs gained, jobs changed, ASO New Media, www.mckinsey.com

⁷³ Ahmad Faiz Ibnu Sani, 2018, Jokowi Pertanyakan Hasil Riset dengan Anggaran Rp 24,9 Triliun, diunduh dari <https://bisnis.tempo.co/read/1077794/jokowi-pertanyakan-hasil-ri-set-dengan-anggaran-rp-249-triliun>, pada 25 Maret 2020.pkl 07.00

⁷⁴ Materi Pokok Bidang Studi IPTEK, 2020, Lembaga Ketahanan Nasional RI Tahun 2020 hal 96

Litbang di Kementerian dan Lembaga LITBANG JiRAP yang berada di bawah koordinasi Kemenristek / BRIN. Gambar 12 dibawah ini adalah sistem Nasional Iptek yang ada saat ini di Indonesia.



Gambar 12. Sistem Nasional Iptek pada Kelembagaan IPTEK⁷⁵

Untuk mencapai tujuan tersebut diperlukan dukungan karakter Pemimpin Nasional yang memiliki wawasan dan cara pandang yang luas sesuai dengan (*U Theory*) dari Otto Scharmer yang berargumen mengenai peran pemimpin untuk melakukan perubahan mengakar dan mendorong inovasi. Keberhasilan pembangunan IPTEK dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain pimpinan dalam kelembagaan dengan pemahaman dalam ruang lingkup IPTEK. Tanggung jawab pimpinan dan organisasi struktural dalam kelembagaan yang memiliki kemampuan membangun wawasan Riset harus menjadi kriteria pimpinan nasional kedepannya. Pemimpin efektif harus memahami medannya sesuai dengan tiga inti gerakan dalam proses U dalam *Theory U* yaitu *Observe – Retreat and Reflect* dan *Prototype : Act in an instant*.

14. Bagaimana memanfaatkan bonus demografi dalam menghadapi Revolusi Industri 4.0?

Wilayah Indonesia menduduki peringkat 15 dunia dalam kewilayahannya dengan luas wilayah 5.180.053 km² dengan luas daratannya 37.11 % dan perairannya 62.89%. Pembangunan berwawasan kependudukan merupakan bagian dari konsepsi ketahanan nasional terutama gatra demografi dan merupakan

⁷⁵ Andi E. Sakya, 2019, Mekanisme Kerja Lembaga LITBANG JIRAP – Perspektif UU Nonor 11 Tahun 2019, Focus Group Discussion Yayasan Teknologi Inovasi BPPT, Jakarta 11 Oktober 201

pencerminan dari perwujudan bidang kependudukan⁷⁶. Oleh sebab itu untuk mencapai target ketahanan nasional yang diinginkan penting sejak dini untuk dipahami mengenai basis data demografinya. Jumlah Penduduk yang besar merupakan keuntungan yang dimiliki oleh bangsa Indonesia namun akan menambah beban pembangunan bila tidak dibina dan ditingkatkan kualitasnya.

Penduduk adalah modal dan faktor utama dalam pembangunan nasional karena menjadi subjek sekaligus objek dalam pembangunan oleh sebab itu informasi yang akurat terkait dengan jumlah dan penyebaran penduduk, pertumbuhannya, jumlah usia sekolah, angkatan kerja, jumlah lanjut usia serta penganggurannya sangat penting untuk diketahui informasinya. Dengan data tersebut akan bisa diambil suatu keputusan yang tepat serta berkualitas bagi penguatan pengakuan dan perlindungan hak-hak masyarakatnya dalam rangka ketahanan nasional. Beberapa Undang-Undang yang terkait dengan kependudukan antara lain adalah pasal 9 ayat (1) Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2002, mengatur bahwa setiap warga negara berhak dan wajib ikut serta dalam upaya bela negara.⁷⁷ Hal ini berarti setiap warga negara memiliki hak dan kewajiban untuk mempertahankan eksistensi NKRI. Kemudian Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 153 Tahun 2014 tentang *Grand Design* Pembangunan Kependudukan (GDPK), disebutkan bahwa GDPK adalah suatu rumusan perencanaan pembangunan kependudukan untuk jangka waktu 25 tahun ke depan dan dijabarkan setiap 5 (lima) tahunan yang berisi tentang isu penting kependudukan saat ini, kondisi kependudukan yang diinginkan, program pembangunan kependudukan, roadmap pembangunan kependudukan yang meliputi pengendalian kuantitas penduduk, pembangunan kualitas penduduk, pembangunan keluarga, penataan persebaran serta pengaturan penduduk dan pembangunan administrasi kependudukan⁷⁸. Undang-Undang Ketenagakerjaan No. 13/2003 yang mengatur mengenai pengertian tenaga kerja, peluang dan kesempatan kerja, pelatihan kerja, penempatan tenaga kerja, penggunaan tenaga kerja asing (TKA), hubungan kerja dan pemutusan hubungan kerja (PHK).

⁷⁶ Materi Pokok Bidang Studi Demografi, 2020, Lembaga Ketahanan Nasional Republik Indonesia, Hal 114.

⁷⁷ Badan Pembinaan Hukum Nasional, 2016, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan negara, Pasal 9 ayat (1).

⁷⁸ Peraturan Presiden Nomor 153 Tahun 2014 tentang *Grand Design* Pembangunan Kependudukan (GDPK), <https://www.bkkbn.go.id/detailpost/grand-desain-pembangunan-kependudukan-atasi-dinamika-kependudukan-indonesia>, Agustus 2019 pkl 07.00

Peraturan Presiden No.18 Tahun 2020, Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Tahun 2020 – 2024, yang memuat antara lain Visi “Terwujudnya Indonesia Maju yang Berdaulat, Mandiri dan Berkepribadian berlandaskan Gotong Royong”. Dari Misi dan Strategi yang termuat dalam RPJMN 2020 – 2024 terlihat bahwa persoalan kependudukan mendapat perhatian yang penting oleh pemerintah, yang menekankan pada strategi peningkatan kualitas SDM yang diawali dengan strategi Tata kelola Kependudukan yang meliputi Kualitas, Kuantitas dan Mobilitas penduduk

Indonesia termasuk dalam empat besar *most populous countries* dibawah negara China, India dan Amerika. Penduduk Indonesia dengan lebih dari 1000 etnis yang disertai dengan keragaman budaya dan bahasa merupakan kekuatan besar bila dikelola dengan baik. Namun keragaman ini juga dapat menjadi persoalan karena bisa mengakibatkan kesenjangan antara yang kaya dan yang miskin, antara yang maju dan terbelakang dan antara yang berpendidikan dengan yang putus sekolah. Tantangan lain yang dihadapi bangsa Indonesia adalah penyebaran penduduknya yang tidak merata dimana 60 % penduduknya tinggal di Pulau Jawa⁷⁹ dan 20 % Pulau Sumatra. Sisanya 20 % tersebar diseluruh kepulauan di Indonesia. Menurut data yang dikeluarkan oleh *World Population Data Sheet*⁸⁰ yang dikeluarkan pada tahun 2019 jumlah penduduk Indonesia mencapai 268,4 Juta Jiwa. Kelompok umur produktif di Indonesia diperkirakan akan terus mengalami kenaikan meningkat hingga mencapai 174-180 juta pada 2020-2024 atau dengan kata lain Indonesia sedang menikmati periode bonus demografi⁸¹.

Bonus demografi adalah suatu kondisi ketika jumlah penduduk yang memiliki usia produktif yaitu antara umur 15 sampai dengan 64 tahun disuatu wilayah yang jumlahnya lebih besar dibandingkan dengan umur penduduk dengan umur yang tidak produktif (dibawah 14 tahun atau di atas 65 tahun). Bahkan *Population Reference Bureau* melalui *World Population data sheet* tahun 2015 memperoyeksikan bahwa penduduk Indonesia akan mencapai 366 juta pada tahun

⁷⁹ Serafica Gischa, 2020, Pengertian persebaran pendudun dan jenisnya, diunduh dari <https://www.kompas.com/skola/read/2020/01/07/150000269/pengertian-persebaran-penduduk-dan-jenisnya?page=all>, pada 1 juni 2020 pkl 06.00

⁸⁰ World Population data sheet, 2019, diunduh dari <https://www.prb.org/international/indicator/population/snapshot>, pada 1 Juni 2020. Pkl 06.00

⁸¹BKKBN RI, <https://www.bkkbn.go.id/detailpost/grand-desain-pembangunan-kependudukan-atasi-dinamika-kependudukan-indonesia>, 30 Agustus 2019 pkl 06.00

2050⁸² dan Indonesia akan berada pada lima besar *most populous countries*. Struktur umur proyeksi penduduk Indonesia⁸³ tahun 2010 – 2035. Berdasar pada tahun 2035 penduduk Indonesia diperkirakan menjadi 309,8 juta jiwa dimana hasil kajian yang dilakukan oleh BKKBN⁸⁴, Indonesia akan mengalami puncak bonus demografi pada 2030 akan menjadi potensi yang baik untuk mendorong perekonomian nasional (Gambar 13 pada Lampiran). Puncak bonus demografi akan menjadi *window of opportunity* yaitu kondisi dimana angka ketergantungan pada tingkat terendah yaitu setara dengan 47 per 100 penduduk . Pemerintah membutuhkan kebijakan yang tidak hanya bersifat jangka menengah, tetapi juga jangka panjang. Hal tersebut dilakukan terutama pada sektor-sektor yang berhubungan langsung dengan pengembangan modal manusia sebagai bentuk dari respons terhadap puncak bonus demografi seperti peningkatan kualitas SDM melalui perbaikan pendidikan dan kesehatan, kebijakan perubahan iklim investasi melalui perbaikan budaya kerja Pemerintah, sampai pada pencapaian tujuan negara melalui bonus demografi.

Namun bonus demografi akan menjadi bonus yang bermanfaat jika ada beberapa persyaratan terpenuhi yaitu :

- 1) Suplai tenaga kerja yang besar dan berkualitas akan meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat
- 2) Perempuan yang semakin terdidik memasuki pasar kerja lebih banyak sehingga membantu peningkatan pendapatan keluarga
- 3) Tabungan masyarakat meningkat dan diinvestasikan secara produktif
- 4) Kebijakan investasi pemerintah dan swasta yang membuka lapangan kerja

Komitmen pemerintah dalam mendukung implementasi Revolusi Industri 4.0 harus mempertimbangkan bonus demografi yang diperkirakan akan terjadi tersebut. Kegiatan pembangunan mulai dari tahapan perencanaan sampai dengan pelaksanaannya diharapkan akan dapat mencapai tujuan dan sasaran yang tepat jika keakurasian data – data mengenai tenaga kerja maupun yang sedang mengikuti kegiatan pendidikan didapatkan berdasarkan data-data demografi.

⁸² Edijan Tandjung, 2020, Permasalahan Kependudukan dan Solusinya dalam Rangka Program Transmigrasi di Indonesia, Ceramah PPRA LX Lemhannas RI Tahun 2020

⁸³ Bappenas, 2013, Proyeksi Penduduk Indonesia Tahun 2010 – 2035.

⁸⁴ Diunduh dari <https://www.bkkbn.go.id/detailpost/bonus-demografi-meningkatkan-kualitas-penduduk-melalui-keluarga-pada-tanggal-1-juni-2020-pkl-06.00>

Didalam ketahanan nasional keutamaan gatra demografi dilihat dari kuantitas, kualitas, mobilitas dan basis data⁸⁵. Dalam Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2009 tentang Kesejahteraan Masyarakat, dijelaskan bahwa ada 4 (empat) prasyarat untuk mendukung keberhasilan bonus demografi dalam menyejahterakan masyarakat, yaitu 1. penduduk usia produktif yang berkualitas; 2. peningkatan partisipasi perempuan dalam pasar kerja; 3. penciptaan lapangan kerja sebanyak-banyaknya, dan 4. pengendalian tingkat kelahiran.

Dalam Teori Modal Manusia (*Human Capital Theory*) oleh Theodore Schultz diartikan bahwa kualitas Sumber Daya Manusia lebih penting dibandingkan kuantitasnya. Yang terpenting dalam teori *Human Capital* mengasosiasikan modal manusia dengan tingkat pendidikan. Kuantitas sumber daya manusia yang tinggi tidak menjamin kualitas yang tinggi oleh karena itu pendidikan merupakan suatu bentuk investasi penting dalam pembangunan. Penjelasan tersebut dapat diartikan bahwa strategi mendasar untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia adalah melalui jalur pendidikan. Teori Bonus Demografi erat kaitannya dengan ilmu atau studi tentang demografi. Donald J. Bogue mendefinisikan bahwa demografi adalah ilmu yang mempelajari tentang kelahiran, kematian dan migrasi manusia dengan fokus dalam hal ketahanan nasional pada hal hal yang berkaitan dengan kuantitas, kualitas dan mobilitas penduduknya⁸⁶. Bonus demografi atau *demographic dividen* merujuk pada adanya akselerasi pertumbuhan ekonomi yang dimulai dari perubahan struktur umur populasi suatu negara. Hal tersebut dimulai dari transisi angka kelahiran dan kematian dari tinggi ke rendah⁸⁷.

Berdasarkan penjelasan diatas, dengan keuntungan demografi yang dimiliki oleh bangsa Indonesia perlu adanya kebijakan mendukung untuk pemanfaatan potensi SDM manusia Indonesia seperti pendidikan dan kesehatan, kualitas hidup dan pengurangan kemiskinan agar tercapainya pemanfaatan dari bonus demografi. Faktanya berdasarkan skor *Programme for Internatinal Student Assessment (PISA) 2015*⁸⁸, kemampuan matematika, membaca dan sains (IPA) anak anak usia pelajar Indonesia masih tertinggal jauh dari negara tetangga dan

⁸⁵ Materi Pokok Bidang Studi Demografi, 2020, Lemhannas RI Tahun 2020, Halaman 114.

⁸⁶ Materi Pokok Bidang Studi IPTEK, 2020, Lembaga Ketahanan Nasional RI Tahun 2020 halaman 141.

⁸⁷ Gribble, Bremmer, 2012, Achieving a Demographic Dividend, Population Bulletin 67, 2 Washington DC : Population Reference Bureau, dalam Adrian Hayes dan Diahadi Setyonaluri, 2015, Taking Advantage of the demographic Dividend in Indonesia, UNFPA, United Nations.

⁸⁸ Gurria, A. 2018, PISA 2015 Results in Focus, @OECD 2018

rata rata negara *Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD)*, tertinggal dibawah Singapura, Vietnam, India dan Thailand. Hal ini mengartikan bahwa keahlian dasar tenaga kerja di Indonesia sangat rendah atau sebagai perbandingan dapat dikatakan bahwa keahlian tenaga kerja lulusan Pendidikan Tinggi di Indonesia dapat dikatakan setara dengan keahlian tenaga kerja lulusan SMA di negara Demark. Diperkirakan Indonesia baru dapat mencapai nilai rata-rata OECD pada tahun 2065⁸⁹. Selain itu berdasarkan Indeks Ketahanan Kesehatan Global Asia Tenggara tahun 2019 nilai rata rata indeks ketahanan kesehatan global Indonesia⁹⁰ adalah 40,2 poin atau peringkat 30 dunia dari 195 negara. Pencapaian ini msh rendah dan tertinggal sehingga dapat berpengaruh pada produktivitas tenaga kerja dalam jangka panjang.

Kebijakan publik didefinisikan oleh Dye⁹¹ yaitu "*what governments do, why they do it, and what difference it makes*" atau kebijakan adalah pekerjaan yang dilakukan oleh pemerintah yang bertujuan untuk menyelesaikan masalah, meningkatkan sumberdaya manusia ataupun lainnya dan kerja tersebut menghasilkan sesuatu. Dengan kebijakan publik yang baik dan terencana berdasarkan *Agenda Setting* agar beberapa isu nasional yang tidak pernah didiskusikan mendapatkam *policy venue* dari para aktor kebijakan⁹². Kebijakan pemerintah dalam upaya mendorong penyediaan lapangan pekerjaan yang cukup bagi untuk usia produktif merupakan pekerjaan besar yang harus dihadapi pemerintah kedepannya mengingat pertumbuhan ekonomi harus di ikuti juga dengan penyerapan tenaga kerja.

Selain itu pemerintah juga menggunakan sebuah alat ukur indikator target pembangunan yang disebut dengan IPM atau indeks pembangunan manusia untuk mengukur keberhasilan dalam upaya membangun kualitas hidup manusia. Merujuk pada tren IPM Indonesia dari tahun 2010 sd 2019^{93,94} dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2019 tren IPM Indonesia terus mengalami peningkatan dimana pada tahun 2019 mencapai niai 71,92 (Gambar 14 dalam Lampiran). Nilai itu dapat

⁸⁹ Sonny Harry B. Harmadi, 2020, Permasalahan Kualitas Penduduk dan Solusinya dalam Rangka Pencapaian SDGs, Diskusi Panel PPRA LX Lemhannas RI, 15 Mei 2020.

⁹⁰ IBID

⁹¹ Leo Agustino, 2017, Dasar Dasar Kebijakan Publik, Alfabeta Bandung, Hal 15, ISBN 979-8433-50-6

⁹² IBID

⁹³ CNN Indoneisa, 2020, Jokowi Gagal Capai Target Indeks Pembangunan Manusia di 2019, diunduh dari <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20200217140707-532-475349/jokowi-gagal-capai-target-indeks-pembangunan-manusia-di-2019>, pada 1 Juni 2020 pkl 06.00

⁹⁴ Adi Nugroho, Dina Nur Rahmawati, Katalog BPS, Indeks 2018, Indeks Pembangunan Manusia, Jakarta, Badan Pusat Statistik

tercapai dimana pada tahun 2019 umur harapan hidup anak di Indonesia saat lahir mencapai 71,34 tahun, rata – rata lama sekolah (RLS) mencapai 8,34 tahun dan harapan lama sekolah mencapai (HLS) 12,95 tahun dengan pengeluaran per Kapita per tahun mencapai Rp. 11.299.000. Dengan nilai 71,29 maka pembangunan manusia Indonesia mendapatkan status tinggi dengan rata rata kenaikan setiap tahunnya sebesar 0,87%. Berdasarkan data dari *World Development Report* yang dikeluarkan oleh Bank Dunia pada tahun 2019 anak Indonesia yang lahir pada saat ini pada umur 18 tahun nanti hanya dapat mencapai 53% dari potensi produktivitas maksimumnya.

Akibat permasalahan penyebaran penduduk yang tidak merata hanya daerah tertentu saja yang akan menikmati bonus demografi. Keunggulan bangsa berbasis IPTEK dapat terwujud melalui pendidikan dan ditunjang oleh riset yang berkualitas. Pada tahun 2018 jumlah peneliti di Indonesia berjumlah kurang dari 10.000 orang⁹⁵ atau setara dengan 1071 peneliti per 1 juta penduduk. Singapura saat ini sudah memiliki 6442 peneliti untuk setiap 1 juta penduduknya Malaysia sebanyak 2590 peneliti per satu juta penduduknya dan Korea mempunyai 8000 peneliti per 1 juta penduduknya⁹⁶. Data penambahan jumlah peneliti dari tahun 2009 sampai dengan 2017 yang dikeluarkan oleh LIPI⁹⁷ dalam dilihat dalam gambar 15 dalam Lampiran. Terlihat adanya tren kenaikan jumlah peneliti dari tahun 2011 sebanyak 7658 orang peneliti dan pada tahun 2017 sebanyak 9685 peneliti. Di era Revolusi Industri 4.0 peningkatan kompetensi sumber daya manusia menjadi kunci penting dan dapat di lakukan dengan *program teaching industry*⁹⁸ dan *program link and match* antara pendidikan dan industri dengan mengalokasikan dana PDB sebesar 2% untuk aktifitas R&D⁹⁹. *Teaching factory*¹⁰⁰ merupakan salah satu konsep pembelajaran yang menghubungkan antara proses produksi di Industri

⁹⁵ Unggul Priyanto, 2018, Gelombang Transformasi Teknologi Nasional, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

⁹⁶ M. Dimiyati, Sarjuga, Jumlah Peneliti Indonesia Masih Sedikit, diunduh dari <https://risbang.ristekdikti.go.id/publikasi/berita-media/jumlah-peneliti-indonesia-masih-sedikit/> pada 16 Mei 2020 pkl 06.00

⁹⁷ Scholastia Gerintya, 2017, Kondisi Dunia Peneliti di Indonesia, diunduh dari <https://tirto.id/kondisi-dunia-penelitian-di-indonesia-cvuj>, pada 10 Maret 2020

⁹⁸ Annisa Dea Widiarini, 2019, Teaching Factory, Ini Cara SMK Menjawab Tantangan Industri, diunduh dari <https://edukasi.kompas.com/read/2019/04/26/21320741/teaching-factory-ini-cara-smk-menjawab-tantangan-industri?page=all>, pada 30 Maret 2020. Pkl 06.00

⁹⁹ Faisal Basri, Haris Munandar, 2019, Menuju Indonesia Emas Menggapai Negara Maju Berkeadilan, *Indonesia Research and Stratetic Analysis*.

¹⁰⁰ Galfri Siswandi, Sukoco, 2015, Pengembangan Model Teaching Factory di Bengkel Otomotif SMK Karsa Mulya Palangka Raya, *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, Vol 22, Nomor 4, Oktober 2015.

dengan pembelajaran di sekolah untuk menjawab tantangan globalisasi saat ini dengan membawa suasana Industri ke sekolah.

15. Bagaimana tingkat kemampuan teknologi Bangsa Indonesia saat ini dan apa upaya yang harus dilakukan untuk menuju negara Industri berbasis riset?

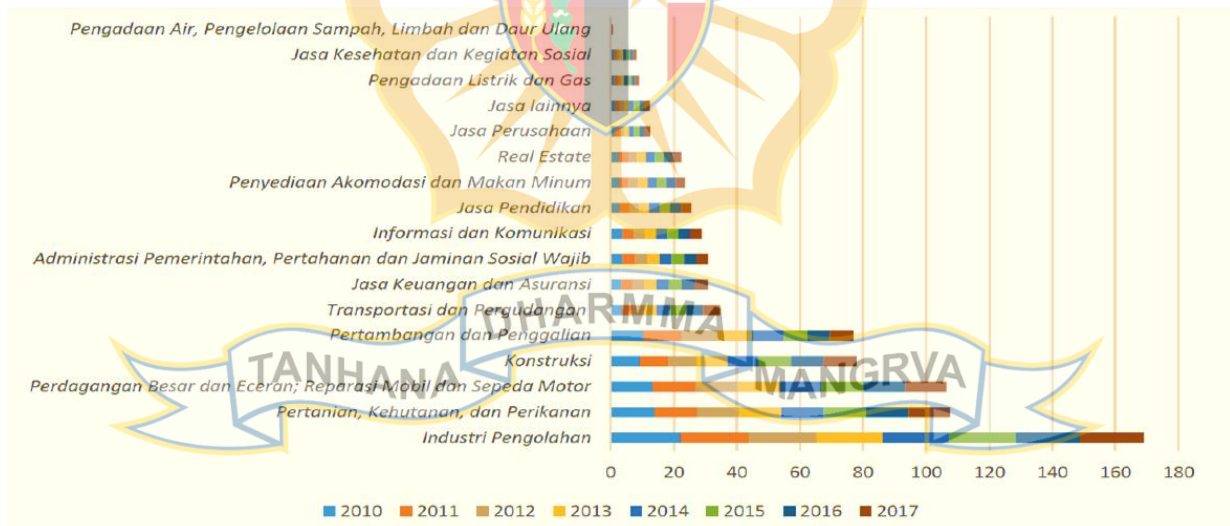
Pertumbuhan ekonomi yang rendah antara lain disebabkan oleh tingkat kemampuan teknologi dan produktivitas yang rendah. Adapun faktor-faktor yang menjadi penghambat adalah a. kebijakan yang timpang tindih, b. sistem penerimaan pajak yang belum baik, c. kualitas infrastruktur yang masih rendah terutama sektor energi dan konektivitas, d. kualitas SDM yang masih rendah, e. intermediasi sektor keuangan yang rendah, f. sistem inovasi yang tidak efektif g. keterkaitan antara hulu-hilir (hilirisasi) yang lemah. Dalam hal ini dukungan riset kepada Industri sangat dibutuhkan untuk menjawab faktor penghambat diatas.

Mengacu pada *endogenous growth theory* atau teori perkembangan endogenous pertumbuhan ekonomi juga dipengaruhi oleh faktor penguasaan teknologi, kemajuan teknologi dan aplikasi teknologi. Berkaitan dengan hal tersebut Kemenperin telah mengadopsi Revolusi Industri 4.0 dan mengimplementasikannya dengan membentuk Komite Industri Nasional¹⁰¹ (KINAS). KINAS dibentuk untuk mengkoordinir para pemangku kepentingan secara nasional melalui konsep *Triple Helix* dalam mendukung percepatan agenda pengembangan industri nasional. KINAS melibatkan para pemangku kepentingan lintas kementerian, lembaga, industri dan asosiasi untuk terlibat langsung dalam merancang *roadmap* (peta jalan) yang disebut dengan *Making Indonesia 4.0* sebagai upaya untuk mengimplementasikan strategi dalam memasuki era Revolusi Industri 4.0. *Making Indonesia 4.0* ditetapkan dengan target capaian ekspor netto 10% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) dan alokasi anggaran riset sebesar 2 % dari PDB. Seperti yang telah disampaikan sebelumnya, pemerintah telah menetapkan 5 industri manufaktur berdasarkan tren dimana 80% pasar global membutuhkan produk-produk dari Industri manufaktur tersebut dan diharapkan akan memiliki

¹⁰¹ Dewi Nurita, 2018, Revolusi Industri 4.0, Pemerintah Bentuk Komite Industri Nasional, diunduh dari <https://bisnis.tempo.co/read/1074550/revolusi-industri-4-0-pemerintah-bentuk-komite-industri-nasional>, pada 30 Maret 2020

domestik market dan daya saing yang kuat. Dengan upaya ini diharapkan Indonesia dapat mencapai 10 besar ekonomi dunia kedepannya.

Kontribusi industri manufaktur dan jasa industri lainnya dari tahun 2010 sampai dengan 2017 data dilihat dalam gambar 16 dibawah ini. Dapat dilihat besarnya kontribusi terbesar adalah di industri pengolahan terhadap PDB yang diikuti oleh industri Pertanian, Kehutanan dan Perikanan dan Industri Besar dan Eceran Reparasi Mobil dan Sepeda Motor. Distribusi terkecil terjadi pada lapangan usaha pengadaan air, pengolahan sampah, limbah dan daur ulang serta jasa kesehatan dan kegiatan sosial. Beberapa perusahaan ini telah mengimplementasikan teknologi otomasi dalam proses produksinya sehingga diharapkan mampu untuk dengan cepat mengadopsi revousi industri 4.0. Dalam hal ini adanya Undang Undang No. 3 Tahun 2014 tentang perindustrian dan Peraturan Presiden RI NO. 38 Tahun 2018 tentang RIRN diharapkan dapat menentukan langkah-langkah strategis untuk mendukung industri-industri berdasarkan lapangan usaha tertentu agar dapat degan cepat menangkap peluang dan menghadapi kendala yang dihadapi dalam mengadopsi teknologi Revolusi Industri 4.0.



Gambar 16. Distribusi PDB¹⁰² berdasarkan Lapangan Usaha dalam %

¹⁰² Biro Pusat Statistik, 2020, Indeks Implisit PDP – persen, diunduh dari <https://www.bps.go.id/dynamictable/2016/05/27/1151/-seri-2010-indeks-implisit-pdb-persen-2016-2020.html>, pada 1 Juni 2020

Besar nilai investasi tiap negara yang menginvestasikan dananya untuk kegiatan Penelitian dan Pengembangan (R&D)¹⁰³ dalam dilihat dalam Gambar 17 dalam Lampiran. Negara USA dengan perekonomian terkuat menginvestasikan anggarannya sebesar US\$ 476.5 Milyar yang kemudian disusul dengan China sebesar US\$ 370.6 Milyar. Indonesia menginvestasikan sebesar US\$ 2.1 miliar tidak lebih kecil dari negara Vietnam atau setara dengan 0,44 % dibanding dengan USA. Artinya Indonesia masih jauh tertinggal dalam memprioritaskan kegiatan R&D didalam negeri. Perlu adanya kebijakan pemerintah berupa terobosan yang berani untuk meningkatkan anggaran riset nasional.

Teori Model Pertumbuhan Ekonomi Solow¹⁰⁴ menunjukkan bagaimana pertumbuhan persediaan modal, pertumbuhan angkatan kerja, dan kemajuan teknologi mempengaruhi tingkat luaran (*output*) dalam perekonomian dan pertumbuhannya sepanjang waktu dan juga pengaruhnya terhadap output barang dan jasa. Simon Kuznets (1971) pada orasi mengenang Alfred Nobel tahun 1971, menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi suatu negara dapat didefinisikan sebagai peningkatan kapasitas produksi dalam memasok barang-barang kebutuhan ekonomi yang berkesinambungan dan beragam kepada penduduknya¹⁰⁵. Peningkatan kapasitas ini didasarkan pada kemajuan teknologi dan penyesuaian Insititusal/kelembagaan dan ideologis dalam menghadapi berbagai tantangan. Pernyataan Simon Kuznets memberikan penekanan pada tiga hal penting yaitu :

- 1) Keberhasilan peningkatan kapasitas produksi dalam memasok barang barang kebutuhan ekonomi secara berkesinambungan merupakan perwujudan dari pertumbuhan ekonomi.
- 2) Kemampuan menyediakan beragam jenis barang ekonomi adalah kestabilan / kematangan suatu negara
- 3) Kemajuan dan perkembangan teknologi sangat diperlukan bagi berlangsungnya pertumbuhan ekonomi suatu negara dan untuk mencapai hal tersebut diperlukan penyesuaian struktur kelembagaan serta ideologis.

¹⁰³ Jeff Desjardins, 2018, Visualizing How Much Countries spend on R&D, diunduh dari <https://www.visualcapitalist.com/money-country-puts-r-d/> pada 15 April 2020

¹⁰⁴ Ardra, Teori Model Pertumbuhan Ekonomi Solow, Pengertian Asumsi Fungsi Rumus, diunduh dari <https://ardra.biz/ekonomi/ekonomi-makro/model-pertumbuhan-ekonomi-suatu-negara/model-pertumbuhan-ekonomi-solow/>, pada 31 Mei 2020.

¹⁰⁵ Simon Kuznets, 1971, Modern Economic Growth: Findings and Refelctions, Lecture to the Memory of Alfred Nobel, December 11, 1971.

Inovasi teknologi tidak akan memiliki makna yang berarti bila tidak di barengi dengan inovasi sosial.

Pertumbuhan ekonomi erat kaitannya dengan pertumbuhan Pendapatan Domestik Bruto (PDB). Ada 3 cara untuk menghitung PDB¹⁰⁶ yaitu a. pendekatan pendapatan, b. pendekatan pengeluaran, c. pendekatan proses produksi. Dana untuk riset pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi di Indonesia masih sangat rendah yaitu hanya 0,25 % dari pendapatan Domestik Bruto (PDB)¹⁰⁷ dengan komposisi 84% dari dana pemerintah (APBN) dan 8% adalah dana dari industri. Dibanding dengan negara lain Indonesia masih sangat ketinggalan dalam komitmennya terhadap riset jika dilihat dari rasio pengeluaran penelitian dan pengembangan terhadap PDB atau *Gross Expenditure on RnD (GERD)*. Pada tahun 2017 anggaran riset terhadap PDB di Korea Selatan adalah 4,55% thd PDB nya, Jepang 3,2%, Finlandia 2,76%, Singapura 2,76 % dan Malaysia 1,44 %. Dibandingkan dengan negara lain Indonesia masih jauh tertinggal jika dibandingkan dengan GERD dunia. Rasio pengeluaran riset terhadap PDB Indonesia dibandingkan dengan negara Singapur dan Filipina. .

Dana penelitian di Indonesia di bandingkan dengan 3 negara dengan kekuatan ekonomi teratas dunia seperti Amerika Serikat, China dan Jepang, kita masih tertinggal jauh¹⁰⁸ karena rata – rata anggarannya sudah mencapai diatas 2% dari total PDB nya seperti dapat dilihat dalam Gambar 18 dalam Lampiran. Dibandingkan dengan negara Asean pada tahun 2019 anggaran riset terhadap PDB di Thailand 0.5%, Malaysia 1.3% dan Singapura 2.2%¹⁰⁹. Dengan dana yang masih jauh dari ideal tersebut kegiatan riset masih terkendala juga sistem anggaran yang berbasis tahun anggaran yang mengikuti siklus APBN. Banyak riset yang dijalankan dengan skema pendanaan tahunan sehingga menyulitkan para peneliti dan perekayasa untuk membuat rencana penelitian jangka panjang.

¹⁰⁶ Socia Prihawantoro, 2013, Peranan Teknologi Dalam Pertumbuhan Koridor -Koridor Ekonomi Indonesia Pendekatan Total Factor Productivity, BPPT, Halaman 7

¹⁰⁷ Hambali, 2020, Dana untuk Riset di Indonesia Baru 0,25% dari PDB, diunduh dari <https://news.okezone.com/read/2020/01/30/65/2160946/dana-untuk-riset-di-indonesia-baru-0-25-persen-dari-pdb>, pada 30 April 2020.pkl 06.00

¹⁰⁸ Cek Data : Anggaran Riset Indonesia baru 0.3 % dari PDB, diunduh dari <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2019/03/17/cek-data-anggaran-riset-indonesia-baru-03-persen-pdb#>, pada tanggal 10 Maret 2020.pkl 06.00

¹⁰⁹ Luthfi T. Dzulfikar, 2019, Bagaimana Skema Pengelolaan Dana Abadi Penelitian yang Ideal? Komunitas Peneliti Berpendapat, diunduh dari <https://theconversation.com/bagaimana-skema-pengelolaan-dana-abadi-penelitian-yang-ideal-komunitas-peneliti-berpendapat-129082>, pada 25 Mei 2020.pkl 06.00

Rendahnya dukungan anggaran R&D terhadap, jumlah SDM peneliti yang masih rendah menunjukkan sulitnya kita untuk bisa bersaing dengan penelitian di tingkat dunia terutama untuk mendukung riset-riset yang menjawab kebutuhan industri. Walaupun demikian Kemenristek / BRIN terus berupaya untuk melakukan perbaikan dan mendorong para peneliti dan perekayasa untuk berkontribusi di bidang riset terutama yang dapat menghasikan inovasi teknologi antara lain dengan melaksanakan *Science and Technology Index* (SINTA) untuk mendapatkan peneliti – peneliti terbaik di Indonesia. SINTA meranking kinerja publikasi penelitian dengan merujuk pada kuantitas publikasi nasional dan internasional sehingga menggambarkan produktivitas para peneliti dan dosen di Indonesia. Kemajuan industri dan peningkatan daya dapat tercapai jika terjadi perbaikan kualitas produk dan produktivitas yang berkesinambungan dan kunci dari keberhasilannya bergantung pada kemampuan inovasi melalui kegiatan litbang. Untuk melihat kemampuan riset dapat dilihat dari jumlah aplikasi patennya. Perlu upaya dan kerja keras agar Indonesia dapat mengejar ketertinggalannya.

Dalam upaya untuk menghasilkan inovasi teknologi kegiatan riset di Lembaga LITBANG akan melalui tahapan pengembangan teknologi sampai dengan komersialisasi yaitu riset dasar (invensi) dilanjutkan riset terapan, prototipe dan industri. Anggaran – anggaran riset tersebut juga akan tersebar diberbagai proses dalam tahapan pelaksanaan di Kementerian dan Lembaga sehingga memungkinkan terjadinya inefisiensi pemanfaatan anggaran akibat misalnya duplikasi dalam pelaksanaan tahapan-tahapan riset tersebut jika tidak dikelola dengan baik.

Presiden Jokowi telah menyusun Visi Negara Kesatuan Republik Indonesia dengan menggagas Impian Indonesia 2015 – 2045 yaitu Indonesia menjadi pusat Pendidikan, Teknologi dan Peradaban dunia¹¹⁰. Oleh sebab itu pengembangan IPTEK dan mendukung penelitian dasar, penelitian terapan sampai dengan dihasilkannya inovasi teknologi merupakan faktor kunci untuk peningkatan PDB suatu negara. Telah ditetapkan Skenario Indonesia emas menuju negara dengan pendapatan tinggi di tahun 2045 dan PDB keempat terbesar dunia¹¹¹ (Gambar 19 pada Lampiran). Skenario yang akan dicapai pada tahap pertama yaitu 2016 –

¹¹⁰ Indonesia 2045 Berdaulat, Maju, Adil dan Makmur, 2018, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Oktober 2018.

¹¹¹ Brodjonegoro, B., 2017, Visi Indonesia 2045, Orasi Ilmiah Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Indonesia, 26 September 2017.

2025 akan dilakukan penguatan struktur ekonomi dengan pertumbuhan ekonomi rata-rata 6%/thn, pada tahap kedua yaitu 2026 – 2035 fokus pada percepatan pertumbuhan berbasis inovasi dengan pertumbuhan ekonomi rata-rata 7% per thn pada tahap ketiga yaitu 2036 – 2045 fokus pada modernisasi ekonomi berbasis kualitas dan berkelanjutan dengan pertumbuhan ekonomi rata-rata 7% per thn (sesuai dengan Gambar 20 dalam Lampiran) .Skenario ini membutuhkan kontribusi dari berbagai sektor terutama dukungan bidang teknologi yang dapat menjawab kebutuhan industri di era Revolusi Industri 4.0 dalam menyesuaikan proses produksinya. Untuk mewujudkan agenda RPJMN IV, diharapkan pertumbuhan ekonomi Indonesia dapat stabil pada 5.7% per tahun dengan prediksi pada tahun 2036 dapat meningkat menjadi negara berpendapatan menengah keatas pada tahun 2036 berdasar prediksi pertumbuhan ekonomi Indonesia sampai dengan tahun 2024¹¹² (Gambar 20 dalam Lampiran).

16. Bagaimana dampak Revolusi Industri 4.0 terhadap bangsa Indonesia?

Dampak penting yang ditimbulkan dari revolusi teknologi di era Revolusi Industri 4.0 ini adalah bergesernya perekonomian dimana *leading driver* sebagai sektor yang awalnya menguasai perekonomian dunia seperti oil dan gas kedepan akan di tinggalkan dan akan beralih sebagai akibat dari berkembangnya teknologi digital seperti *e-commerce*, *Big data*, otomotif yang berbasis pada penggunaan sumber energi berbasis listrik dan gas. Akibatnya negara negara sebagai penghasil utama bahan tambang harus terus beradaptasi untuk merubah *driver /* penggerak utama roda perekonomian mereka. Sebagai upaya yang dilakukan di negara negara di timur tengah yang mulai beralih ke sektor pariwisata dan finansial sebagai sumber devisa utamanya¹¹³.

Meskipun diyakini akan ada banyak manfaat dari Revolusi Industri 4.0, dilain pihak banyak tantangan yang harus dihadapi kedepannya. Dampak langsung misalnya memungkinkan terjadinya eliminasi dari pekerjaan yang biasa dilakukan karena adanya perubahan proses bisnis yang lebih efisien. Pekerjaan pekerjaan yang belum ada sebelumnya memerlukan kemampuan SDM yang menyesuaikan dengan kemajuan teknologi sehingga industri dapat meningkatkan kecepatan

¹¹² Rancangan Teknokratik Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020 – 2024, Kementerian PPN/Bappenas RI, Halaman 11.

¹¹³, 2019, Society 5.0, diunduh dari <https://www.ybb.or.id/society-5-0/> pada tgl 1 Juni 2020, pkl 06.00

pelayanan, fleksibilitas dalam produksi dan metoda untuk menurunkan kegagalan dalam produksi¹¹⁴. Akibatnya adalah meningkatnya pengangguran pada usia produktif yang sudah mulai terlihat di beberapa sektor seperti di industri transportasi dengan meningkatnya pengemudi ojek online Gojek dan Grab secara signifikan. Survei tahun 2019 memproyeksikan jumlah pengemudi ojek online di Indonesia mencapai sekitar 2,5 juta orang¹¹⁵. Yang menarik adalah selain pertumbuhan bisnisnya yang terus meningkat, sistem aplikasinya terus mengalami peningkatan dalam penggunaan selain menawarkan jasa antar jemput barang dan makanan juga sebagai sistem pembayaran. Maraknya perusahaan *e-commerce* memberikan dampak yang baik pada perekonomian Indonesia. Sebagai contoh Tokopedia perusahaan *e-commerce* yang telah berkontribusi sebesar Rp 58 triliun terhadap perekonomian Indonesia¹¹⁶ dengan transaksi per bulan mencapai Rp 14 triliun. Usaha *e-commerce* ini diharapkan dapat memberikan dampak pada meningkatnya jumlah investor ritel di Indonesia sehingga dapat mengakselerasi pemerataan ekonomi secara digital mengingat saat ini jumlah rasio investor baru mencapai 0.8% dari populasi penduduk Indonesia¹¹⁷ yang jika di bandingkan dengan negara lain yang sudah bisa mencapai 20% investor dari total jumlah penduduknya. Indonesia pada tahun 2020 untuk pertama kalinya memanfaatkan teknologi digital *Big Data* untuk sensus kependudukan¹¹⁸ yang merupakan terobosan besar dalam pengumpulan data mengenai kependudukan Indonesia. Hal ini akan memudahkan kita dalam mendapatkan informasi mengenai berapa jumlah usia produktif, penyebaran penduduk, jenis pekerjaan penduduk menurut daerah dan lain lain. Program ini juga diperkuat dengan aturan kebijakan Presiden Jokowi yang mengeluarkan Perpres Satu data Indonesia pada tahun 2019. Dengan adanya data kependudukan ini diharapkan banyak produk kebijakan yang dihasilkan pemerintah akan menjadi lebih tepat sasaran karena didasarkan pada data yang akurat.

¹¹⁴ Amar P. N., 2019, Tantangan Menghadapi Era Revolusi 4.0 – Big Data dan Data Mining, Seminar Nasional Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat 2019. SINDIMAS 2019.

¹¹⁵ Kodrat Setiawan, 2019, Berapa Jumlah Pengemudi Ojek Online di Indonesia?, di unduh dari <https://bisnis.tempo.co/read/1271465/berapa-jumlah-pengemudi-ojek-online-di-indonesia/full&view=ok>, pada 5 Juni 2020, Pkl 06.00

¹¹⁶ Bawono Yadika, 2019, Tokopedia Targetkan Total Transaksi Rp 222 Triliun di Tahun ini, diunduh dari <https://www.liputan6.com/bisnis/read/4083488/tokopedia-targetkan-total-transaksi-rp-222-triliun-di-tahun-ini>, pada tgl 6 Juni 2020, Pkl 06.30

¹¹⁷ Dias Prasangka, 2019, OJK: Jumlah Investor Baru 0,8 Persen dari Penduduk Indonesia, diunduh dari <https://bisnis.tempo.co/read/1273578/ojk-jumlah-investor-baru-08-persen-dari-penduduk-indonesia/full&view=ok>, pada tgl 10 Juni 2020, pkl 06.30

¹¹⁸ Nurhadi Sucahyo, 2019, Indonesia Manfaatkan Big Data untuk Sensus Kependudukan 2020, diunduh dari <https://www.voaindonesia.com/a/indonesia-manfaatkan-big-data-untuk-sensus-kependudukan-2020/5078956.html> pada tgl 7 Juni 2020, pkl 06.30

Perpres Satu Data menandai kemajuan teknologi digital di Indonesia untuk mengejar ketertinggalan kita di bidang teknologi informasi. Diprediksi bahwa *Big Data* inilah yang akan menjadi faktor terpenting dalam perkembangan berbagai sektor industri dan regulasi di negara Asia Pasific. Sebagai gambaran Tiongkok adalah negara dengan pasar terbesar untuk *Big Data* dengan pengeluaran sebesar US\$ 5,5 miliar¹¹⁹ pada tahun 2018 dengan dominasi pada industri telekomunikasi dan perbankan dan Australia sebagai negara kedua tertinggi. Indonesia menurut hasil survei Appier tahun 2018 menunjukkan prestasi yang menarik dimana pada tahapan implementasi kecerdasan buatan skor Indonesia (65%) lebih unggul dari pada Tiongkok (63%) dan India (62%). Dengan implementasi kecerdasan buatan tidak perlu lagi perusahaan melakukan studi banding atau survei pasar ke luar negeri, namun cukup dengan menggunakan algoritma sudah dapat digunakan untuk menganalisis data.

Jelas dapat dilihat bahwa Revolusi Industri 4.0 diciptakan oleh Klaus Schwab pada tahun 2016¹²⁰ telah merubah banyak hal mengingat tingkat kesulitannya yang sangat tinggi (*degree of complexity*) dan akan mengimplementasikan *cyber physical system* dalam pemanfaatannya. Klaus Schwab mendefinisikan 4 dampak langsung terhadap seluruh industri akibat era Revolusi Industri 4.0 yaitu (1) model kerja operasional yang di transformasikan ke pola kerja digital (2) data sangat berpengaruh terhadap peningkatan produk dan produktivitas aset (3) ekspektasi dari pasar yang terus berubah (4) pentingnya kolaborasi dalam melakukan pengembangan kerjasama. Bagaimana dampaknya terhadap Indonesia sebagai negara berkembang mengingat banyak aspek dalam Revolusi Industri 4.0 lebih mencirikan transformasi pada negara ekonomi maju atau ekonomi menengah walaupun tidak berarti bahwa negara berkembang seperti Indonesia akan menghadapi tantangan berat dalam proses implementasinya. Di era Revolusi Industri 4.0 perkembangan teknologi yang sangat cepat harus dapat dimanfaatkan untuk mengikuti perkembangan dan dapat mempercepat lompatan menuju era Revolusi Industri 4.0.

¹¹⁹ Aghnia Adzkia, 2019, Asia jadi pasar Big data, Indonesia pimpin implementasi AI, diunduh dari <https://lokadata.id/artikel/asia-jadi-pasar-big-data-indonesia-pimpin-implementasi-ai>, pada tgl 10 Juni 2020, pk1 06.45

¹²⁰ Schwab, K. 2016 "The Fourth Industrial Revolution", World Economic Forum, Crown Publishing Group, 11 Jan 2016

Menurut teori Hurley and Hurt¹²¹, inovasi adalah mekanisme dalam beradaptasi dalam lingkungan yang dinamis sehingga perusahaan harus mampu untuk menciptakan pemikiran baru atau gagasan baru. Inovasi merujuk pada Oslo Manual (2018)¹²² merupakan implementasi dari suatu produk baik berupa barang dan jasa, proses, metoda dalam pemasaran atau metoda organisasi yang baru atau mengalami perbaikan secara signifikan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa inovasi terjadi jika terjadi pembaharuan dan lebih unggul sehingga bukan merupakan kelanjutan dari yang telah ada. Suatu hasil disebut sebagai inovasi jika telah dimanfaatkan oleh pengguna. Semakin inovatif sebuah negara maka akan semakin tinggi titik kesejahteraan atau pencapaian sosio-ekonomi.

Untuk mendukung kegiatan riset pemerintah melalui Kementerian Keuangan juga menganggarkan *endowment fund* atau Dana Abadi Penelitian yang dialokasikan untuk kegiatan riset sebesar Rp 6 triliun dimana dana tersebut dapat di gunakan oleh universitas¹²³ guna meningkatkan kualitas Pendidikan sehingga dapat menghasilkan SDM dengan skill dengan penguasaan teknologi khusus. Dana ini diharapkan dapat memunculkan ekosistem untuk menunjang produktivitas di dunia riset sebab diyakini bahwa belanja di bidang riset dapat menghasilkan tingkat pengembalian sampai dengan 20%. Produktivitas di Industri dapat tercapai jika ada dukungan dan kebijakan yang kuat terhadap teknologi dan inovasi yang erat kaitannya dengan ekosistem bidang IPTEK. Skema dalam rangka mendukung kerjasama pemanfaatan hasil-hasil inovasi teknologi di Lembaga Litbang Jirap maupun Litbang Kementerian yang telah dipersiapkan dengan membentuk Dana Abadi Penelitian akan menunjang kegiatan riset baik di Litbang Jirap maupun Universitas di Indonesia dengan menjamin penyaluran pendanaan yang bersifat *multi year*. Anggaran Dana Abadi Penelitian dananya akan terus berkembang sesuai dengan bunga investasi dan tidak bergantung pada dana APBN.

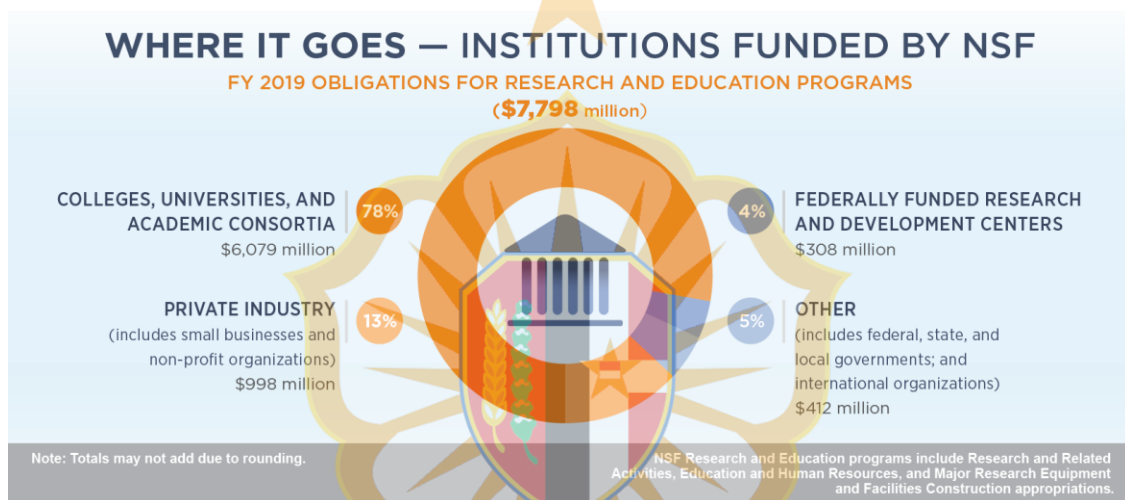
Dengan konsep Triple Helix Kementerian Keuangan melibatkan komunitas asosiasi yaitu Akademi Ilmuwan Muda Indonesia (ALMI) dan Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia (AIPI) untuk memulai pengelolaan dana abadi riset ini. Untuk proses penyalurannya akan ditentukan oleh Kemenristek / BRIN melalui

¹²¹ Robert F. Hurley, G. Tomas M. Hult, 1998, Innovation, Market Orientation, and Organizational Learning: An Integration and Empirical Examination, *Journal of Marketing*, Vol. 62, Page 42-54

¹²² OSLO Manual 2018, Guidelines for collecting, reporting and using data on Innovation.

¹²³ Wahyu, 2019, Anggaran Penelitian Dalam APBN 2019 Rp 35,7 Triliun, Rp 99 Miliar Masuk Dana Abadi Penelitian, diunduh dari <https://www.kemenkeu.go.id/publikasi/berita/anggaran-penelitian-dalam-apbn-2019-rp35-7-triliun-rp99-miliar-masuk-dana-abadi-penelitian/>, pada 5 Maret 2020 pkl 06.00

manajemen pemrosesan proposal penelitian dan proses *peer review*. Sebagai ajuan bentuk pengelolaan seperti ini telah dilakukan di Amerika Serikat dengan mendirikan Dana Sains Nasional (*National Science Fund*¹²⁴ atau SNF) pada tahun 2016. *National Science Foundation* (NSF) dibentuk untuk mempertahankan komunitas riset yang sangat beragam supaya dapat terus berkompetensi secara terbuka dan berkembang secara transparansi berbasis prestasi. Dengan dukungan NSF, komunitas riset ini merupakan kontributor utama dalam pertumbuhan ekonomi di AS, mendukung keamanan nasional, dan diharapkan terus berkhirprah dalam kepemimpinan global. Gambar 21 di bawah ini memberikan penjelasan Lembaga apa saja yang dibiaya oleh NSF.



Gambar 21. Institusi yang dibiayai oleh NSF - AS¹²⁵

Dengan memanfaatkan dana abadi penelitian ini diharapkan para peneliti dan perekayasa dapat merencanakan program penelitian jangka panjang yang tidak dibatas oleh siklus APBN yang sifatnya tahunan. Seperti dalam pembangunan suatu infrastruktur yang memerlukan pendanaan yang sangat besar dampak pada pertumbuhan ekonominya baru dapat dirasakan setelah 5 tahun berjalan.

Dalam upaya untuk meningkatkan PDB dan untuk menjadikan Indonesia sebagai negara Industri berbasis riset maka harus di tandai dengan kemajuan industrinya dimana Indonesia harus melalui proses Industrialisi untuk dapat mampu meningkatkan perekonomian negara. *Total Factor Productivity* (Faktor Laju Produktifitas) didefinisikan oleh Yukio Ikemoto dari berbagai sudut pandang yang

¹²⁴National Science Foundation, 2019, Dear Colleague Letter: Research Protection, diunduh dari https://www.nsf.gov/pubs/2019/nsf19200/research_protection.jsp, pada 10 Januari 2020 pkl 06.00

¹²⁵ National Science Foundation, diunduh dari <https://www.nsf.gov/homepagefundingandsupport.jsp#where-it-goe>, pada 1 Mei 2020 pkl 06.00

saling mempengaruhi tidak hanya dari kemajuan teknologi namun juga perubahan kualitas per kapita penduduk dan hubungannya dengan tenaga kerja, pemanfaatan modal yang tidak optimal, skala ekonomi, perubahan struktur akibat perpindahan lintas sektoral pada sumber daya yang harus saling menyesuaikan¹²⁶. *Total Factor Productivity* adalah salah satu cara untuk menghitung besarnya peranan kemajuan teknologi dalam pertumbuhan ekonomi. TFP dapat dihitung mulai dari tingkat nasional sampai dengan tingkat provinsi (regional) tergantung pada beberapa sektor ekonomi. Faktor Laju Produktifitas adalah besarnya peningkatan luaran (*output*), yang diperoleh dari setiap unit produksi (*input*) yang berkontribusi pada produksi *output* tersebut. Untuk memperoleh peningkatan output dapat dilakukan dengan peningkatan efisiensi dan kemampuan SDM nya dalam menghasilkan inovasi teknologi. Oleh sebab itu *Total factor productivity* merupakan pendekatan yang dapat di gunakan sebagai ukuran untuk mengetahui peranan teknologi dan dampaknya terhadap pertumbuhan ekonomi¹²⁷ karena mencakup perubahan dalam implementasi teknologi dan karakteristik lainnya yang berasal dari ekonomi berbasis pengetahuan seperti difusi teknologi, alih teknologi, kliring teknologi serta jaringan dan model bisnis yang dapat berkontribusi terhadap kenaikan produktivitas.. Berdasar rata – rata pertumbuhan *Total Factor Productivity* dari tahun 1994 sd 2019¹²⁸ menyimpulkan bahwa untuk sumber pertumbuhan ekonomi di Indonesia selama periode tahun 1994 sdng 2019 sebagian besar didorong oleh peningkatan akumulasi modal (Gambar 22 dalam Lampiran). Untuk komponen tenaga kerja cenderung menurun begitu juga komponen TFP cenderung menurun dalam beberapa tahun terakhir. Dari gambaran tersebut dapat di ambil suatu kesimpulan terkait dengan kondisi peningkatan produktivitas dan penguasaan teknologi yang masih relatif rendah¹²⁹. Kondisi rendahnya kontribusi TFP dalam PDB disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain rendahnya tingkat riset dan infrastruktur yang belum memadai khususnya pada sektor industri pengolahan. Hal ini memberikan gambaran kepada kita bahwa perlunya upaya upaya reformasi

¹²⁶ Ikemoto, Y. 1986. Technical progress and the level of technology in asian countries. The Developing Economies XXXIV-4:368–90

¹²⁷ Prihawantoro, S., Suryawijaya, I., Hutapea, R., 2013, Peranan Teknologi Dalam Pertumbuhan Koridor Koridor Ekonomi Indonesia, Pendekatan Total Factor Productivity, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.

¹²⁸ Nurwanda, A., Bakhtiar, R., 2018, Diagnosis Pertumbuhan Ekonomi dan Output Potensial Indonesia, Kajian Ekonomi Keuangan, Vol. 2, No. 3

¹²⁹ Anand, R., Cheng, K., Rehman, S., & Zhang, L., 2014, Potential Growth in Emerging Asia. IMF Working Paper WP/14/2, 1-25

struktural guna mengoptimalkan sumber-sumber pertumbuhan ekonomi nasional. Kebijakan pemerintah yang diharapkan antara lain untuk mendukung reformasi struktural dapat dilakukan melalui kombinasi kebijakan untuk meningkatkan faktor tenaga kerja, investasi, riset untuk meningkatkan produktivitas dan optimalisasi dalam pemanfaatan Big data.

Pengguna BIG DATA di Indonesia saat ini sudah banyak antara lain SOLUSI247, Labs247, Telkom, NoLimit, EB Desk Telkom Sigman, Medlawave, dll. Sedangkan untuk implemetasi Big Data di Indonesia antara lain Telkomsel, Indosat Ooredoo, GOJEK, Traveloka, KKP Kompas, Tokopedia , Kemenristek dan lain lain. Yang disebut dengan Big Data itu adalah infrastruktur data center dan perangkat lunak lainnya dengan ciri-ciri adalah 4 V yaitu 1. Volume (data yang besar), 2. Velocity (kecepatan data yang masuk / keluar), 3. Variety (tipe data yang beraneka ragam): text, video, suara, dan 4. Veracity (keabsahan data yang tidak menentu) . Implemenasi big data pada sistem pemerintahan antara lain telah dimanfaatkannya SIMRAL¹³⁰ atau Sistem Informasi Manajemen Perencanaan, Anggaran dan Pelaporan adalah perangkat lunak dalam rangka komputerisasi proses bisnis di pemerintah daerah yang saat ini sudah diterapkan diberbagai desa di Indonesia. Dengan SIMRAL proses bisnis perencanaan pembangunan, rencana kerja, penganggaran dan pengelolaannya sesuai dengan perundangan yang berlaku hingga tahap pelaporan hasil hasil pembangunan dapat diintegrasikan dalam satu sistem yang saling terintegrasi. Berdasarkan survey *E-Government Development Index* (EDGI)¹³¹ yang dilakukan oleh PBB pada tahun 2018, Indonesia berada pada peringkat ke 107 dalam pemanfaatan E-Government dimana Singapura menduduki peringkat ke 7, Malaysia ke 48 dan Vietnam ke 88. Belum ada dampak yang signifikan pada pemanfaatan big data di Indonesia dibandingkan dengan negara lain dalam EDGI ini dapat menjadi indikator bahwa budaya digital di Indonesia masih rendah dengan indikantor kesiapan infrasturktur, sumber daya manusia dan pengusahaan digital masih rendah.

¹³⁰ Faisal Ba'Abdullah, 2017, SMART Government : Cloud SIMRAL (e-budgeting), diunduh dari <https://www.bppt.go.id/cpns-2017/arsip/forum-inovasi-2017/smart-government-cloud-simral-e-budgeting>, pada 26 April 2020 pkl 06.00

¹³¹ Dyah Puspito Dewi Widowati, 2018, Survei PBB 2018: Peringkat E-Government Indoneisa, diunduh dari <https://bpptik.kominfo.go.id/2018/08/23/5938/survei-pbb-2018-peringkat-e-government-indonesia/>, pada tanggal 1 Juni 2020 pkl 06.00

BAB IV

PENUTUP

17. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan sebelumnya telah dibahas aspek aspek penting sesuai dengan perumusan masalah yang telah disampaikan dan telah dikaji beberapa persoalan sebagai berikut yaitu (1) bagaimana komitmen pemimin nasionalnya (2) bagaimana memanfaatkan bonus demografi. (3) bagaimana tingkat kemampuan teknologi dan (4) dampak dari Revolusi Industri 4.0 bagi bangsa Indonesia. Hasil-hasil simpulan yang dapat disampaikan dari kajian dalam Taskap ini adalah :

- a. Revolusi Industri 4.0 yang terjadi saat ini merupakan proses pergeseran yang merubah cara kerja manusia dan cara hidup manusia. Revolusi merupakan hasil dari suatu inovasi yang secara langsung memberikan dampak pada berbagai bidang / sektor di Industri. Teori U yang disampaikan Otto Scharmer menekankan pada memikirkan kesadaran baru dan kepemimpinan baru untuk mengatasi tantangan yang ada dan terhindari dari jebakan dalam lubang persoalan yang disebut dengan area *Blind Spot*. Secara keseluruhan kondisi ini menuntut pimpinan untuk dapat menentukan pilihan kebijakan-kebiakan ada di Lembaga atau perusahaannya untuk dapat berperan dalam menangkap kesempatan-kesempatan yang harus di capai dengan memanfaatkan teknologi inovasi di era Revolusi Industri 4.0. Indonesia sedapat mungkin mengedepankan dan mempromosikan segala sumber daya lokal dengan tujuan untuk memberikan keuntungan bagi produsen domestik dan meminimalkan pesaing global namun memanfaatkan *licensing technology* (teknologi lisensi) dengan alih teknologi atau *reverse engineering* sehingga mampu mengejar ketertinggalan dalam ekonomi digital baru. Kemampuan pimpinan dalam beradaptasi akan menentukan kemajuan bangsa Indonesia dalam membaca perubahan yang sangat cepat untuk dapat berpikir global,

regional maupun nasional. Yang berbeda dalam Revolusi Industri 4.0 adalah pemimpin harus dapat berkolaborasi dengan konsep Triple Helix plus asosiasi untuk memahami persoalan tertentu dan kemudian memberikan solusi yang diperlukan dengan suatu regulasi / kebijakan yang sesuai. Pada era revolusi industri sebelumnya (1.0, 2.0, dan 3.0) hal ini tidak terjadi. Saat ini para pemimpin harus menyadari untuk dapat cepat memanggapi berbagai peristiwa sehingga mampu untuk mengatasi cepatnya perubahan teknologi dan memberikan dampak yang signifikan.

- b. Dengan memanfaatkan bonus demografi maka Indonesia berpotensi untuk untuk memacu produktivitas perekonomian. Beban tanggungan usia bekerja diharapkan berkurang pada tahun 2028 sd 2031 sehingga potensi tabungan bertambah besar dan daya beli masyarakat semakin tinggi. Pemerintah telah memprioritaskan pembangunan sumber daya manusia di segala lini dengan kata lain kegiatan pendidikan baik formal, informal, vokasi, pelatihan dan riset perlu mendapatkan perhatian. Pemerintah telah menyiapkan infratraktur untuk masuk menjadi negara Industri berbasis riset di era Revolusi Industri 4.0 ini. Bangsa Indonesia tidak boleh menia-nyikan bonus demografi ini sebab jika tidak mendapatkan perhatian khusus dari pemerintah dalam pengembangan SDM maupun upaya untuk mendukung pertumbuhan ekonomi nasional maka bangsa Indonesia akan kehilangan momentumnya untuk memanfaatkan potensi SDM dan dapat berpotensi menjadi bencana demografi.

- c. Revolusi Industri 4.0 berdampak secara global, dan setiap negara melakukan strategi untuk menghadapinya. China dalam sepuluh tahun terakhir melakukan perubahan penting dalam meningkatkan kapasitas inovasi diantaranya melalui investasi secara besar-besaran di bidang infrastruktur dalam bentuk *technology parks* sebagai pusat penelitian untuk mengembangkan UMKM, dan sejak tahun 2013 investasi terhadap *research and development (R&D)* China berada diatas rata-rata Uni Eropa. Jerman merespon Revolusi Industri 4.0 dengan membentuk badan inovasi dengan menyusun strategi penguatan inovasi yang didukung lima pilar utama yaitu kemakmuran dan perbaikan kualitas hidup, memperkuat sumberdaya dan *promoting transfer*, penguatan inovasi yang lebih

dinamis pada industri, menciptakan kondisi inovasi yang lebih baik, serta penguatan dialog dan partisipasi. Berdasarkan pembahasan diatas penyiapan bangsa Indonesia dalam memasuki era Revolusi Industri 4.0 telah dilakukan sejak 2018 dengan telah ditetapkannya 10 prioritas nasional untuk mengimplementasikan Revolusi Industri 4.0 dengan membuat agenda nasional Making Indonesia 4.0. Dalam pelaksanaannya pemerintah telah menjalankan INDI 4.0 *atau Indonesia Industry 4.0 Readiness Index* untuk mengukur kesiapan perusahaan bertransformasi ke era industri 4.0. Perusahaan yang telah siap menerapkan teknologi era Revolusi Industri 4.0 harus dapat mengoptimalkan peran perusahaannya dalam 5 pilar yaitu: (1) Manajemen dan organisasi (pimpina, investasi, kebijakan), (2) Orang dan budaya (kompetensi, budaya, keterbukaan), (3) Produk dan Layanan (big data, produk cerdas, kustomisasi produk), (4) Teknologi (digitalisasi, mesin cerdas, konektivitas, keamanan cyber), (5) Operasi Pabrik (penyimpanan data, supply chain, proses otonom, pemeliharaan cerdas). Selanjutnya penyiapan bangsa Indonesia diperkuat dengan disahkannya Undang Undang Sisnas IPTEK No. 11 tahun 2019 dan dilanjutkan dengan kebijakan Presiden Jokowi mengeluarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 74 Tahun 2019 tentang Badan Riset dan Inovasi Nasional atau BRIN. Langkah yang diambil oleh pemerintah untuk menghadirkan Lembaga Riset ini menunjukkan adanya kelemahan pada pemerintahan sebelumnya di kegiatan Riset belum mampu untuk menjadi solusi dalam meningkat daya saing industri dan mengoptimalkan penggunaan produk industri dalam negeri. Tingkat keberhasilan pemanfaatan hasil riset di Industri saat ini masih rendah, diibaratkan seperti menara gading tinggi diatas sehingga jauh dari pemanfaatan untuk masyarakat. Perlu dilakukan upaya upaya proses hilirisasi sehingga implementasi hasil riset dapat langsung dimanfaatkan oleh masyarakat antara lain dengan menerapkan Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT)¹³². Tingkat kematangan atau kesiapan pengembangan teknologi tertentu. Teknologi Inovasi yang dimaksud disini tidak hanya berbasis pada riset dasar maupun riset terapan namun juga berbasis pada *reverse engineering / smart copying* atau rekayasa ulang maupun dengan

¹³² Akhmad Fauzy, 2019, Hilirisasi Hasil Penelitian Untuk Meningkatkan Daya Saing Bangsa, Research Fair Unisri, Vol 3, Nr 1, hal 413 – 418.

membeli lisensi atau *licensing technology* atau paten hasil inovasi teknologi. Mekanisme produksi di era Revolusi Industri 4.0 akan mengalami siklus baru yang dimulai dari proses desain – sumber daya input – produksi – perakitan – distribusi – layanan hingga pengguna akhir barang dan jasa. Siklus ini menciptakan inter-relasi rantai nilai dengan jaringan nilai tambah sehingga tercipta proses produksi dengan biaya yang efektif, efisien dengan fleksibilitas yang maksimum dan manfaat yang maksimum bagi konsumen.

- d. Revolusi Industri 4.0 secara optimis berdampak untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan meringankan beberapa tantangan di era globalisasi yang akan dihadapi negara berkembang seperti Indonesia. Daya saing industri akan berbeda dengan kondisi sebelum Revolusi Industri 4.0 dimana industri harus terus mengedepankan inovasi yang fokus pada efisiensi biaya dan menghasikan produk – produk dan memberikan layanan produk yang inovatif. Industri yang sudah berada pada kondisi mapan akan terus menerus berada dibawah tekanan para pesaing yang datang dari Industri yang lebih inovatif baik industri lokal maupun negara lain. Dampak negative yang perlu diwaspadai adalah bahwa dalam 10 tahun terakhir masih ditemukan negara maju dengan industri yang telah mengimplementasikan teknologi inovasi untuk menghasilkan tingkat produktifitas yang lebih baik namun tetap mengalami resesi ekonomi yang cukup berat.



18. REKOMENDASI

Dari hasil kajian ini dapat disampaikan beberapa rekomendasi sebagai langkah konkrit dalam penyiapan menuju negara industri berbasis riset di era Revolusi Industri 4.0 yaitu:

- a. Pemimpin model U Theory merupakan syarat mutlak yang harus dimiliki oleh pemimpin di era Revolusi Industri 4.0 sehingga mampu untuk beradaptasi dengan perkembangan teknologi terutama untuk dapat melewati *Darwinian Sea* atau tidak terjerumus dalam *Valley of Death* (lembah kematian). Pemimpin model U Theory wajib hadir di Kementerian Riset dan Teknologi / Badan dan Riset Inovasi Nasional, Kementerian Perindustrian, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan dan Lembaga Litbang seperti BPPT, LIPI, LAPAN dan BATAN serta sektor-sektor industri strategis dalam ekosistem pembangunan di era Revolusi Industri 4.0 yang mampu mendorong berkembangnya budaya inovasi dan siap menghadapi berbagai resiko. Teori U dapat digunakan sebagai rujukan dalam memilih pimpinan nasional yang dapat melakukan perubahan mengakar dan mendorong inovasi.
- b. Di era Revolusi Industri 4.0 dibutuhkan Kementerian Riset dan Teknologi / Badan Riset dan Inovasi Nasional dan Kementerian Perindustrian yang tangkas yang mampu membuat kebijakan yang tidak hanya bersifat jangka menengah, tetapi juga dinamis terhadap perubahan untuk menghadapi perubahan yang tidak terduga akibat perkembangan inovasi. Hal tersebut dilakukan terutama pada sektor-sektor yang berhubungan langsung dengan pengembangan modal manusia sebagai bentuk dari respons terhadap puncak bonus demografi seperti peningkatan kualitas SDM melalui perbaikan pendidikan dan kesehatan, kebijakan perubahan iklim investasi melalui perbaikan budaya kerja Pemerintah, sampai pada pencapaian tujuan negara melalui bonus demografi yang terus menyesuaikan kebutuhan keahliannya.

- c. Banyak perusahaan yang telah melakukan berbagai macam upaya dalam memanfaatkan inovasi teknologi namun akhirnya berakhir tanpa hasil yang baik yang diakibatkan dari kebijakan dan berbagai dukungan yang tidak berpihak pada kegiatan inovasi. Informasi dan motivasi, serta “kesenjangan” koordinasi di level institusional dapat secara sistematis menghalangi investasi swasta ke dalam pengembangan teknologi tahap awal. Peran Litbang di Kementerian Perindustrian dan LPNK seperti BPPT, LIPI, BATAN, LAPAN, BSN yang ada di Indonesia harus memegang peranan penting dalam mempromosikan melalui Triple Helix transisi proses komersialisasi yang dimulai dari tahap invensi menuju ke inovasi.
- d. Perlu adanya upaya untuk lebih mengefektifkan peran Lembaga Riset seperti BPPT, LIPI dan Banda Litbang di Kemenkominfo guna mengoptimalkan pemanfaatan program, kegiatan anggaran, sumber daya manusia, prasarana dan sarana penelitian, pengembangan, pengkajian dan penerapan serta invensi dan inovasi serta pengelolaan barang milik/kekayaan negara dan pengarsipan dalam pelaksanaan riset nasional dengan memanfaatkan Big Data.
- e. Untuk menyiapkan negara industri berbasis riset di era Revolusi Industri 4.0 Kementerian Perindustrian telah membuat Making Indonesia 4.0 dengan target capaian ekspor netto 10% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) dan alokasi anggaran riset sebesar 2% dari PDB. Terdapat 5 industri manufaktur yang menjadi percontohan untuk memperkuat fundamental struktur industri Indonesia dan harus benar benar dijalankan dengan fokus pada 17 bidang yang telah ditetapkan pada INDI 4.0 terus dievaluasi indikatornya.
- f. Kementerian Riset dan Teknologi / BRIN dan Lembaga Penelitian Pengembangan Pengkajian Penerapan yaitu BPPT, LIPI, Lapan dan Batan serta Badan Litbang di Kementerian Perindustrian harus berkomitmen dalam mempromosikan produk unggulan untuk mendorong percepatan proses komersialisasi yang dimulai dari tahap Riset Dasar menuju Inovasi.

- g. Perlunya kebijakan dalam Penguatan Infrastruktur Digital yang di pimpin oleh Kemenkominfo untuk lebih mengefektifkan peran Riset dan mengoptimalkan pemanfaatan program, kegiatan, anggaran, sumber daya manusia, prasarana dan sarana Penelitian Pengembangan Pengkajian Penerapan serta invensi dan inovasi.



LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL
 . REPUBLIC INDONESIA .

DAFTAR PUSTAKA

BUKU

- Agustino, L. 2017, Dasar Dasar Kebijakan Publik, Alfabeta Bandung, Hal 15, ISBN 979-8433-50-6
- Antara, N. Timur, 2019, Indonesia Industry 4.0 Readiness Index (INDI 4.0), Indonesia Industrial Summit 2019,
- Basri, F., Munandar, H, 2019, Menuju Indonesia Emas Menggapai Negara Maju Berkeadilan, IRSA Press
- BS Bidang Studi Kepemimpinan, 2020, Tim Pokja Kepemimpinan, Lemhannas RI Tahun 2020
- Brodjonegoro, B., 2017, Visi Indonesia 2045, Orasi Ilmiah Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Indonesia, 26 September 2017
- Hayes, A., Setyonaluri, D., 2015, Taking Advantage of the demographic Dividend in Indonesia, UNFPA, United Nations, Washington DC : Population Reference Bureau.
- Harris J. 2017. Industry 4.0 for small and medium enterprise (SME) manufactures. Manufacturing technologies, Rockwell Collins
- Indonesia 2045 Berdaulat, Maju, Adil dan Makmur, 2018, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Oktober 2018.
- Materi Pokok Bidang Studi IPTEK, 2020, Lembaga Ketahanan Nasional RI Tahun 2020 hal 96
- Materi Pokok Bidang Studi Demografi, 2020, Lembaga Ketahanan Nasional Republik Indonesia, Hal 114.
- Prihawantoro, S., Suryawijaya, I., Hutapea, R., 2013, Peranan Teknologi Dalam Pertumbuhan Koridor Koridor Ekonomi Indonesia, Pendekatan Total Factor Productivity, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.

Priyanto, U., 2018, Gelombang Transformasi Teknologi Nasional, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Rancangan Teknokratik Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020 – 2024, Kementerian PPN/Bappenas RI, Halaman 11.

Schwab, Klaus. 2016, “The Fourth Industrial Revolution”, World Economic Forum, Crown Publishing Group, 11 Jan 2016. Geneva, Switzerland

Scharmer, C. Otto, 2018, The Essentials of Theory U, Core Principles and Applications, 2018, Berrett-Koehler Publisher, Inc, Oakland CA,

PIDATO

Simon Kuznets, 1971, Modern Economic Growth: Findings and Refelctions, Lecture to the Memory of Alfred Nobel, December 11, 1971.

NASKAH / LAPORAN

Anand, R., Cheng, K., Rehman, S., & Zhang, L., 2014, Potential Growth in Emerging Asia. IMF Working Paper WP/14/2, 1-25

Angel Gurría, 2018, PISA 2015 Results in Focus, @OECD 2018

Badan Pembinaan Hukum Nasional, 2016, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan negara, Pasal 9 ayat (1).

Bank Indonesia. 2016. Pemetaan dan strategi peningkatan daya saing UMKM dalam menghadapi masyarakat ekonomi ASEAN (MEA) 2015 dan pasca MEA 2025
Dadan Wildan, 2020, Implementasi Nilai Nilai Pancasila Dalam Kehidupan Berbangsa dan Bernegara Indonesia Menghadapi Fundamentalisme Agama, Ceramah PPRA LX Lemhannas RI.

E. Imam Maksudi, 2020, Nilai Nilai Kebangsaan Indonesia Bersumber dari Pancasila, Ceramah PPRA LX Lemhannas RI.

Kerangka Acuan untuk Peserta Paparan Esai BS Kepemimpinan PPR, A LX Tahun 2020

McKinsey & Company, 2019, Automation and the Future of work in Indonesia, Jobs lost, jobs gained, jobs changed, ASO New Media, www.mckinsey.com

OSLO Manual 2018, Guidelines for collecting, reporting and using data on Innovation, <https://www.oecd.org/sti/inno/oslo-manual-2018-info.pdf>

Peraturan Presiden Nomor 153 Tahun 2014 tentang Grand Design Pembangunan Kependudukan (GDPK), <https://www.bkkbn.go.id/detailpost/grand-desain-pembangunan-kependudukan-atasi-dinamika-kependudukan-indonesia>, Agustus 2019

Sonny Harry B. Harmadi, 2020, Permasalahan Kualitas Penduduk dan Solusinya dalam Rangka Pencapaian SDGs, Diskusi Panel PPRA LX Lemhannas RI, 15 Mei 2020.

Undang Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2007 ttng RPJPN

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2019 Tentang Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2014 Tentang Keinsinyuran

Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 80 Tahun 1958 Tentang Dewan Perancang Nasional

MAKALAH dalam JOURNAL/PROSIDING

Amar P. N., 2019, Tantangan Menghadapi Era Revolusi 4.0 – Big Data dan Data Mining, Seminar Nasional Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat 2019. SINDIMAS 2019.

Andi E. Sakya, 2019, Mekanisme Kerja Lembaga LITBANG JIRAP – Perspektif UU Nonor 11 Tahun 2019, Focus Group Discussion Yayasan Teknologi Inovasi BPPT, Jakarta 11 Oktober 2019

Chandra Mustika, 2012, Analisis Pertumbuhan Total Factor Productivity di Indonesia Periode 1990 sampai 2008, Jurnal Paradigma Ekonomi, Vol. 1 No. 5 April 2012

Edijan Tandjung, 2020, Permasalahan Kependudukan dan Solusinya dalam Rangka Program Transmigrasi di Indonesia, Ceramah PPRA LX Lemhannas RI Tahun 2020

Bappenas, 2013, Proyeksi Penduduk Indonesia Tahun 2010 – 2035.

Galfri Siswandi, Sukoco, 2015, Pengembangan Model Teaching Factory di Bengkel Otomotif SMK Karsa Mulya Palangka Raya, Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Vol 22, Nomor 4, Oktober 2015.

Gribble, Bremmer, 2012, Achieving a Demographic Dividend, Population Bulletin 67, 2

Ikemoto, Y. 1986. Technical progress and the level of technology in asian countries. The Developing Economies XXXIV-4:368–90

Marina Ranga and Henry Etzkowitz, Triple Helix System: an analytical framework for innovation policy in the Knowledge Society, Industry & Higher Education Vol 27, No . 3 August 2001, pp.237 - 262

Michael Bocher, 2016, How does Science-based policy advice matter in policy making? The RIU model as a framework for analyzing and explaining processes of scientific knowledge transfer, Forest Policy and Economics, Vol 68, July 2016, pages 65-72. Elsevier

Min Xu, Jeanne M. David, 2018, Suk Hi Kim, The Fourth Industrial Revolution: Opportunities and Challenges, International Journal of Financial Research, Vol 9, No 2.

Muhammad Ali Ramdani, Implementasi Quad Helix Sebagai Upaya Peningkatan Daya Saing Bangsa, Jurnal Kajian Lemhannas RI, Edisi 39, September 2019

Muhammad Fazri, Hermanto Siregar, Nunung Nuryaaton, 2017, Efisiensi Teknis, Pertumbuhan Teknologi dan Total Faktor Produktivitas pada Industri Menengah dan Besar di Indonesia, Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Pembangunan, Vol 6, No. 1, Hlm 1 – 20

Philip E. Auerswald, Lewis M. Branscomb, Feb 2003, Valleys of Death and Darwinian Seas: Financing the Invention to Innovation Transition in the United States, The Journal of Technology Transfer 28 (3-4) 227 -239

Robert F. Hurley, G. Tomas M. Hult, 1998, Innovation, Market Orientation, and Organizational Learning: An Integration and Empirical Examination, Journal of Marketing, Vol. 62, Page 42-54

SITUS INTERNET

....., 2018, Riset yang Kuat Fondasi Menuju Negara Industri yang Berdikari, diunduh dari <https://merahputih.com/post/read/riset-yang-kuat-fondasi-menuju-negara-industri-yang-berdikari>, pada 15 Mei 2020 pkl 06.00 WIB

Admin, 2019, Society 5.0, diunduh dari <https://www.ybb.or.id/society-5-0/> pada tgl 1 Juni 2020 pkl 06.00 WIB

- Aghnia Adzkia, 2019, Asia jadi pasar Big data, Indonesia pimpin implementasi AI, diunduh dari <https://lokadata.id/artikel/asia-jadi-pasar-big-data-indonesia-pimpin-implementasi-ai>, pada tgl 10 Juni 2020, pkl 06.45
- Ahmad Faiz Ibnu Sani, 2018, Jokowi Pertanyakan Hasil Riset dengan Anggaran Rp 24,9 Triliun, diunduh dari <https://bisnis.tempo.co/read/1077794/jokowi-pertanyakan-hasil-riset-dengan-anggaran-rp-249-triliun>, diunduh tgl 15 April 2020 pkl 06.00 WIB
- Ardra, Teori Model Pertumbuhan Ekonomi Solow, Pengertian Asumsi Fungsi Rumus, diunduh dari <https://ardra.biz/ekonomi/ekonomi-makro/model-pertumbuhan-ekonomi-suatu-negara/model-pertumbuhan-ekonomi-solow/>, pada 31 Mei 2020 pkl 06.00 WIB
- Admin Padmu, 2019, Pengertian Bonus Demografi dan Dampaknya, diunduh dari <https://www.padamu.net/pengertian-bonus-demografi>, pada tgl 15 April 2020 pkl 06.00 WIB
- Annissa Dea Widiarini, 2019, Teaching Factory, Ini Cara SMK Menjawab Tantangan Industri, diunduh dari <https://edukasi.kompas.com/read/2019/04/26/21320741/teaching-factory-ini-cara-smk-menjawab-tantangan-industri?page=all>, pada 30 Maret 2020. pkl 06.00 WIB
- Bawono Yadika, 2019, Tokopedia Targetkan Total Transaksi Rp 222 Triliun di Tahun ini, diunduh dari <https://www.liputan6.com/bisnis/read/4083488/tokopedia-targetkan-total-transaksi-rp-222-triliun-di-tahun-ini>, pada tgl 6 Juni 2020, Pkl 06.30
- Bayu Wijayanto, 2019, Teori Pertumbuhan Endogenous (Endogenous Growth Theory), diunduh dari https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3317961, pada tanggal 25 Maret 2020 pkl 06.00 WIB
- Biro Pusat Statistik, 2020, Indeks Implisit PDP – persen, diunduh dari <https://www.bps.go.id/dynamictable/2016/05/27/1151/-seri-2010-indeks-implisit-pdb-persen-2016-2020.html>, pada 1 Juni 2020 pkl 06.00 WIB
- BKKBN RI, diunduh dari <https://www.bkkbn.go.id/detailpost/grand-desain-pembangunan-kependudukan-atasi-dinamika-kependudukan-indonesia>, 30 Agustus 2019 pkl 06.00 WIB
- Cek Data : Anggaran Riset Indonesia baru 0.3 % dari PDB, diunduh dari <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2019/03/17/cek-data-anggaran-riset-indonesia-baru-03-persen-pdb#>, pada tanggal 10 Maret 2020. pkl 06.00 WIB

- Dewi Nurita, 2018, Revolusi Industri 4.0, Pemerintah Bentuk Komite Industri Nasional, diunduh dari <https://bisnis.tempo.co/read/1074550/revolusi-industri-4-0-pemerintah-bentuk-komite-industri-nasional>, pada 30 Maret 2020 pkl 06.00 WIB
- Dias Prasongka, 2019, OJK: Jumlah Investor Baru 0,8 Persen dari Penduduk Indonesia, diunduh dari <https://bisnis.tempo.co/read/1273578/ojk-jumlah-investor-baru-08-persen-dari-penduduk-indonesia/full&view=ok>, pada tgl 10 Juni 2020, pkl 06.30
- Indonesia Industrial Summit, 2018, diunduh dari <https://kemenperin.go.id/iis2018>, pada 1 April 2020 pkl 06.00 WIB
- Fadrik Aziz Firdausi, Membidani Industri Strategis Dalam Negeri, diunduh dari <https://historia.id/sains/articles/membidani-industri-strategis-dalam-negeri-6jopL>, pada tgl 1 April 2020 pkl 06.00 WIB
- Faisol Ba'Abdullah, 2017, SMART Government : Cloud SIMRAL (e-budgeting), diunduh dari <https://www.bppt.go.id/cpns-2017/arsip/forum-inovasi-2017/smart-government-cloud-simral-e-budgeting>, pada 26 April 2020 pkl 06.00 WIB
- Global Innovation Index, diunduh dari <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2019-report>, pada tanggal 1 Juni 2020 pkl 06.00 WIB
- Gun Gun Gunadi, Habibie dan Industri Strategis, diunduh dari <https://historia.id/historiografis/articles/habibie-dan-industri-strategis-P7epw>, pada tgl 1 April 2020 pkl 06.00 WIB
- Hambali, 2020, Dana untuk Riset di Indonesia Baru 0,25% dari PDB, diunduh dari <https://news.okezone.com/read/2020/01/30/65/2160946/dana-untuk-riset-di-indonesia-baru-0-25-persen-dari-pdb>, pada 30 April 2020. pkl 06.00 WIB
- Helmi Shemi, 3 Faktor Penghambat Indonesia Raih Bonus Demografi di 2045, diunduh dari <https://www.idntimes.com/news/indonesia/helmi/3-faktor-penghambat-indonesia-raih-bonus-demografi-di/1>, pada 30 Maret 2020 pkl 06.00 WIB
- Jeff Desjardins, 2018, Visualizing How Much Countries spend on R&D, diunduh dari <https://www.visualcapitalist.com/money-country-puts-r-d/> pada 15 April 2020 pkl 06.00 WIB
- Joko Sosilo, 2018, Peta Jalan revolusi Industri 4.0 Diluncurkan Jokowi bergulir, diunduh dari <https://www.antaranews.com/berita/766380/peta-jalan-revolusi-industri-4-0-diluncurkan-jokowi-bergulir>, pada 1 Mei 2020 pkl 06.00 WIB
- Kantor Staf Presiden, 2019, Presiden Jokowi Bahas Implementasi Peta Jalan Industri 4.0, diunduh dari <http://ksp.go.id/presiden-jokowi-bahas-implementasi-peta-jalan-industri-4-0/index.html>, pada tgl 25 April 2020 pkl 06.00 WIB

Kodrat Setiawan, 2019, Berapa Jumlah Pengemudi Ojek Online d Indonesia?, di unduh dari <https://bisnis.tempo.co/read/1271465/berapa-jumlah-pengemudi-ojek-online-di-indonesia/full&view=ok>, pada 5 Juni 2020, Pkl 06.00

Kemenriek/BRIN, diunduh dari <https://www.ristekbrin.go.id/kabar/sempt-alami-deindustrialisasi-menteri-bambang-targetkan-indonesia-menjadi-negara-industri-berbasis-riset-teknologi-dan-inovasi-dalam-lima-tahun/>, pada 30 Maret 2020 pkl 06.00 WIB

Luthfi T. Dzulfikar, 2019, Bagaimana Skema Pengelolaan Dana Abadi Penelitian yang Ideal? Komunitas Peneliti Berpendapat, diunduh dari <https://theconversation.com/bagaimana-skema-pengelolaan-dana-abadi-penelitian-yang-ideal-komunitas-peneliti-berpendapat-129082>, pada 25 Mei 2020. pkl 06.00 WIB

M. Dimyati, Sarjuga, Jumlah Peneliti Indonesia Masih Sedikit, diunduh dari <https://risbang.ristekdikti.go.id/publikasi/berita-media/jumlah-peneliti-indonesia-masih-sedikit/> pada 16 Mei 2020. pkl 06.00 WIB

Muller JM, O Buliga, KI Voigt. 2017. Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in industry 4.0. Elsevier. Diunduh dari <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.019>, pada 1 Juni 2020 pkl 07.00

National Science Foundation, 2019, Dear Colleague Letter: Research Protection, diunduh dari https://www.nsf.gov/pubs/2019/nsf19200/research_protection.jsp, pada 10 Januari 2020 pkl 06.00 WIB

National Science Foundation, diunduh dari <https://www.nsf.gov/homepagefundingandsupport.jsp#where-it-goe>, pada 1 Mei 2020. pkl 06.00 WIB

Neneng Zubaidah, 2019, Jumlah Paten Indonesia tertinggi di Asia Tenggara, diunduh dari <https://nasional.sindonews.com/berita/1415029/15/jumlah-paten-indonesia-tertinggi-di-asia-tenggara>, tgl 30 April 2020, pkl 06.00 WIB

Nurhadi Sucahyo, 2019, Indonesia Manfaatkan Big Data untuk Sensus Kependudukan 2020, diunduh dari <https://www.voaindonesia.com/a/indonesia-manfaatkan-big-data-untuk-sensus-kependudukan-2020/5078956.html> pada tgl 7 Juni 2020, pkl 06.30

Sakina Rakhma Diah Setiawan, 2018, Jumlah Insinyur di Dalam Negeri dipandang masih Minim, diunduh dari <https://ekonomi.kompas.com/read/2018/12/10/002147926/jumlah-insinyur-di-dalam-negeri-dipandang-masih-minim?page=all>, pada 30 Maret 2020 pkl 06.00 WIB

Serafica Gischa, 2020, Pengertian persebaran penduduk dan jenisnya, diunduh dari <https://www.kompas.com/skola/read/2020/01/07/150000269/pengertian-persebaran-penduduk-dan-jenisnya?page=all>, pada 1 juni 2020 pkl 06.00 WIB

- Scholastia Gerintya, 2017, Kondisi Dunia Peneliti di Indonesia, diunduh dari <https://tirto.id/kondisi-dunia-penelitian-di-indonesia-cvvj>, pada 10 Maret 2020 pkl 06.00 WIB
- Siaran Pers Kemenperin, 2018, Making Indonesia 4.0 Strategi RI Masuki Revolusi Industri ke -4 , diunduh dari <https://kemenperin.go.id/artikel/18967/Making-Indonesia-4.0:-Strategi-RI-Masuki-Revolusi-Industri-Ke-4>, pada 1 Juni 2020 pkl 06.00 WIB
- Siaran Pers Kemenristek / BRIN, Sempat Alami Deindustrialisasi, Menteri Bambang Targetkan Indonesia Menjadi Negara Industri Berbasis Riset, Teknologi dan Inovasi dalam Lima Tahun, , diunduh dari <https://www.ristekbrin.go.id/kabar/sempat-alami-deindustrialisasi-menteri-bambang-targetkan-indonesia-menjadi-negara-industri-berbasis-riset-teknologi-dan-inovasi-dalam-lima-tahun/>, pada 20 April 2020 pkl 06.00 WIB
- Vanny Rahman, 2019, IMR 2019, Bonus Demografi di Indonesia Peluang atau Tantangan, diunduh dari <https://www.idntimes.com/news/indonesia/vanny-rahman/bonus-demografi-di-indonesia-peluang-atau-tantangan-ims2019/>, pada 30 Maret 2020 pkl 06.00 WIB
- Wahyu, 2019, Anggaran Penelitian Dalam APBN 2019 Rp 35,7 Triliun, Rp 99 Miliar Masuk Dana Abadi Penelitian, diunduh dari <https://www.kemenkeu.go.id/publikasi/berita/anggaran-penelitian-dalam-apbn-2019-rp35-7-triliun-rp99-miliar-masuk-dana-abadi-penelitian/>, pada 5 Maret 2020. pkl 06.00 WIB
- World Population data sheet, 2019, diunduh dari <https://www.prb.org/international/indicator/population/snapshot>, pada 1 Juni 2020. pkl 06.00 WIB
- WE, 2019, 4 Hal Penting dalam Implementasi Industri 4.0, diunduh dari <https://www.wartaekonomi.co.id/kategori298/industri>, pada tanggal 31 Maret 2020 pkl 06.00 WIB
- Wearesosial Hootsuite, 2019, Berapa Pengguna Media Sosial Indonesia, diunduh dari <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2019/02/08/berapa-pengguna-media-sosial-indonesia>, pada 16 April 2020, pkl 06.00
- Yayu Agustini Rahayu, 2019, Percepat Penerapan Industri 4.0. Kemenperin Luncurkan INDI 4.0, diunduh dari <https://www.merdeka.com/uang/percepat-penerapan-industri-40-kemenperin-luncurkan-indi-40.html>, pada tgl 1 Juni 2020 pkl 06.00 WIB
- Yudistiro Pranoto, 2018, Habibie dan Megawati Dukung Indonesia Jadi Negara Industri Berbasis Riset dan Inovasi, diunduh dari <https://www.inews.id/multimedia/photo/habibie-dan-megawati-dukung-indonesia-jadi-negara-industri-berbasis-riset-dan-inovasi>, pada tgl 15 1 April 2020, pkl 06.30