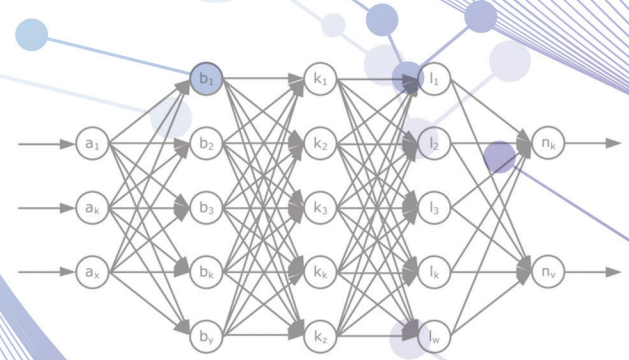


STRATEGI NASIONAL

KECERDASAN ARTIFISIAL INDONESIA

2020 - 2045



STRATEGI NASIONAL KECERDASAN ARTIFISIAL INDONESIA

TAHUN
2020-2045

Strategi Nasional Kecerdasan Artifisial adalah arah kebijakan nasional yang memuat area fokus dan bidang prioritas teknologi kecerdasan artifisial sebagai acuan kementerian, lembaga, pemerintah daerah, dan pemangku kepentingan lainnya dalam melaksanakan kegiatan di bidang teknologi kecerdasan artifisial di Indonesia.

AI TOWARDS INDONESIA VISION 2045

STRATEGI NASIONAL KECERDASAN ARTIFISIAL 2020-2045

ISBN: 978-602-410-177-0

Cetakan pertama, Desember 2020

Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang
Dilarang memperbanyak atau mengutip sebagian
atau seluruh isi buku tanpa seizin tertulis dari penerbit.
Dicetak oleh: BPPT PRESS
Isi diluar tanggung jawab percetakan

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta

Lingkup Hak Cipta

Pasal 2:

1. Hak Cipta merupakan hak eksklusif bagi Pencipta atau Pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak Ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Ketentuan Pidana

Pasal 72:

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

STRATEGI NASIONAL KECERDASAN ARTIFISIAL INDONESIA

TAHUN
2020-2045

Strategi Nasional Kecerdasan Artifisial adalah arah kebijakan nasional yang memuat area fokus dan bidang prioritas teknologi kecerdasan artifisial sebagai acuan kementerian, lembaga, pemerintah daerah, dan pemangku kepentingan lainnya dalam melaksanakan kegiatan di bidang teknologi kecerdasan artifisial di Indonesia.

AI TOWARDS INDONESIA VISION 2045



JAKARTA 2020

Strategi Nasional Kecerdasan Artifisial (STRANAS KA) 2020-2045

Dokumen ini ditulis dan disusun sebagai rumusan hasil diskusi dari Kelompok Kerja Penyusunan Strategi Nasional untuk Kecerdasan Artifisial yang dibentuk oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). Kelompok ini terdiri dari beberapa tenaga ahli yang mewakili Quadruple Helix yaitu Pemerintah, Perguruan Tinggi, Industri, dan Komunitas di bidang Kecerdasan Artifisial.

Institusi LITBANG dan Pemerintah



Perguruan Tinggi



Komunitas



Industri



Kontak:

Sekretariat Nasional Kecerdasan Artifisial Indonesia

website: <https://ai-innovation.id> e-mail: sekr-ai@bppt.go.id

Gedung Soedjono Djoened Poesponegoro (BPPT I), Lantai 18
Jalan M.H. Thamrin No. 8, Jakarta 10340

KATA SAMBUTAN



PUJI syukur ke hadirat Tuhan yang Maha Esa atas rahmat dan hidayahNya telah dapat diselesaikan penyusunan dokumen Strategi Nasional Kecerdasan Artifisial 2020-2045, maka peraturan dan perundangan yang terkait dengan teknologi kecerdasan artifisial bisa mengacu pada dokumen ini.

Dokumen ini memuat area fokus dan bidang prioritas dalam pengembangan dan penerapan teknologi kecerdasan artifisial yang dilaksanakan oleh berbagai kementerian, lembaga, pemerintah daerah, dan pemangku kepentingan lainnya di Indonesia.

Strategi nasional kecerdasan artifisial telah memasukan seluruh arahan pemangku kepentingan yang diwakili oleh para anggota pokja dan akan mendapat masukan dari seluruh masyarakat Indonesia melalui uji publik, sehingga memperkaya isi dari strategi nasional kecerdasan artifisial ini.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk menyelesaikan strategi nasional Kecerdasan Artifisial ini. Kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan strategi nasional Kecerdasan Artifisial ini, oleh karena itu kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar dokumen ini menjadi acuan pelaksanaan strategi nasional Kecerdasan Artifisial yang dilakukan oleh berbagai pemangku kepentingan.

Jakarta, Juli 2020

**Menteri Riset dan Teknologi
Republik Indonesia**

Prof. Bambang Permadi Soemantri Brojonegoro

KATA PENGANTAR



INDONESIA merupakan negara yang strategis yang berbentuk kepulauan dengan jumlah penduduk yang banyak dengan keberagaman budaya dan kearifan lokal serta memiliki pertumbuhan ekonomi yang terus meningkat dari tahun ketahun.

Pemanfaatan Teknologi Kecerdasan Artifisial (KA) bertujuan untuk memberikan peningkatan produktivitas bagi bisnis, untuk meningkatkan produktivitas dari efisiensi investasi pemanfaatan sumber daya manusia, dan mendorong inovasi di berbagai sektor.

Tantangan Indonesia dalam menerapkan Kecerdasan Artifisial adalah, kesiapan regulasi yang mengatur etika penggunaan dan pemanfaatan Kecerdasan Artifisial yang bertanggung jawab, kesiapan tenaga kerja terampil yang mengembangkan dan menggunakan Kecerdasan Artifisial, kesiapan infrastruktur komputasi dan data pendukung pemodelan Kecerdasan Artifisial, dan kesiapan industri dan sektor-sektor publik dalam mengadopsi inovasi-inovasi Kecerdasan Artifisial. Maka Indonesia membutuhkan strategi nasional kecerdasan artifisial dengan memperhatikan dan memperhitungkan isu-isu yang ada di lingkungan strategis nasional negara-negara lain baik regional maupun global.

Strategi Nasional Kecerdasan Artifisial Republik Indonesia 2020-2045 merupakan arah kebijakan nasional yang memuat area fokus dan bidang prioritas teknologi kecerdasan artifisial yang sebagai acuan kementerian, lembaga, pemerintah daerah dan pemangku kepentingan lainnya dalam melaksanakan kegiatan di bidang teknologi kecerdasan artifisial di Indonesia dari tahun 2020 sd 2045.

Dokumen Strategi Nasional Kecerdasan Artifisial Republik Indonesia tahun 2020-2045 ini terdiri dari 8 bab yang berisi pendahuluan, Visi dan Misi, Etika dan Kebijakan, Pengembangan Talenta Kecerdasan Artifisial Indonesia, Infrastruktur dan Data, Riset dan Inovasi Industri, Bidang Prioritas, *Quicks-wins* dan Peta Jalan.

Jakarta, Juli 2020

**Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
Kepala**

Dr. Ir. Hammam Riza, M.Sc

TIM PENYUSUN



TIM REVIEWER

- | | |
|---|--|
| 1. Prof. Bambang Permadi Soemantri Brodjonegoro, Ph.D. | (Bappenas) |
| 2. Dr. Ir. Hammam Riza, M.Sc. (BPPT) | 11. Prof. T. Basaruddin, M.Sc., Ph.D. (UI) |
| 3. Prof. dr. Ali Ghufron, M.Sc., Ph.D. (Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN) | 12. Prof. Reini Wirahadikusumah, Ph.D. (ITB) |
| 4. Prof. Dr. Eniya Listiani Dewi, B.Eng., M.Eng. (BPPT) | 13. Prof. Dr. Ir. Mochammad Ashari, M.Eng. (ITS) |
| 5. Ir. Bambang A. Winarso, M.Sc., Ph.D. (Kemenko Perekonomian) | 14. Prof. Ir. Panut Mulyono, M.Eng., D.Eng. (UGM) |
| 6. Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc. (LIPI) | 15. Ririek Adriansyah, S.T. (Telkom) |
| 7. Prof. Ir. Nizam, M.Sc., D.I.C., Ph.D. (Kemendikbud) | 16. Dr. Ir. Lukas, M.A.I., C.I.S.A., I.P.M.(IAIS) |
| 8. Samuel Abrijani Pangerapan, B.Sc. (Kemenkominfo) | 17. Prof. Dr. Suhono Harso Supangkat (APIC) |
| 9. M. Ari Nugraha, M.Sc. (BPS) | 18. Irzan Raditya, B.Sc. (Kata AI) |
| 10. Dr. Ir. Taufik Hanafi, M.U.P. | 19. Muhammad Rachmat Kaimuddin, B.S., M.B.A. (Bukalapak) |

TIM EDITOR

- | | |
|---|---|
| 1. Dr. Hary Budiarto, M.Kom. (Ketua) | 6. Dr. Dipl. Ing. Asril Jarin, M.Sc. |
| 2. Dr. Dipl. Ing. Michael A. Purwoadi, D.E.A. | 7. Dr. Anto Satriyo Nugroho, B.Eng., M.Eng. |
| 3. Dr. Yudi Purwantoro | 8. Dr. Dini Fronitasari, S.T., M.T. |
| 4. Novi Turniawati S.Kom., M.M. | 9. Nugroho Adi Sasongko, S.T., M.Sc., Ph.D. |
| 5. Ir. Sri Saraswati Wisjnu Wardhani, M.Kom. | |

TIM PENULIS

KELOMPOK KERJA: Pengembangan Talenta Kecerdasan Artifisial

1. Dra. Mirna Adriani, Ph.D. (UI) – Ketua
2. Dr. Eng Ayu Purwarianti, S.T., M.T. (ITB)
3. Ir. Sri Saraswati Wisjnu Wardhani, M.Kom. (BPPT)
4. Dr. Hendy Risdianto Wijaya (UI)
5. Fariz Darari, S.Kom., M.Sc., Ph.D. (UI)
6. Prof. Dr. Dwi Hendratmo Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (ITB)
7. Ir. Lukito Edi Nugroho, M.Sc., Ph.D. (UGM)
8. Dr. Eng. Igi Ardiyanto, S.T., M.Eng.
9. Prof. Dr. Agus Zainal Arifin, S.Kom., M.Kom.
10. Dr.rer.nat. I Made Wiryana, S.Si., S.Kom., M.Sc. (Univ. Gunadarma)
11. Alfred Boediman, Ph.D. (IAIS)
12. Dr. Baruna Hadibrata, S.E., M.M. (OJK)
13. Sri Safitri, M.Eng. (Telkom Indonesia)
14. Radityo Eko Prasajo, Ph.D. (Kata.ai)
15. Dr. Adhiguna Mahendra (Nodeflux)
16. Robertus Theodore, S.T. (Kantor Staf Presiden)
17. Muhammad Haris, Ph.D. (Bukalapak)
18. Prof. Dr. Taufik Fuadi Abidin, S.Si., M.Tech. (Univ. Syiah Kuala)

KELOMPOK KERJA: Etika dan Kajian Kebijakan

1. Prof. Dr. Ismunandar (Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN) – Ketua
2. Dr. Ir. Lukas, M.A.I., C.I.S.A. (IAIS)
3. Dr. Yudi Purwantoro (BPPT)
4. Matheace Rama Putra, S.H. (Kata.ai)
5. Dr. Edmon Makarim, S.Kom., SH.,L.L.M. (UI)
6. Didi Rustam, S.Si., M.T.I. (Kemendikbud)
7. Dra. Mariam Fatima Barata (Kemenkominfo)
8. Dr. Setiawan Hadi, M.Sc., C.S. (IAPR)
9. Moch. Arief Bijaksana, Ph.D. (IACL/Univ. Telkom)
10. Prof. Dr. Ir. Eko K. Budiardjo, M.Sc. (UI)
11. Prof. Dr. Ir. Lanny W.Panjaitan, M.T. (Atma Jaya)
12. Triyono, S.E., M.B.A. (OJK)
13. Thilma Ansyera Caroline, S.E. (Nodeflux)
14. Vidya Simarmata, S.Kpm., M.E. (Bukalapak)
15. Dr. Ir. Iwan Sudrajat, M.S.E.E. (BPPT)
16. Ir. Ardi Matutu P. (BPPT)
17. Prof. Dr. Adiwijaya, S.Si., M.Si. (Univ. Telkom)
18. Faizal Achmad, S.Kom. (BSSN)
19. Ariq Bani Hardi, S.ST., M.T. (BSSN)

**KELOMPOK KERJA:
Infrastruktur dan Data**

1. Dr. Dipl.Ing. Michael A. Purwoadi, D.E.A. (BPPT) – Ketua
2. Danang Rizki Ginanjar, S.T., M.B.A. (Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN)
3. Novi Turniawati, S.Kom., M.M. (BPPT)
4. Welly Madya Putra Tambunan, S.E., M.Si. (Kata.ai)
5. Samuel Abrijani Pangerapan, B.Sc. (Kemenkominfo)
6. Dr. Rifki Sadikin, M.Kom. (LIPI)
7. Krishna Ariadi Pribadi, B.A., M.S. (PT Alfa Riset Informatika)
8. Adnan Batara, B.Eng. (IAIS)
9. Dani Ramdani, S.T., M.Kom. (BPPT)
10. Dr. Dini Fronitasari, S.T., M.T. (BPPT)
11. Nungki Dian Sulisty D.,S.T. (BPPT)
12. dr. Telly Kamelia, Sp.P.D., K.P. (UI, RSUP Cipto)
13. Dr. Rizal Fathoni Aji, S.Kom., M.Kom. (UI)
14. Sebo Hari Sumbogo, S.ST., M.T. (BPS)
15. Hanung Wijanarka, S.ST., M.T. (BPS)
16. Yunarso Anang, M.Eng., Ph.D. (Poltek Stat. STIS)

**KELOMPOK KERJA:
Riset dan Inovasi Industri**

1. Dr. Indra Utoyo, M.Sc. (BRI) – Ketua
2. Dr. Anto S. Nugroho, B.Eng., M.Eng. (BPPT)
3. Kolonel Lek. Dr. Ir. Arwin Datumaya Wahyudi Sumari, S.T., M.T., I.P.M., ASEAN Eng. (TNI AU)
4. Muhammad Ghifary, Ph.D. (Bukalapak)
5. Leontinus Alpha Edison (Tokopedia)
6. Beno Kunto Pradekso, M.Sc. (Solusi247)
7. Irsan Suryadi Saputra (IAIS)
8. Dr. Purwoko Adhi, Dipl. Ing., DEA (LIPI)
9. Timotius Indra Kesuma (IAIS)
10. Diana Purwitasari, S.Kom., M.T. (ITS)
11. Prof. Dr. Bambang Riyanto Trilaksono (ITB)
12. Ir. Fadzri Sentosa, M.B.A. (APIC)
13. Adila Alfa Krisnadhi, Ph.D. (UI)
14. Hufadhil As'ari, S.Kom., M.M., M.Comm. (BRI)

**KELOMPOK KERJA:
Prioritas dan Quick Win**

1. Dr. Ir. Yono HS Reksoprodjo, D.I.C. (Unhan) – Ketua
2. Meidy Fitranto (Nodeflux)
3. Dr. Asril Jarin, M.Sc. (BPPT)
4. Kristiyanto, S.H. (Nodeflux)
5. Ir. Gunarso (BPPT)
6. Prof. Dr. Suhono Harso Supangkat (APIC/ITB)
7. Raden Brahmastro Kresnraman, Ph.D. (BukaLapak)
8. Hendra Sumiarsa, S.E., M.M. (IAIS/APIC)
9. Dr. I Ketut Edi Purnama (ITS)
10. Dr. Komang Budi Aryasa (Telkom Indonesia)
11. Irzan Raditya, B.Sc. (Kata.ai)
12. dr. Gregorius Bimantoro (As. Healtech Indonesia)
13. Nugroho Adi Sasongko, M.Sc., Ph.D. (BPPT)

TIM SEKRETARIAT

1. Dr. Hary Budiarto, M.Kom.
2. Dr. Dini Fronitasari, S.T., M.T.
3. Dr. Drs. Chaidir
4. Ir. R. Guntur Haryanto, M.M.
5. Ir. Ardi Matutu P.
6. Dani Ramadani, S.T., M.Kom.
7. Ajeng Winda Patria, S.TP.
8. Nungki Dian Sulistyono Darmayanti, S.T.
9. Wiwin Hariyani, S.E.
10. Kelik Budiana., S.Si., M.Kom
11. Dra. Lucyana H.Habibie., M.M
12. Eka Meifrina Suminarsih., S.S., M.M

DAFTAR ISI



KATA SAMBUTAN	v
KATA PENGANTAR	vi
TIM PENYUSUN	vii
DAFTAR ISI	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1. 1. Latar Belakang	1
1. 2. Kajian SWOT dan Strategi Nasional Kecerdasan Artifisial	9
1. 3. Kerangka Kerja Strategi Nasional Kecerdasan Artifisial	17
BAB 2 VISI DAN MISI	19
2. 1. Visi Kecerdasan Artifisial Indonesia	19
2. 2. Misi Kecerdasan Artifisial Indonesia	20
BAB 3 ETIKA DAN KEBIJAKAN KECERDASAN ARTIFISIAL INDONESIA	27
3. 1. Isu-isu Strategis	27
3. 2. Program-Program Inisiatif	33
BAB 4 PENGEMBANGAN TALENTA KECERDASAN ARTIFISIAL INDONESIA	37
4. 1. Isu-Isu Strategis	37
4. 2. Program-Program Inisiatif	41
BAB 5 DATA DAN INFRASTRUKTUR	49
5. 1. Isu-Isu Strategis	49
5. 2. Program-Program Inisiatif	53
BAB 6 RISET DAN INOVASI INDUSTRI	67
6. 1. Isu-Isu Strategis	67
6. 2. Program-Program Inisiatif	71
BAB 7 BIDANG PRIORITAS KECERDASAN ARTIFISIAL	91
7. 1. Bidang Prioritas Kesehatan	93
7. 2. Bidang Prioritas Reformasi Birokrasi	99
7. 3. Bidang Prioritas Pendidikan dan Riset	104
7. 4. Bidang Prioritas Ketahanan Pangan	109
7. 5. Bidang Prioritas Mobilitas dan Kota Cerdas	113
BAB 8 PROGRAM PERCEPATAN DAN PETA JALAN	117
8. 1. Program Percepatan Kecerdasan Artifisial	117
8. 2. Peta Jalan Program Kecerdasan Artifisial	129
8. 3. Kelembagaan Strategi Nasional Kecerdasan Artifisial	159
REFERENSI	163

Gambar 1-1. Lanskap dari Penerapan Strategi Nasional untuk KA di Berbagai Negara [1]	2
Gambar 1-2. Kerangka Kerja Strategi Nasional Kecerdasan Artifisial Indonesia .	17
Gambar 3-1. Kerangka Kajian Hukum Teknologi Kecerdasan Artifisial	31
Gambar 3-2. Konsep Pengetahuan Hukum	32
Gambar 4-1. Pola Pendidikan Formal dan Nonformal untuk Bekerja pada Bidang KA.	37
Gambar 4-2. Link-and-Match Kebutuhan Industri dan Penyediaan Talenta KA.	38
Gambar 4-3. Kolaborasi Quad Helix dalam Ekosistem Pembelajaran dan Ekosistem Inovasi KA.	40
Gambar 5-1. Dua Era Penggunaan Komputasi dalam Sistem Pembelajaran KA	54
Gambar 6-1. Arah Strategis Pembangunan Kecerdasan Artifisial pada Sektor Industri Nasional	67
Gambar 6-2. Proses Riset dan Inovasi Industri Kecerdasan Artifisial.	70
Gambar 6-3. Peran Masing-Masing Aktor dari Sinergi <i>Quadruple Helix</i> KORI-KA	72
Gambar 6-4. Spektrum Rekomendasi Pemanfaatan Kecerdasan Artifisial di Sektor Kesehatan	76
Gambar 6-5. Ekosistem Data Kesehatan	77
Gambar 6-6. Implementasi Kecerdasan Artifisial di Sektor Transportasi Publik	80
Gambar 6-7. Integrated Smart Farming dalam Agro-Maritim 4.0	82
Gambar 6-8. Kerangka Berpikir Implementasi Kecerdasan Artifisial di Sektor Rantai Pasok [Alicke et al. 2016]	86
Gambar 6-9. Kerangka Berpikir Rencana Aplikasi Kecerdasan Artifisial pada Sektor Keuangan	88
Gambar 7-1. Rasio Ranjang RS di Indonesia di antara 5 negara Asia Tenggara lainnya dan persebaran di wilayah Indonesia, diambil dari visualisasi berdasarkan data Kementerian Kesehatan	93
Gambar 7-2. Pendekatan masa kini Kesehatan 4P untuk pelayanan kesehatan yang lebih baik	94
Gambar 7-3. Kerangka Peraturan Presiden tentang SPBE	100
Gambar 7-4. Peta Aplikasi Kecerdasan Artifisial di Bidang Pendidikan	105
Gambar 7-5. Riset di Bidang Kecerdasan Artifisial	106

Gambar 7-6. Persentase Kemiskinan Provinsi-Provinsi di Indonesia	109
Gambar 7-7. Proporsi Pengeluaran Pangan Provinsi-Provinsi di Indonesia	110
Gambar 7-8. Arah Pembangunan Perkotaan di Indonesia 2045	114
Gambar 8-1. Pusat Sarana Pelatihan Kecerdasan Artifisial	120
Gambar 8-2. Kecerdasan Artifisial untuk Prediksi Tsunami	121
Gambar 8-3. Solusi Kecerdasan Artifisial untuk Pertanian	122
Gambar 8-4. Peran Masing-Masing Aktor dari Sinergi <i>Quadruple</i> -Helix KORI-KA	161
Gambar 8-5. Kolaborasi Quad Helix dalam Ekosistem Pembelajaran dan Ekosistem Inovasi KA.	161
Gambar 8-6. Tugas dan Fungsi Pelaksanaan Orkestrasi	162
Tabel 1-1. Kekuatan, Kelemahan, Peluang, dan Ancaman	9
Tabel 5-1. Kapasitas Komputasi yang Dimiliki oleh beberapa perguruan tinggi	52
Tabel 5-2. Peran Pekerjaan dan Kompetensi	59
Tabel 8-1. Peta Jalan Area Fokus program Kecerdasan Artifisial 2020-2024	129
Tabel 8-2. Peta Jalan Area Fokus program Kecerdasan Artifisial 2025-2045	146
Tabel 8-3. Peta Jalan Program Kecerdasan Artifisial Bidang Prioritas 2020-2024	153

PENDAHULUAN

1. 1. LATAR BELAKANG

KECERDASAN ARTIFISIAL JUGA DAPAT MEMBERIKAN SOLUSI DALAM MENGATASI MASALAH

INDONESIA merupakan negara yang strategis, yang berbentuk kepulauan, dengan jumlah penduduk yang banyak, dengan keberagaman budaya dan kearifan lokal, serta memiliki pertumbuhan ekonomi yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Maka, Indonesia memiliki sejuta peluang dalam pemanfaatan kecerdasan artifisial karena teknologi ini berpotensi memberikan peningkatan produktivitas bagi bisnis, efisiensi investasi pemanfaatan sumber daya manusia, serta inovasi di berbagai sektor, seperti keuangan, kesehatan, pendidikan, pertanian, pertahanan-keamanan, transportasi, dan kelautan. Kecerdasan artifisial dapat memberikan solusi dalam mengatasi masalah infrastruktur yang mahal, memberikan layanan kesehatan yang tepat dan cepat, memberikan layanan sosial yang efektif, merencanakan sumber daya pendidikan yang berkualitas, membantu pemerintah menyusun kebijakan yang tepat, membangun pasar digital yang nyaman, dan membantu pemerintah dalam memberikan layanan terbaik pada masyarakat.

Namun, Indonesia sebagai negara yang memiliki kekuatan pasar ekonomi digital terbesar saat ini di Asia Tenggara akan menghadapi banyak tantangan dalam menerapkan teknologi ini. Tantangan-tantangan itu dapat dikelompokkan ke dalam empat hal penting, yakni kesiapan tenaga kerja terampil yang mengembangkan dan menggunakan kecerdasan artifisial, kesiapan regulasi yang mengatur etika penggunaan dan pemanfaatan kecerdasan artifisial yang bertanggung jawab, kesiapan infrastruktur komputasi dan data pendukung pemodelan kecerdasan artifisial, serta kesiapan industri dan sektor-sektor publik dalam mengadopsi inovasi-inovasi kecerdasan artifisial.

Untuk menghadapi peluang dan tantangan tersebut, pemerintah Indonesia memerlukan penyusunan strategi kecerdasan artifisial dengan memperhatikan dan memperhitungkan isu-isu yang ada dalam strategi kecerdasan artifisial negara-negara lain, baik global maupun regional. Pemerintah Indonesia juga mempertimbangkan untuk menyelaraskan misi-misi kecerdasan artifisial Indonesia dengan kepentingan nasional serta mengkaji *strengths, weaknesses, opportunities, and threats* (SWOT) Indonesia agar mendapatkan area-area fokus dan bidang-bidang prioritas yang tepat.

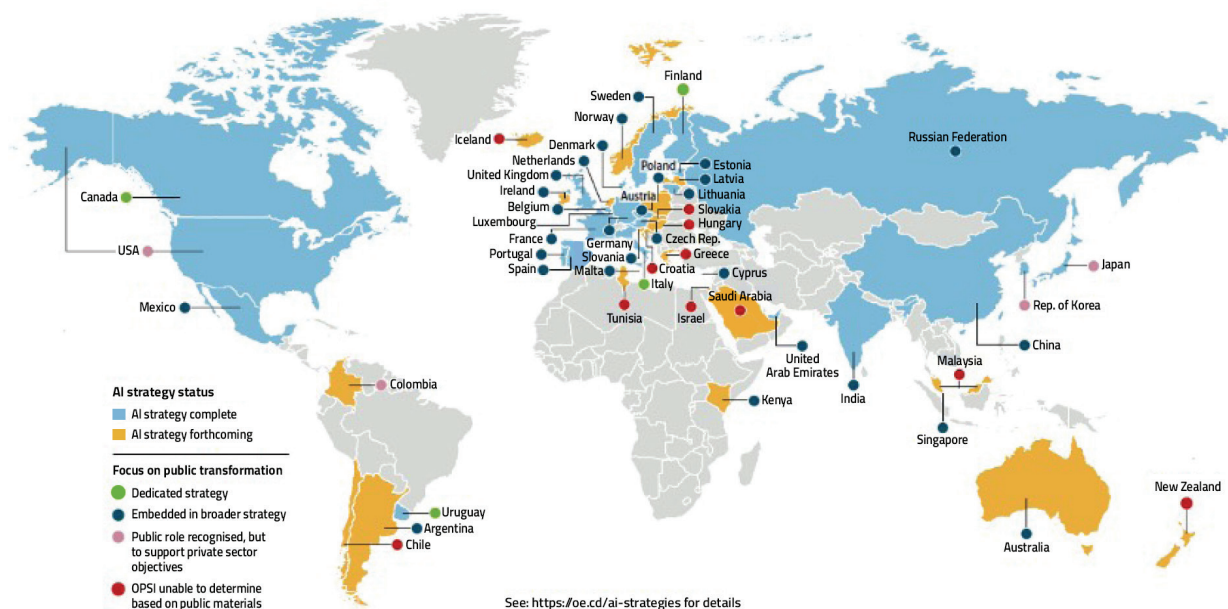
STRATEGI NASIONAL TEKNOLOGI KECERDASAN ARTIFISIAL

- Strategi Nasional Kecerdasan Artifisial Negara-Negara Dunia

Berbagai negara di dunia telah memiliki strategi nasional kecerdasan artifisial sebagai referensi pemangku kepentingan masing-masing dalam menerapkan teknologi kecerdasan artifisial dan memahami arah kebijakan nasional pemerintahannya di bidang kecerdasan artifisial. Oleh karena itu, **pemerintah Indonesia harus menentukan sendiri strategi kecerdasan artifisial nasionalnya agar** Indonesia mampu meningkatkan daya saing dalam mengambil kesempatan dari pengembangan dan pemanfaatan teknologi kecerdasan artifisial sebesar-besarnya untuk masyarakat Indonesia. Strategi nasional untuk kecerdasan artifisial dibutuhkan agar pengembangan dan pemanfaatan teknologi kecerdasan artifisial ini dapat selaras dengan kepentingan nasional dan memiliki tanggung jawab etika yang nilai-nilainya berlandaskan Pancasila. Selain itu, pemerintah harus memprioritaskan karya-karya anak bangsa agar teradopsi oleh sektor industri dan publik.

Lanskap penyebaran negara-negara yang sudah memiliki strategi nasional kecerdasan artifisial yang ditunjukkan Gambar 1-1 menjelaskan bahwa negara-negara global telah menyusun strategi nasional kecerdasan artifisial untuk menjawab peluang dan tantangan bagi kepentingan nasionalnya. Pemerintah Federal Jerman mencanangkan visinya dengan slogan *AI Made in Germany* (“AI Dibuat di Jerman”), [2] pemerintah Cina dengan *Deciphering China’s AI Dream* (“Mengartikan Impian AI China”), [3] dan pemerintah Korea Selatan dengan *Toward AI World Leader beyond*

Gambar 1-1. Lanskap dari Penerapan Strategi Nasional untuk KA di Berbagai Negara [1]



PEMERINTAH INDONESIA BERUPAYA UNTUK MENYUSUN STRATEGI NASIONAL KECERDASAN ARTIFISIAL MELALUI PENDEKATAN YANG HOLISTIK

IT (“Menuju Pemimpin Dunia AI di Luar IT”). [4] Hasil studi Konrad Adenauer Stiftung [5] pada enam strategi nasional dari enam negara terkemuka (Amerika Serikat, Cina, Inggris, Prancis, Finlandia, dan Korea Selatan) menunjukkan bahwa terdapat beberapa kelemahan dalam strategi nasional negara-negara tersebut, di antaranya (1) definisi kecerdasan artifisial yang masih kabur dan tidak konsisten, (2) penetapan sasaran yang samar-samar sehingga menyulitkan pengukuran keberhasilan, (3) lebih menonjolkan aspek strategis ketersediaan data dan pelatihan spesialis daripada aspek perluasan kapasitas komputasi domestik, serta (4) mengesampingkan solusi penciptaan sebuah ekosistem.

Pemerintah Indonesia berupaya menyusun strategi nasional kecerdasan artifisial melalui pendekatan yang holistik, memiliki definisi kecerdasan artifisial yang jelas, memiliki sasaran yang terukur, serta mempertimbangkan solusi berupa ekosistem yang dapat mengorkestrasi seluruh kekuatan dan potensi yang dimiliki Indonesia. Strategi yang dibuat harus layak dan efektif untuk kemajuan bangsa. Selain itu, Indonesia telah mencanangkan sebuah **slogan nasional kecerdasan artifisial yakni “AI towards Indonesia Vision 2045”** yang dapat memberikan keyakinan kecerdasan artifisial untuk kesuksesan **Visi Indonesia 2045**.

- Strategi Nasional Kecerdasan Artifisial Negara-Negara Regional

Di lingkup regional, Singapura adalah negara yang paling pesat dan maju dalam menerapkan kecerdasan artifisial. Singapura merilis National AI Strategy (NAIS), yang menyediakan perencanaan kecerdasan artifisial untuk dapat membawa bangsanya sebagai bangsa cerdas masa depan. Singapura mendirikan Kantor Kecerdasan Artifisial Nasional (National AI Office atau NAIIO) sebagai institusi yang mengoordinasi seluruh upaya berbagai pelaku kecerdasan artifisial dan mencegah fraksi-fraksi bekerja secara *silo*.

Pada 2017, Singapura menetapkan **empat inisiatif utama kecerdasan artifisial [6]**: (1) *Fundamental AI Research*, yang mendanai penelitian ilmiah yang akan berkontribusi pada pilar-pilar kecerdasan artifisial Singapura, (2) *Grand Challenges*, yang mendukung pekerjaan kelompok multidisiplin yang memberikan solusi inovatif untuk tantangan utama yang dihadapi Singapura dan dunia (saat ini, program ini berfokus pada kesehatan, solusi perkotaan, dan keuangan), (3) *100 Experiments*, yang mendanai solusi kecerdasan artifisial yang dapat diskalakan untuk masalah yang diidentifikasi industri, dan (4) *AI Apprenticeship*, program terstruktur sembilan bulan untuk menumbuhkan kelompok baru talenta kecerdasan artifisial di Singapura.

Untuk ini, Singapura membentuk dewan penasihat baru tentang

penggunaan etika kecerdasan artifisial dan data, yang akan membantu pemerintah mengembangkan standar dan kerangka kerja tata kelola dan etika kecerdasan artifisial.

Selanjutnya, pada Juni 2018, pemerintah Singapura mengumumkan tiga inisiatif baru tentang tata kelola dan etika kecerdasan artifisial, yaitu pembentukan dewan penasihat tentang penggunaan etika kecerdasan artifisial dan data yang akan membantu pemerintah mengembangkan standar dan kerangka kerja tata kelola dan etika kecerdasan artifisial, makalah diskusi yang dirilis oleh Personal Data Protection Commission (PDPC) tentang pengembangan dan adopsi kecerdasan artifisial yang bertanggung jawab, dan program penelitian tentang tata kelola kecerdasan artifisial dan penggunaan data. Potensi kecerdasan artifisial Singapura yang besar dapat menjadi peluang kerja sama dengan Indonesia dalam berbagai sektor yang potensial, seperti riset dan inovasi industri.

- **Prinsip-Prinsip dan Rekomendasi Kecerdasan Artifisial dari G20**

Prinsip-Prinsip Kecerdasan Artifisial G20 (*G20 AI Principles*) [7] telah disepakati dalam KTT G20 pada 28-29 Juni 2019 di Osaka, Jepang. Prinsip-prinsip kecerdasan artifisial yang ditetapkan G20 adalah (1) pertumbuhan inklusif, pembangunan berkelanjutan, dan kesejahteraan, (2) nilai-nilai dan keadilan yang berpusat pada manusia, (3) transparansi dan keterjelasan, (4) kekokohan, keamanan, dan keselamatan, serta (5) akuntabilitas. Dalam pengembangan dan pemanfaatan kecerdasan artifisial, pemerintah Indonesia akan memperhitungkan prinsip-prinsip tersebut dalam etika kecerdasan artifisial yang bertanggung jawab dan sesuai dengan nilai-nilai Pancasila.

Selanjutnya, pemerintah Indonesia juga menindaklanjuti rekomendasi yang diarahkan G20 sebagai pijakan kebijakan-kebijakan pemerintah untuk kecerdasan artifisial. Rekomendasi ini terangkum dalam lima sasaran: (1) investasi dalam penelitian dan pengembangan kecerdasan artifisial, (2) membina ekosistem digital untuk kecerdasan artifisial, (3) membentuk lingkungan kebijakan yang memungkinkan untuk kecerdasan artifisial, (4) membangun kapasitas manusia dan mempersiapkan transformasi pasar tenaga kerja, serta (5) melakukan kerja sama internasional untuk kecerdasan artifisial yang dapat dipercaya (*trustworthy AI*).

**PENGEMBANGAN
DAN PEMANFAATAN
TEKNOLOGI
KECERDASAN
ARTIFISIAL HARUS
MEMPRIORITASKAN
PADA EMPAT PILAR
DARI VISI INDONESIA
EMAS 2045.**

**ISU-ISU NASIONAL UNTUK STRATEGI NASIONAL KECERDASAN
ARTIFISIAL**

- **Visi Indonesia 2045**

Visi Indonesia 2045 [8] adalah isu penting yang harus diperhitungkan pemerintah dalam menetapkan strategi-strategi nasional untuk kecerdasan artifisial. Seluruh misi kecerdasan artifisial tertuju untuk mewujudkan visi Indonesia emas ini. Ada empat pilar utama dari Visi Indonesia Emas 2045, yakni: (1) Pembangunan Manusia dan Penguasaan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, (2) Pembangunan Ekonomi yang Berkelanjutan, (3) Pemerataan Pembangunan, serta (4) Pemantapan Ketahanan Nasional dan Tata Kelola Pemerintahan. Dengan demikian, pengembangan dan pemanfaatan teknologi kecerdasan artifisial harus memprioritaskan empat pilar tersebut. Secara spesifik, ketahanan pangan dan tata kelola pemerintahan adalah bidang-bidang prioritas yang harus ditonjolkan untuk mendapat dukungan kecerdasan artifisial.

- **Program-Program Prioritas Nasional dari RPJMN IV Tahun 2020-2024**

Pemerintah Indonesia harus menyediakan inisiatif-inisiatif penerapan kecerdasan artifisial yang sejalan dengan program-program prioritas yang sudah diagendakan dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024, khususnya untuk program inisiatif jangka menengah. Dengan demikian, program inisiatif kecerdasan artifisial ini bisa menjadi bagian yang secara bersamaan mendapat pendanaan dari anggaran pemerintah. Tujuh agenda pembangunan RPJMN IV tahun 2020-2024 [9] adalah (1) Memperkuat Ketahanan Ekonomi untuk Pertumbuhan yang Berkualitas, (2) Mengembangkan Wilayah untuk Mengurangi Kesenjangan, (3) Meningkatkan Sumber Daya Manusia yang Berkualitas dan Berdaya Saing, (4) Melakukan Revolusi Mental dan Pembangunan Kebudayaan, (5) Memperkuat Infrastruktur untuk Mendukung Pengembangan Ekonomi dan Pelayanan Dasar, (6) Membangun Lingkungan Hidup, Meningkatkan Ketahanan Bencana dan Perubahan Iklim; serta (7) Memperkuat Stabilitas Polhukhankam dan Transformasi Pelayanan Publik.

- **Making Indonesia 4.0**

Strategi pemerintah Indonesia dalam mengimplementasikan kecerdasan artifisial akan diselaraskan dengan inisiatif "*Making Indonesia 4.0*" [10] yang menjadi peta jalan Kementerian Perindustrian dalam Revolusi Industri 4.0. Peta jalan ini memberikan arah dan strategi yang jelas bagi pergerakan industri Indonesia pada masa yang akan datang, termasuk di lima sektor yang menjadi fokus dan sepuluh prioritas nasional dalam upaya memperkuat struktur perindustrian Indonesia. Lima sektor industri

yang difokuskan tersebut adalah (1) makanan dan minuman, (2) tekstil dan pakaian, (3) otomotif, (4) kimia, serta (5) elektronik. Sektor ini dipilih menjadi fokus karena memiliki dampak ekonomi dan kelayakan PDB, perdagangan, potensi dampak ke industri lain, besaran investasi, serta kecepatan penetrasi pasar.

- **Rencana Induk Riset Nasional 2017-2045**

Pemerintah Indonesia harus mengupayakan inisiatif-inisiatif program kecerdasan artifisial di area riset dan inovasi industri agar dapat bersinergi dengan prioritas-prioritas riset nasional yang sudah tersusun dalam Rencana Induk Riset Nasional Tahun 2017-2045 (RIRN) [11]. RIRN merupakan dokumen perencanaan yang memberikan arah prioritas pembangunan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk jangka waktu 28 tahun (2017-2045). RIRN menentukan misi-misi (a) menciptakan masyarakat Indonesia yang inovatif berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi, serta (b) menciptakan keunggulan kompetitif bangsa secara global (Peraturan Presiden Nomor 38 Tahun 2018). Sebagai penjabaran lebih lanjut, perlu dibuat perencanaan lebih teknis dalam bentuk Prioritas Riset Nasional untuk periode lima tahun. Sebagaimana diamanatkan dalam RPJPN 2005-2025, penyelenggaraan riset difokuskan pada tujuh bidang Program Unggulan Nasional Riset, yaitu: (1) ketahanan pangan, (2) energi, energi baru dan terbarukan, (3) kesehatan dan obat, (4) transportasi, (5) teknologi informasi dan komunikasi, (6) teknologi pertahanan dan keamanan, serta (7) material maju.

- **Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional 2015-2035**

Pemerintah Indonesia membutuhkan pengembangan kecerdasan artifisial dalam inovasi industri untuk mendukung revolusi industri ke-4, sesuai dengan Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014 [11] tentang Perindustrian, yang meletakkan industri sebagai salah satu pilar ekonomi dan memberikan peran yang cukup besar kepada pemerintah untuk mendorong kemajuan industri nasional secara terencana. Peran tersebut diperlukan dalam mengarahkan perekonomian nasional agar tumbuh lebih cepat dan mengatasi ketertinggalan dari negara lain yang lebih dahulu maju. Untuk memperkuat dan memperjelas peran pemerintah dalam pembangunan industri nasional, disusun perencanaan pembangunan industri nasional yang sistematis, komprehensif, dan futuristik dalam wujud Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035.

RIPIN 2015-2035 merupakan bentuk keseriusan pemerintah dalam mewujudkan tujuan penyelenggaraan perindustrian:

1. Mewujudkan industri nasional sebagai pilar dan penggerak perekonomian nasional;

**SATU DATA INDONESIA
MENJADI HAL YANG
PENTING UNTUK
DISUKSESKAN OLEH
PEMERINTAH INDONESIA
DALAM Mendukung
PERCEPATAN
TUMBUHNYA INOVASI
KECERDASAN
ARTIFISIAL INDONESIA.**

2. Mewujudkan kedalaman dan kekuatan struktur industri;
3. Mewujudkan industri yang mandiri, berdaya saing, dan maju, serta industri hijau;
4. Mewujudkan kepastian berusaha dan persaingan yang sehat serta mencegah pemusatan atau penguasaan industri oleh satu kelompok atau perseorangan yang merugikan masyarakat;
5. Membuka kesempatan berusaha dan perluasan kesempatan kerja;
6. Mewujudkan pemerataan pembangunan industri ke seluruh wilayah Indonesia guna memperkuat dan memperkuat ketahanan nasional;
7. Meningkatkan kemakmuran dan kesejahteraan masyarakat secara berkeadilan.

- **Rencana Pemindahan Ibu Kota Negara**

Pemerintah saat ini masih mengkaji dan mempersiapkan segala kemungkinan pemindahan ibu kota negara. Pemerintah menetapkan bahwa ibu kota baru (IKB) tersebut memiliki empat kriteria: (1) IKB sebagai simbol identitas bangsa, (2) IKB yang *green, smart, beautiful, dan sustainable*, (3) IKB yang modern dan berstandar internasional, serta (4) IKB dengan tata kelola pemerintahan yang efisien dan efektif. Untuk mewujudkan keempat kriteria ini, pemerintah Indonesia dapat memanfaatkan dan mengadopsi semaksimal mungkin teknologi kecerdasan artifisial di segala sektor, baik publik maupun privat, khususnya untuk menjadikan ibu kota sebagai kota yang *smart* dan modern.

- **Satu Data Indonesia (Perpres No. 39/2019)**

Pengembangan kecerdasan artifisial tidak terlepas dari hasil pembelajaran banyak data. Makin cukup dan berkualitas data tersebut, maka kecerdasan artifisial yang dihasilkan memiliki kinerja yang makin baik. Pemerintah Indonesia, dalam hal ini Presiden RI, telah menerbitkan Peraturan tentang Satu Data Indonesia yang tertuang dalam Peraturan Presiden Nomor 39 Tahun 2019 [12]. Perpres ini mengatur penyelenggaraan Satu Data Indonesia agar dapat dibagi dan diakses bersama secara bertanggung jawab. Ada sejumlah prinsip yang diatur, yaitu memenuhi standar data, memiliki metadata, memenuhi kaidah interoperabilitas data, serta menggunakan kode referensi dan/atau data induk. Dengan demikian, kebijakan Satu Data Indonesia menjadi hal yang penting untuk disukseskan oleh pemerintah dalam mendukung percepatan tumbuhnya inovasi kecerdasan artifisial Indonesia.

- **Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (Perpres No. 95/2018)**

Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE) adalah penyelenggaraan pemerintahan yang memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk memberikan layanan kepada penggunanya. Hal ini tertuang dalam

Peraturan Presiden Nomor 95 Tahun 2018 tentang Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik [13]. SPBE ditujukan untuk mewujudkan tata kelola pemerintahan yang bersih, efektif, transparan, dan akuntabel serta pelayanan publik yang berkualitas dan tepercaya. Tata kelola dan manajemen SPBE secara nasional juga diperlukan untuk meningkatkan keterpaduan dan efisiensi sistem pemerintahan berbasis elektronik. Visi SPBE adalah “terwujudnya sistem pemerintahan berbasis elektronik yang terpadu dan menyeluruh untuk mencapai birokrasi dan pelayanan publik yang berkinerja tinggi”. Dalam rangka mewujudkan visi SPBE ini, pemanfaatan teknologi kecerdasan artifisial dapat dikaji agar dapat membantu pemerintah menghasilkan keputusan dan kebijakan yang tepat.

- **Pandemi Covid-19**

Tidak hanya menjadi permasalahan nasional, pandemi yang disebabkan oleh Covid-19 adalah krisis kesehatan global pertama di abad ini. Pemerintah Indonesia mendorong dan memfasilitasi kecerdasan artifisial dalam memberikan solusi mengatasi permasalahan yang muncul, dalam hal pendeteksian, penganalisan, dan pengelolaan segala skenario yang disebabkan oleh pandemi ini. Inovasi aplikasi kecerdasan artifisial yang dapat dikembangkan untuk mengatasi pandemi Covid-19 adalah pendeteksian dini dan diagnosis infeksi, pemantauan perawatan pasien, pelacakan individu yang berkontak, proyeksi kasus-kasus dan kematian, pengembangan obat dan vaksin, pengurangan beban kerja tenaga kesehatan, serta pencegahan penyakit. Untuk ini, beberapa proyek cepat yang memanfaatkan keunggulan kecerdasan artifisial dapat didukung dan dilaksanakan pemerintah Indonesia.

1. 2. KAJIAN SWOT DAN STRATEGI NASIONAL KECERDASAN ARTIFISIAL

KAJIAN SWOT NASIONAL INDONESIA JUGA MEMPERHITUNGAN ISU-ISU AKTUAL

SWOT Nasional Indonesia untuk kecerdasan artifisial dikaji berdasarkan parameter-parameter yang diformulasikan dalam kerangka kerja pengembangan strategi kecerdasan artifisial nasional dari World Economic Forum. Parameter-parameter yang digunakan untuk kekuatan dan kelemahan adalah (1) tenaga kerja, (2) digitalisasi/infrastruktur, (3) kolaborasi industri-perguruan tinggi/lembaga riset, (4) kapasitas pelatihan, dan (5) regulasi. Sementara itu, parameter-parameter untuk kesempatan dan ancaman adalah (1) ekosistem inovasi, (2) adopsi industri, (3) adopsi sektor publik, dan (4) kolaborasi internasional.

Kajian SWOT Nasional Indonesia juga memperhitungkan isu-isu aktual yang dikemukakan pada bagian sebelumnya, yang menjadi bagian dari persoalan-persoalan peluang dan tantangan Indonesia dalam menerapkan kecerdasan artifisial.

Tabel 1-1. Kekuatan, Kelemahan, Peluang, dan Ancaman

KEKUATAN (STRENGTH)	KELEMAHAN (WEAKNESS)
KETENAGAKERJAAN	
<ul style="list-style-type: none"> Bonus demografi Indonesia bisa dijadikan sebagai tenaga kerja yang siap pakai dan unggul di berbagai sektor pengembangan dan pemanfaatan kecerdasan artifisial. Generasi baru Indonesia makin banyak meminati studi di bidang teknologi informasi, ilmu komputer, dan sains, yang menjadi syarat penguasaan kecerdasan artifisial. 	<ul style="list-style-type: none"> Masyarakat Indonesia belum tereduksi dengan baik oleh pengetahuan dan pembelajaran kecerdasan artifisial. Minimnya kemampuan lulusan sarjana matematika, sains, teknik, dan ilmu komputer untuk siap menggarap pekerjaan di bidang kecerdasan artifisial. Masih sedikit jumlah tenaga ahli, dosen, dan profesor Indonesia di bidang kecerdasan artifisial.
DIGITALISASI / INFRASTRUKTUR	
<ul style="list-style-type: none"> Bahasa Indonesia sebagai bahasa persatuan dan juga bahasa daerah menjadi aset nasional yang berharga untuk dataset pemodelan kecerdasan artifisial berbasis bahasa. 	<ul style="list-style-type: none"> Masih minimnya jumlah dataset unik milik Indonesia yang bersifat terbuka dan bisa berbagi untuk riset dan eksperimentasi, seperti korpus bahasa Indonesia, baik teks maupun wicara.
<ul style="list-style-type: none"> Jumlah dataset unik potensial yang berasal dari keragaman budaya, kearifan lokal, dan berbagai sektor kehidupan masyarakat Nusantara, khususnya pertanian, pemerintahan, kebencanaan, kemaritiman, dan lain-lain. 	<ul style="list-style-type: none"> Pelaksanaan Peraturan Satu Data Indonesia masih menghadapi sikap silo atau ego-sektoral dari pemilik data masing-masing. Sistem keamanan jaringan dan informasi data masih mudah diretas.

KEKUATAN (STRENGTH)	KELEMAHAN (WEAKNESS)
DIGITALISASI / INFRASTRUKTUR	
<ul style="list-style-type: none"> Jaringan telekomunikasi dan Internet memadai untuk layanan komputasi awan. Pembangunan infrastruktur dan konektivitas nasional makin meningkat ke seluruh wilayah Nusantara. Indonesia adalah pasar ekonomi digital terbesar di Asia Tenggara dengan potensi pertumbuhan sebesar empat kali lipat sampai 2025. 	<ul style="list-style-type: none"> Infrastruktur digital belum memadai di sebagian besar perguruan tinggi dan lembaga riset untuk melakukan riset dan eksperimentasi pengembangan kecerdasan artifisial. Dataset digital berserak dan data tersebut secara kuantitas dan kualitas masih perlu diperbaiki untuk kebutuhan eksperimentasi.
KOLABORASI INDUSTRI, PERGURUAN TINGGI, DAN LEMBAGA RISET	
<ul style="list-style-type: none"> Pemerintah menyediakan dana insentif untuk program-program riset hasil kerja sama industri dengan perguruan tinggi atau dengan lembaga riset pemerintah, seperti RISPRO dari LPDP, serta Riset-Pro dan PRIN dari Kementerian Riset dan Teknologi. 	<ul style="list-style-type: none"> Harmonisasi <i>link and match</i> antara dunia pendidikan dan industri lokal masih belum optimal, seperti kesempatan magang dan tugas akhir mahasiswa di industri serta ketersediaan topik-topik riset untuk tugas akhir dan riset yang dapat dikerjakan perguruan tinggi. Investasi pembiayaan riset dan pendidikan masih rendah, khususnya yang berasal dari industri. Masih sedikit jumlah riset dan pengembangan inovasi kecerdasan artifisial yang dilakukan oleh kerja sama industri dan perguruan tinggi atau lembaga riset. Kualitas produk hasil inovasi riset perguruan tinggi dan lembaga riset masih belum teradopsi baik oleh industri.
KEKUATAN (STRENGTH)	KELEMAHAN (WEAKNESS)
KAPASITAS PELATIHAN	
<ul style="list-style-type: none"> Indonesia memiliki kampus perguruan tinggi yang sudah tersebar merata di seluruh Nusantara dan beberapa sudah berstandar Internasional. 	<ul style="list-style-type: none"> Sebagian besar perguruan tinggi belum memiliki persyaratan yang memadai untuk menunjang pembelajaran kecerdasan artifisial, seperti tenaga pengajar kompeten di bidang kecerdasan artifisial, laboratorium, dataset, dan silabus pembelajaran.

<p>REGULASI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tersedia payung hukum untuk etika pemanfaatan dan pengembangan kecerdasan artifisial yang bertanggung jawab, yang bersumber pada Pancasila dan UUD 1945. • Motivasi pemerintah yang kuat untuk penggunaan produksi inovasi dalam negeri melalui peraturan TKDN dan imbauan cinta produk dalam negeri kepada masyarakat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistem pendidikan sekolah belum memperkenalkan bidang kecerdasan artifisial dalam kurikulum pendidikan. • Belum ada insentif untuk program pengembangan kapasitas pendidikan/ pelatihan yang spesifik buat perusahaan rintisan kecerdasan artifisial. • Belum cukup insentif untuk pengembangan kapasitas kecerdasan artifisial di beberapa institusi yang menjalankan bidang prioritas, seperti pertanian, lembaga riset, dan lembaga pemerintah.
	<p>REGULASI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Belum ada instrumen peraturan yang mengatur etika serta kebijakan pengembangan dan pemanfaatan kecerdasan artifisial yang bertanggung jawab di Indonesia. • Belum ada lembaga pengawas yang mengawasi serta mengendalikan pengembangan dan pemanfaatan kecerdasan artifisial di masyarakat. • Belum cukup peraturan tentang masalah data dan infrastruktur berbagi yang akan digunakan secara publik dan terbuka oleh masyarakat untuk kebutuhan riset dan pengembangan inovasi. • Belum ada standar nasional kecerdasan artifisial Indonesia.

PELUANG (OPPORTUNITIES)	ANCAMAN (THREATS)
<p>EKOSISTEM INOVASI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penerapan ekosistem inovasi yang kondusif untuk menggabungkan Investor, pemerintah, industri, perguruan tinggi, lembaga riset, dan lembaga swadaya masyarakat. • Pemerintah sudah memulai pelaksanaan Program Satu Data Indonesia melalui Perpres Nomor 39 Tahun 2019 untuk kebutuhan berbagi demi kemajuan riset dan pengembangan inovasi teknologi. • Visi Indonesia Emas 2045: (1) Pembangunan Manusia dan Penguasaan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, (2) Pembangunan Ekonomi yang Berkelanjutan, (3) Pemerataan Pembangunan, serta (4) Pemantapan Ketahanan Nasional dan Tata Kelola Pemerintahan. • Indonesia memiliki bidang-bidang prioritas nasional yang sudah direncanakan dalam RPJMN, Peta Jalan Making Indonesia 4.0, dan Rencana Induk Riset Nasional. 	<p>ADOPSI INDUSTRI DAN SEKTOR PUBLIK</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasar digital Indonesia didominasi teknologi impor. • Perusahaan multinasional (asing) bermodal besar mendominasi proyek-proyek vital Indonesia dan banyak perusahaan rintisan jatuh ke tangan mereka. • Turunnya kepercayaan masyarakat terhadap produk karya anak bangsa. • Penyalahgunaan teknologi yang merugikan masyarakat. • Penyalahgunaan data privasi yang luput dari pengawasan. • Sumber daya manusia berbakat lebih memilih bekerja di luar negeri atau perusahaan luar negeri daripada di dalam negeri karena mendapat bayaran yang lebih besar. • Legislasi yang tidak konsisten dalam pelaksanaannya. • Disrupsi kecerdasan artifisial yang menyebabkan kegagalan <i>shifting</i> tenaga kerja.
<p>ADOPSI INDUSTRI DAN SEKTOR PUBLIK</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wacana kebutuhan pindah ibu kota baru negara memiliki kriteria <i>smart, beautiful</i>, dan <i>sustainable</i>, serta modern berstandar Internasional dengan tata kelola pemerintah yang efisien dan efektif. • Tingginya kebutuhan tenaga ahli kecerdasan artifisial untuk menunjang industri 4.0. • Indonesia adalah negara dengan ekosistem perusahaan rintisan yang kondusif. • Program Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik membutuhkan kecerdasan artifisial untuk membantu pemerintah membuat kebijakan yang tepat. 	
<p>KERJA SAMA INTERNASIONAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kerja sama riset dengan institusi negara-negara global dan regional. • Kerja sama untuk pembangunan infrastruktur dan kapasitas talenta di bidang kecerdasan artifisial. 	

**INDONESIA
MENETAPKAN
LIMA BIDANG
PRIORITAS UNTUK
MENSUKSESKAN
MISI-MISI
STRATEGI NASIONAL
INDONESIA UNTUK
KECERDASAN
ARTIFISIAL**

Hasil kajian SWOT mengantarkan pemerintah Indonesia untuk menyusun strategi nasional kecerdasan artifisial dalam **Empat Area Fokus**:

1. **Etika dan Kebijakan**
2. **Pengembangan Talenta**
3. **Infrastruktur dan Data**
4. **Riset dan Inovasi Industri**

Selain itu, pemerintah Indonesia menetapkan **Lima Bidang Prioritas** untuk menyukseskan misi-misi strategi nasional Indonesia untuk kecerdasan artifisial:

1. **Layanan Kesehatan**
2. **Reformasi Birokrasi**
3. **Pendidikan dan Riset**
4. **Ketahanan Pangan**
5. **Mobilitas dan Kota Pintar**

STRATEGI NASIONAL INDONESIA UNTUK KECERDASAN ARTIFISIAL

Untuk mencapai Visi Indonesia 2045, pemerintah Indonesia mengkaji strategi-strategi efektif untuk kecerdasan artifisial yang dapat mengantarkan Indonesia ke dalam empat kondisi yang dicita-citakan:

- 1. Indonesia Berdaulat** karena adanya Kedaulatan Data Indonesia untuk kepentingan Indonesia dan tidak dikuasai pihak asing.
- 2. Indonesia Maju** karena inovasi-inovasi unggulan kecerdasan artifisial yang dihasilkan pusat-pusat unggulan Indonesia.
- 3. Indonesia Adil** karena Indonesia menerapkan kecerdasan artifisial yang beretika dan bertanggung jawab, baik dalam pengembangan maupun pemanfaatannya.
- 4. Indonesia Makmur** karena Indonesia menginginkan pertumbuhan ekonomi yang pesat dengan industri dan sektor publik yang dibantu kecerdasan artifisial.

Berdasarkan analisis SWOT Nasional, strategi-strategi ini dipetakan dalam empat area fokus kecerdasan artifisial yang ditetapkan pada bagian sebelumnya.

1. Strategi untuk Etika dan Kebijakan	
1) Menerapkan etika data berbagi sesuai dengan peraturan yang berlandaskan Pancasila dan UUD 1945.	6) Menyiapkan kebijakan dan insentif pemerintah untuk mempercepat pertumbuhan perusahaan/industri rintisan.
2) Menyusun kebijakan kelembagaan yang mengorkestrasi ekosistem inovasi kecerdasan artifisial nasional.	7) Membuat pedoman dan kebijakan pemanfaatan serta penerapan kecerdasan artifisial untuk sistem pemerintahan berbasis elektronik.
3) Membentuk Dewan Etika Data untuk membuat peraturan data berbagi dan mengawasi pemanfaatannya.	8) Membuat pedoman teknis pelaksanaan kerja sama internasional dalam rangka pendidikan, penelitian, dan pengembangan bersama kecerdasan artifisial.
4) Membuat kebijakan pengumpulan dan berbagi data, termasuk dari Satu Data Indonesia, untuk riset dan eksperimentasi kecerdasan artifisial.	9) Menyiapkan standar nasional untuk mendukung produk-produk dan sistem yang dihasilkan orkestra ekosistem inovasi kecerdasan artifisial nasional.
5) Menyiapkan kebijakan etika pemanfaatan dan pengembangan kecerdasan artifisial, khususnya di bidang-bidang prioritas teknologi kecerdasan artifisial.	10) Membuat kebijakan untuk meningkatkan daya dan minat konsumsi masyarakat menggunakan produk inovasi dalam negeri.

11) Membuat kebijakan kedaulatan data nasional yang tidak mudah digunakan perusahaan multinasional.
12) Memperkuat hukum untuk menindak penyalahgunaan teknologi.
13) Memperkuat hukum untuk menindak penyalahgunaan data privasi.
14) Membuat kebijakan yang memprioritaskan produk karya anak bangsa dalam pengadaan pemerintah untuk mengurangi ketergantungan pada produk impor, sekaligus untuk peningkatan TKDN.
15) Memberikan insentif pengembangan inovasi untuk perbaikan produk dalam negeri yang berkelanjutan.
16) Mendirikan Dewan Etika Data dan Kecerdasan Artifisial Nasional yang mengawasi pemanfaatan kecerdasan artifisial secara bertanggung jawab di masyarakat.
17) Memberikan penghargaan SDM kecerdasan artifisial yang kompetitif dengan tingkat gaji yang lebih baik di dalam negeri.
18) <i>Political will</i> dari eksekutif dan legislatif dalam melaksanakan dan mengawasi peraturan yang sudah ditetapkan.
19) Menyiapkan kebijakan menghadapi pergeseran lapangan kerja oleh kehadiran kecerdasan artifisial.

2. Strategi untuk Pengembangan Talenta

1) Memaksimalkan potensi bonus demografi Indonesia untuk mengembangkan talenta kecerdasan artifisial Indonesia yang siap pakai serta berdaya saing dan berkarakter melalui proses pendidikan formal dan nonformal.
--

2) Memanfaatkan keuntungan jumlah generasi muda yang berminat di bidang kecerdasan artifisial untuk membangun talenta-talenta kecerdasan artifisial Indonesia yang unggul dan siap pakai melalui sistem pendidikan yang efektif, dalam rangka menyukseskan Peta Jalan Industri Indonesia (<i>Making Indonesia 4.0</i>).
3) Merekrut talenta-talenta kecerdasan artifisial untuk tenaga terampil yang akan mengembangkan serta mengoperasikan kecerdasan artifisial di sektor bidang prioritas nasional.
4) Menyiapkan program pendidikan teknologi untuk kecerdasan artifisial di semua lembaga pendidikan formal dan nonformal untuk menghasilkan banyak talenta kecerdasan artifisial Indonesia yang berdaya saing, dimulai dari tingkat sekolah dasar dan menengah.
5) Menyiapkan sistem pendidikan kecerdasan artifisial yang menghasilkan talenta kecerdasan artifisial sebagai pekerja, peneliti, dan wirausaha bidang kecerdasan artifisial.

3. Strategi untuk Infrastruktur dan Data

1) Membangun infrastruktur jaringan komputasi awan dan penyediaan <i>dataset</i> publik unik Indonesia (seperti korpus bahasa Indonesia) untuk menunjang produktivitas ekosistem inovasi kecerdasan artifisial nasional.
2) Membangun infrastruktur jaringan komputasi awan dan penyediaan <i>dataset</i> publik yang berasal dari pusat data Satu Data Indonesia untuk riset dan eksperimentasi kecerdasan artifisial.
3) Memaksimalkan pemanfaatan teknologi komputasi awan untuk pemerataan pengembangan dan pemanfaatan kecerdasan artifisial di semua sektor prioritas pembangunan nasional.

4)	Memanfaatkan seluruh keuntungan Indonesia saat ini (infrastruktur, data, pendanaan, dan ekosistem) untuk mewujudkan target dalam bidang-bidang prioritas nasional Indonesia.
5)	Membangun infrastruktur komputasi awan dan penyediaan <i>dataset</i> unik untuk pengembangan inovasi-inovasi kecerdasan artifisial ibu kota baru yang <i>smart</i> dan modern.
6)	Memanfaatkan infrastruktur komputasi awan untuk mendorong kontribusi kecerdasan artifisial di bidang-bidang prioritas <i>Making Indonesia 4.0</i> .
7)	Memanfaatkan populasi pengguna Internet Indonesia yang besar sebagai pasar ekonomi digital terbesar di Asia Tenggara bagi perusahaan-perusahaan rintisan Indonesia.
8)	Memperbaiki sistem pelaksanaan Satu Data Indonesia yang mengatasi sikap <i>silo</i> dan ego-sektoral pemilik data.
9)	Membangun sistem berbagi data untuk riset dan eksperimentasi kecerdasan artifisial yang berasal dari pusat Satu Data Indonesia, yang sudah memenuhi standar keamanan jaringan dan informasi data serta dikelola secara profesional.
10)	Memperbaiki <i>dataset</i> digital pemerintahan untuk bahan kajian dan analisis perencanaan strategis penerapan kecerdasan artifisial untuk sistem pemerintahan berbasis elektronik dan ibu kota baru negara.
11)	Membenahi <i>dataset</i> dari sektor industri untuk pengembangan inovasi kecerdasan artifisial di bidang prioritas <i>Making Indonesia 4.0</i> .
12)	Menyiapkan infrastruktur untuk menghadapi pergeseran lapangan kerja oleh kehadiran kecerdasan artifisial.

4. Strategi untuk Riset dan Inovasi Industri	
1)	Memanfaatkan seluruh keuntungan strategis Indonesia saat ini (infrastruktur, data, pendanaan, dan ekosistem) untuk mewujudkan target dalam bidang-bidang prioritas kecerdasan artifisial nasional Indonesia.
2)	Menyusun pedoman teknis perwujudan ekosistem inovasi kecerdasan artifisial nasional (<i>triple, quadruple, penta helix</i>) yang mengefektifkan <i>link and match</i> seluruh <i>stakeholder</i> (pemerintah, industri, perguruan tinggi/ lembaga riset, dan masyarakat).
3)	Meningkatkan investasi, baik dari industri maupun pemerintah, untuk percepatan pertumbuhan inovasi yang dapat diserap industri dan sektor publik.
4)	Meningkatkan insentif riset dan pengembangan inovasi teknologi baru yang berasal dari kolaborasi industri dan perguruan tinggi/ lembaga riset.
5)	Menggalakkan penggunaan produk kecerdasan artifisial hasil inovasi anak bangsa.
6)	Memberikan insentif dan investasi lebih besar pada riset inovasi di bidang-bidang prioritas kecerdasan artifisial.
7)	Meningkatkan kualitas dan kuantitas produk inovasi yang dapat terserap oleh pasar digital Indonesia melalui proses inkubasi dan diseminasi produk ke masyarakat.

1. 3. KERANGKA KERJA STRATEGI NASIONAL KECERDASAN ARTIFISIAL

KERANGKA KERJA INI MEMBANTU UNTUK MENDESKRIPSIKAN KEBERADAAN BIDANG-BIDANG PRIORITAS, DAN KETERKAITAN PROGRAM-PROGRAM INISIATIF NASIONAL

Pemerintah Indonesia menyusun Kerangka Kerja Strategi Nasional Indonesia untuk Kecerdasan Artifisial dalam rangka memberikan petunjuk keterkaitan empat area fokus dan misi-misi yang telah ditetapkan. Selain itu, kerangka kerja ini membantu mendeskripsikan keberadaan bidang-bidang prioritas dan keterkaitan program-program inisiatif nasional dari keempat area fokus dengan bidang prioritas serta pemilihan kegiatan *quick win* pemanfaatan kecerdasan artifisial. Kerangka Kerja Strategi Nasional Indonesia untuk Kecerdasan Artifisial ditunjukkan dalam Gambar 1-2.

Gambar 1-2. Kerangka Kerja Strategi Nasional Kecerdasan Artifisial Indonesia



VISI DAN MISI

2. 1. VISI KECERDASAN ARTIFISIAL INDONESIA

“INDONESIA YANG BERDAULAT, MAJU, ADIL DAN MAKMUR, YANG MELINDUNGI SEGENAP BANGSA INDONESIA DAN SELURUH TUMPAH DARAH INDONESIA, MEMAJUKAN KESEJAHTERAAN UMUM, MENCERDASKAN KEHIDUPAN BANGSA, DAN IKUT MELAKSANAKAN KETERTIBAN DUNIA BERDASARKAN KEMERDEKAAN, PERDAMAIAN ABADI, DAN Keadilan Sosial.”

VISI Kecerdasan Artifisial Indonesia sejalan dengan Visi Indonesia 2045:

“Indonesia yang Berdaulat, Maju, Adil, dan Makmur, yang melindungi segenap bangsa Indonesia dan seluruh tumpah darah Indonesia, memajukan kesejahteraan umum, mencerdaskan kehidupan bangsa, dan ikut melaksanakan ketertiban dunia berdasarkan kemerdekaan, perdamaian abadi, dan keadilan sosial.”

Visi tersebut menjadi Impian Indonesia 2015-2045 yang disampaikan Presiden RI Joko Widodo di Merauke pada 30 Desember 2015:

- a. Sumber daya manusia Indonesia yang kecerdasannya mengungguli bangsa-bangsa lain di dunia.
- b. Masyarakat Indonesia yang menjunjung tinggi pluralisme, berbudaya, religius, dan menjunjung nilai-nilai etika.
- c. Indonesia menjadi pusat pendidikan, teknologi, dan peradaban dunia.
- d. Masyarakat dan aparatur pemerintah yang bebas dari perilaku korupsi.
- e. Terbangunnya infrastruktur yang merata di seluruh Indonesia.
- f. Indonesia menjadi negara yang mandiri dan negara yang paling berpengaruh di Asia Pasifik.
- g. Indonesia menjadi barometer pertumbuhan ekonomi dunia.

2. 2. MISI KECERDASAN ARTIFISIAL INDONESIA

Misi Kecerdasan Artifisial Indonesia merupakan pernyataan untuk melaksanakan program-program inisiatif yang ditetapkan dalam peta jalan strategi nasional kecerdasan artifisial dalam mencapai visi Indonesia 2045.

Berdasarkan kajian SWOT, penyusunan strategi, dan kerangka berpikir kecerdasan artifisial, dapat ditetapkan misi dan tujuan dalam empat fokus area sebagai berikut.

2. 2. 1.

ETIKA DAN KEBIJAKAN KECERDASAN ARTIFISIAL

MISI:

Mewujudkan kecerdasan artifisial yang beretika sesuai dengan nilai-nilai Pancasila.

A. PENGERTIAN MISI

Pengertian Beretika

Beretika berarti penentuan benar-tidaknya tindakan yang dilakukan berpedoman pada nilai-nilai kemanusiaan dan sistem kemasyarakatan yang dianut. Dalam hal ini, koridor utama dalam pelaksanaan kegiatan yang terkait pada kecerdasan artifisial wajib patuh pada etika-etika yang sudah ditetapkan yang kemudian dijabarkan dalam setiap kebijakan yang diambil pemerintah.

Pengertian Nilai-Nilai Pancasila

Etika dan kebijakan kecerdasan artifisial akan berorientasi pada kelima sila dalam Pancasila sehingga pengembangannya dapat dipakai untuk memenuhi tujuan Negara Kesatuan Republik Indonesia.

B. TUJUAN MISI

1. Menghasilkan produk kebijakan yang relevan dan menjamin keamanan bagi masyarakat.

Maksud dari relevan adalah setiap produk kebijakan yang dihasilkan dapat diimplementasikan semua pihak, baik dari unsur pemerintah, kalangan pengusaha, akademisi, maupun masyarakat secara hukum. Pembuatan produk kebijakan tersebut harus tidak bertentangan

**DENGAN DASAR ETIKA
YANG TERKANDUNG
DALAM NILAI-
NILAI PANCASILA,
IKLIM KECERDASAN
ARTIFISIAL DAPAT
DIARAHKAN UNTUK
MEMENUHI TUJUAN
BERNEGARA.**

dengan Pasal 28-C dan Pasal 31 UUD 1945, sesuai dengan amanah Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2019, yakni menghasilkan produk kebijakan yang mengatur tata kelola, etika, dan pertanggungjawaban hukum, serta kebijakan untuk memberikan wewenang kepada Komisi Etik untuk membentuk pedoman dan pengawasan atas pelaksanaan etik yang berkolaborasi dengan pihak-pihak terkait, seperti universitas atau pelaku industri.

2. Menciptakan iklim kecerdasan artifisial yang kondusif dengan tetap bernapaskan nilai-nilai Pancasila dan berorientasi pada ketahanan nasional.

Setiap penelitian, pengembangan, pengkajian, dan penerapan tidak bertentangan dengan nilai-nilai Pancasila. Dalam hal pengembangan teknologi, Indonesia bersandar pada nilai-nilai yang terkandung dalam Pancasila, yang diejawantahkan ke dalam instrumen peraturan perundang-undangan yang menjadi dasar pemerintah untuk mengambil kebijakan. Diharapkan, dengan dasar etika yang terkandung dalam nilai-nilai Pancasila, iklim kecerdasan artifisial dapat diarahkan untuk memenuhi tujuan bernegara sebagaimana diatur dalam pembukaan Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia.

3. Terbentuknya ekosistem yang kondusif untuk penelitian, pengembangan, pengkajian, dan penerapan (litbangjirap) terhadap kecerdasan artifisial.

Tata kelola terhadap komponen-komponen yang terkait dengan kecerdasan artifisial tersedia dan terselenggara dengan baik, termasuk perizinan, pendanaan/pembiayaan, kepastian hukum terhadap akses perlindungan data, serta pertanggungjawaban.

4. Terwujudnya sinergi dan efektivitas dalam pengawasan kecerdasan artifisial.

Sebagai suatu teknologi, kecerdasan artifisial harus memiliki kejelasan adanya risiko (*vulnerabilities*) yang dapat memberikan kerugian dan ancaman bagi manusia, khususnya masyarakat Indonesia. Oleh karena itu, diperlukan kejelasan upaya mitigasi serta pengawasannya. Dengan itu, diperlukan sinergi antar-instansi terkait untuk kesepahaman atas teknologi kecerdasan artifisial tersebut sehingga dapat bergerak ke arah yang sama. Yang dimaksud dengan efektivitas adalah pengawasan kecerdasan artifisial hendaknya dibekali proses pengawasan yang jelas, menyeluruh, tetapi efektif dalam menjamin keamanan pelaksanaan teknologi kecerdasan artifisial.

MISI:

Menyiapkan Talenta Kecerdasan Artifisial yang berdaya saing dan berkarakter**A. PENGERTIAN MISI****Pengertian Daya Saing**

Daya saing adalah kemampuan untuk berkompetisi atau kemampuan untuk menjadi unggul.

Pengertian Berkarakter

Karakter adalah sistem keyakinan dan kebiasaan (cara berpikir), yang merupakan akumulasi dari sifat, watak, dan kepribadian seorang untuk bertindak (bersikap).

Pengertian Standar Kompetensi

Talenta kecerdasan artifisial yang berdaya saing dan berkarakter akan memenuhi standar kompetensi (mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap) pada kecerdasan artifisial yang menentukan talenta tersebut sudah memiliki kemampuan dalam melaksanakan tugas atau pekerjaan yang berdasarkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang sesuai dengan persyaratan kinerja.

B. TUJUAN MISI**1. Menyiapkan talenta di bidang kecerdasan artifisial yang mampu bekerja untuk kebutuhan industri nasional.**

Talenta yang dididik melalui pendidikan formal dan nonformal akan memiliki kompetensi di bidang kecerdasan artifisial yang terstandar dan mampu memenuhi kebutuhan talenta nasional dalam rangka meningkatkan pertumbuhan industri nasional atau dalam negeri (talenta menjadi pekerja dan peneliti).

2. Menyiapkan talenta di bidang kecerdasan artifisial yang memiliki kompetensi di tingkat nasional dan internasional.

Talenta yang dididik melalui pendidikan formal dan nonformal akan memiliki kompetensi yang mampu menjadikannya unggul di bidang kecerdasan artifisial pada tingkat nasional dan internasional (talenta unggul).

EKOSISTEM YANG KUAT DIHARAPKAN DAPAT MENINGKATKAN KUANTITAS MAUPUN KUALITAS TALENTA KECERDASAN ARTIFISIAL INDONESIA.

3. Menyiapkan talenta di bidang kecerdasan artifisial yang mampu menciptakan lapangan kerja baru.

Talenta yang dididik melalui pendidikan formal dan nonformal akan mempunyai kemampuan untuk berorientasi pada pasar dan menciptakan lapangan kerja baru di bidang kecerdasan artifisial (talenta menjadi wirausaha).

4. Menyiapkan talenta di bidang kecerdasan artifisial yang berkarakter mulia.

Revolusi mental yang dicanangkan Presiden Joko Widodo merupakan gerakan yang dimaksudkan untuk membangun karakter bangsa dengan mengubah cara pikir menjadi jauh lebih baik, mandiri, berkarakter, dan nasionalis. Talenta yang dididik melalui pendidikan formal dan nonformal akan memiliki karakter mulia, sehat secara fisik, mental, dan sosial, yang mengarah pada pembentukan karakter yang positif dan produktif seperti berdisiplin, berkomitmen (berdedikasi), kreatif, inovatif, dan pantang menyerah serta berwawasan kebangsaan.

5. Menyiapkan ekosistem pembelajaran (*learning ecosystem*).

Mendorong terciptanya ekosistem pembelajaran dalam dunia pendidikan yang dibangun secara gotong-royong dan melibatkan berbagai pihak, yakni pemerintah, akademisi, industri, dan komunitas (kerja sama *quadruple helix*), yang diharapkan dapat memperkuat fondasi pendidikan. Ekosistem pembelajaran ini dilengkapi dengan materi, sarana, dan prasarana belajar agar talenta mampu mengembangkan diri dengan menggunakan *dataset* belajar, video belajar, sampai pembelajaran *online*.

6. Menyiapkan ekosistem inovasi (*innovation ecosystem*).

Mendorong terciptanya ekosistem inovasi melalui regulasi oleh pemerintah untuk mempercepat tumbuhnya industri yang menggunakan kecerdasan artifisial, mendorong kerja sama industri dan universitas, serta mendorong tenaga peneliti di universitas agar melakukan kolaborasi secara berkelanjutan. Ekosistem yang kuat diharapkan dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas talenta kecerdasan artifisial Indonesia.

2. 2. 3.

PENYEDIAAN INFRASTRUKTUR DAN DATA KECERDASAN ARTIFISIAL

MISI:

Mewujudkan ekosistem data dan infrastruktur yang mendukung kontribusi Kecerdasan Artifisial untuk kepentingan negara

A. PENGERTIAN MISI

Pengertian Ekosistem Data dan Infrastruktur

Ekosistem data adalah seluruh sumber daya dan regulasi yang berhubungan dengan cara memperoleh data, mengolah data, menyebarkan data, mengakses data, mengamankan data, memanipulasi data, berbagi pakai data, dan audit untuk data yang terstruktur ataupun tidak terstruktur dalam mewujudkan kontribusi kecerdasan artifisial buat kepentingan negara.

Ekosistem infrastruktur adalah seluruh sumber daya dan regulasi yang berhubungan dengan pembangunan, penyempurnaan, pengelolaan, pengamanan, interkoneksi infrastruktur digital, audit, dan penyediaan platform tempat interaksi antara penyedia dan pihak yang membutuhkan layanan dalam mewujudkan kontribusi kecerdasan artifisial untuk kepentingan negara.

Pengertian Kepentingan Negara

Kepentingan negara yang dimaksud adalah kedaulatan dalam data dan infrastruktur sebagaimana tercantum dalam Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2007 tentang RPJP dan Visi Indonesia 2045, yakni Indonesia yang berdaulat, maju, adil, dan makmur dalam segala hal. Secara spesifik, kedaulatan akan data dan informasi hingga tahun 2045 mencakup aspek-aspek:

- a. Ketersediaan data latih;
- b. Sistem penghubung data;
- c. Infrastruktur komputasi yang berbagi pakai.

B. TUJUAN MISI

1. Terwujudnya keterbukaan pertukaran data digital setiap penyelenggara sistem elektronik pelayanan publik, dengan memperhatikan keamanan data dan kerahasiaan data pribadi.
2. Terwujudnya kemampuan negara untuk mengakses seluruh data yang dibutuhkan buat kepentingan strategisnya.

3. Tersedianya sistem penghubung data antara produsen dan konsumen data.
4. Tersedianya infrastruktur berbagi pakai dan platform berbagi pakai yang menjadi sarana bagi perusahaan digital untuk menempatkan metadata, contoh data, layanan komputasi, dan layanan pembelajaran yang bisa digunakan pengembang kecerdasan artifisial.

Indikator utama yang digunakan untuk mengukur tercapainya misi dan tujuan-tujuan di atas adalah jumlah serta kualitas setiap aktor dan objek yang tercantum dalam tujuan.

2. 2. 4.

RISET DAN INOVASI KECERDASAN ARTIFISIAL

MISI:

Menumbuhkan ekosistem kolaborasi riset dan inovasi kecerdasan artifisial guna mengakselerasi reformasi birokrasi serta industri nasional yang unggul.

A. PENGERTIAN MISI

Pengertian Ekosistem Kolaborasi Riset dan Inovasi Industri

Pengertian ekosistem kolaborasi riset dan inovasi industri adalah menumbuhkembangkan ekosistem, yakni mengelola segala keanekaragaman dari berbagai sumber daya dan pihak-pihak yang terlibat agar riset dan inovasi kecerdasan artifisial berjalan secara berkesinambungan. Sasaran mencapai reformasi birokrasi dan industri nasional yang unggul merupakan arahan yang dituangkan dalam Road Map Reformasi Birokrasi 2020-2024 (Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 25 Tahun 2020), Rencana Induk Riset Nasional 2017-2045 (Peraturan Presiden Nomor 38 Tahun 2018 tentang Rencana Induk Riset Nasional Tahun 2017-2045), serta Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional 2015-2035 (Peraturan Pemerintah Nomor 14 Tahun 2015).

B. TUJUAN MISI

1. Terciptanya ekosistem riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial nasional yang berkelanjutan melalui kolaborasi *quadruple helix*: pemerintah, industri, akademisi, dan komunitas masyarakat.
2. Terwujudnya produk, solusi, dan layanan teknologi kecerdasan artifisial tepat guna yang menjadi katalisator dalam upaya mengakselerasi reformasi birokrasi dan pembangunan industri nasional.

SASARAN MENCAPI REFORMASI BIROKRASI DAN INDUSTRI NASIONAL YANG UNGGUL MERUPAKAN ARAHAN YANG DITUANGKAN DALAM ROAD MAP REFORMASI BIROKRASI 2020-2024

Terdapat dua indikator utama yang digunakan untuk mengukur tercapainya misi serta tujuan-tujuan riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial, yakni pertumbuhan produk domestik bruto (PDB) Indonesia dan posisi Indonesia di dunia dalam penguasaan teknologi kecerdasan artifisial. Indikator-indikator utama ini dijadikan tolok ukur keberhasilan dari terciptanya ekosistem *quadruple helix* riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial Indonesia serta terwujudnya beragam produk, solusi, dan layanan teknologi kecerdasan artifisial yang memperlihatkan tingkat penguasaan Indonesia pada teknologi ini. Keberhasilan penciptaan ekosistem ditunjukkan dengan dampak kecerdasan artifisial terhadap peningkatan PDB Indonesia sebesar 10,5 persen pada 2030 dan 22,5 persen pada 2045, sedangkan dalam hal penguasaan teknologi kecerdasan artifisial Indonesia diharapkan berada dalam jajaran sepuluh tertinggi (*top 10*) pada 2030 dan lima tertinggi (*top 5*) di dunia pada sektor agro-maritim. Kedua indikator utama tersebut dapat dicapai melalui sarana orkestrator *quadruple helix* riset dan inovasi industri yang disebut dengan Kolaborasi Riset dan Inovasi Industri Kecerdasan Artifisial atau KORI-KA.

BAB 3

ETIKA DAN KEBIJAKAN KECERDASAN ARTIFISIAL INDONESIA

3. 1. ISU-ISU STRATEGIS

KECERDASAN ARTIFISIAL DIKEMBANGKAN DAN DIMANFAATKAN DENGAN TUJUAN UNTUK KEPENTINGAN POSITIF BAGI UMAT MANUSIA.

NILAI-NILAI ETIKA KECERDASAN ARTIFISIAL

KEBIJAKAN kecerdasan artifisial disusun berdasarkan aktualisasi nilai-nilai Pancasila antara lain:

A. BERORIENTASI PADA KEMASLAHATAN UMAT MANUSIA

Kecerdasan artifisial dikembangkan dan dimanfaatkan dengan tujuan untuk kepentingan positif bagi umat manusia. Dengan orientasi tujuan ini, diharapkan dapat timbul kepercayaan publik (*public trust*) terhadap kecerdasan artifisial serta muncul berbagai dampak positif kecerdasan artifisial di berbagai sektor, baik sosial maupun ekonomi, yang dirasakan nyata oleh manusia.

Kecerdasan artifisial yang dapat dipercaya bisa diwujudkan apabila dipenuhi syarat-syarat berikut ini.

1. Manusia sebagai Pengawas

Pengawasan dapat dicapai melalui mekanisme tata kelola seperti pendekatan:

a. *Human-in-the-loop* (HITL)

HITL mengacu pada kemampuan intervensi manusia dalam setiap siklus keputusan sistem kecerdasan artifisial.

b. *Human-on-the-loop* (HOTL)

HOTL mengacu pada kemampuan intervensi manusia selama siklus desain sistem dan memantau operasi sistem.

c. *Human-in-command* (HIC)

HIC mengacu pada kemampuan mengawasi keseluruhan aktivitas sistem kecerdasan artifisial (termasuk mengawasi dampak ekonomi, sosial, hukum, dan etika yang lebih luas) serta

kemampuan memutuskan kapan dan bagaimana menggunakan sistem dalam situasi tertentu.

2. Kekokohan dan Keamanan Teknis

Sistem kecerdasan artifisial harus dikembangkan dengan pendekatan pencegahan terhadap risiko, meminimalkan bahaya yang tidak disengaja dan tidak terduga, dilindungi dari kerentanan, agar tidak memungkinkannya dieksploitasi secara negatif, serta harus memiliki rencana cadangan jika terjadi masalah.

3. Tata Kelola Data dan Privasi

Sistem kecerdasan artifisial harus menjamin privasi dan perlindungan data, disertai protokol data (untuk mengatur akses data). Dengan memperhatikan kemampuan kecerdasan artifisial untuk belajar secara mandiri, kualitas dan integritas data juga harus dijaga dan dilindungi.

4. Transparansi

Keputusan yang dibuat kecerdasan artifisial harus dapat dipahami, jelas, dan dapat dilacak manusia, dengan kata lain sistem kecerdasan artifisial harus dapat diidentifikasi manusia.

5. Kesejahteraan Sosial dan Lingkungan

Pengembangan kecerdasan artifisial wajib diarahkan untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan, yakni keharmonisan antara keberlangsungan lingkungan dan pembangunan yang dapat memenuhi kebutuhan dasar, meningkatkan standar hidup untuk semua, serta menciptakan ekosistem yang terlindungi.

6. Keanekaragaman, Nondiskriminasi, dan Keadilan

Untuk mencapai kecerdasan artifisial yang dapat dipercaya, harus diberikan fokus pada inklusi dan keragaman di seluruh siklus hidup sistem kecerdasan artifisial yang terpusat pada pengguna dan dirancang sedemikian rupa sehingga memungkinkan semua orang dapat menggunakan produk atau layanan kecerdasan artifisial.

B. BERNAPASKAN NILAI-NILAI PANCASILA

Pengembangan kecerdasan artifisial wajib berdasarkan Pancasila sebagai dasar negara. Prinsip negara hukum Pancasila adalah tatanan kehidupan masyarakat yang berperiketuhanan, berperikemanusiaan, berperikebangsaan, berperikerakyatan, dan berperikesejahteraan rakyat melalui cara pandang kekeluargaan yang khas, yakni mengutamakan rakyat banyak tetapi tetap menghargai harkat dan martabat setiap individu, dan bukan dalam cara pandang yang perseorangan.

**SISTEM KECERDASAN
ARTIFISIAL HENDAKNYA
MEMILIKI KEMAMPUAN
UNTUK SELALU
DAPAT DIAKSES ATAU
MEMILIKI SERVICE
LEVEL AGREEMENT
MINIMUM.**

Prinsip di atas memiliki arti bahwa dalam kehidupan bernegara, Pancasila harus dipandang sebagai satu kesatuan bernapaskan kekeluargaan demi mencapai tujuan yang dianut dalam Pembukaan Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945:

“...yang melindungi segenap bangsa Indonesia dan seluruh tumpah darah Indonesia dan untuk memajukan kesejahteraan umum, mencerdaskan kehidupan bangsa, dan ikut melaksanakan ketertiban dunia yang berdasarkan kemerdekaan, perdamaian abadi, dan keadilan sosial....”

C. ANDAL, AMAN, TERBUKA, DAN DAPAT DIPERTANGGUNGJAWABKAN

Kecerdasan artifisial yang ditujukan untuk menimbulkan kepercayaan publik dan dapat dipertanggungjawabkan wajib memenuhi unsur aman, yang artinya kecerdasan artifisial yang dikembangkan dapat diuji dan layak digunakan tanpa mengancam keselamatan dan perlindungan hak-hak asasi manusia. Terbuka berarti kecerdasan artifisial wajib dapat diketahui pengembangannya oleh pemerintah dan masyarakat untuk menjaminnya aman dipakai dan dapat dipercaya, atau dengan kata lain ada transparansi dari pengembang terkait dengan pengembangan kecerdasan artifisial tersebut sehingga sistemnya dapat dipertanggungjawabkan. Sistem kecerdasan artifisial hendaknya memiliki kemampuan untuk selalu dapat diakses atau memiliki *service level agreement* minimum.

D. SINERGI DI ANTARA PEMANGKU KEPENTINGAN

Sinergi antara pemerintah, akademisi, masyarakat, dan pelaku usaha di bidang kecerdasan artifisial amatlah diperlukan untuk memastikan kebijakan di tingkat pemerintah dapat secara relevan dilaksanakan di masyarakat dan dapat juga membantu pengembangan penelitian kecerdasan artifisial, serta menumbuhkan tingkat aktivitas usaha yang terkait dengan kecerdasan artifisial yang dapat dibantu oleh inovasi-inovasi teknologi dan bisnis pelaku usaha.

E. PENERAPAN ASAS-ASAS UU NO. 11/2019

Di samping nilai-nilai etika di atas, asas-asas yang terkandung dalam Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2019 harus dipakai sebagai landasan etika untuk kebijakan kecerdasan artifisial:

1. Keimanan dan ketakwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa;
2. Kemanusiaan;
3. Keadilan;
4. Kemaslahatan;
5. Keamanan dan keselamatan;
6. Kebenaran ilmiah;

7. Transparansi;
8. Aksesibilitas;
9. Penghormatan terhadap pengetahuan tradisional dan kearifan lokal;
10. Kedaulatan negara.

PANDANGAN TERHADAP PERATURAN PERUNDANG-UNDANGAN TENTANG KECERDASAN ARTIFISIAL DIKAITKAN DENGAN KEBIJAKAN KE DEPAN

Dalam pembukaan konstitusi, sudah dijelaskan bagaimana bangsa dan negara ini dibentuk dan kemudian diamanatkan untuk mencapai cita-cita Indonesia dan tujuan pembentukannya, yang kemudian kekuasaannya dijalankan pemerintah melalui sistem pemerintahan berdasarkan hukum (lihat Pasal 1 ayat 2 Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945).

Sesuai dengan karakteristik hukum nasional, Indonesia ternyata tidak hanya mengacu pada sumber hukum positif, baik nasional, regional, maupun internasional, tetapi juga pada hukum adat sebagai hukum tak tertulis dan yang hidup di tengah masyarakat. Selanjutnya, dalam konteks hukum positif, Indonesia, yang memiliki sistem hierarkis perundang-undangan berdasarkan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2011 tentang Pembentukan Peraturan Perundang-undangan, sudah mengatur bentuk-bentuk dan kedudukan setiap peraturan perundang-undangan sehingga kecerdasan artificial tidak terlepas dari norma hukum yang mengatur ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek).

Oleh karena itu, kebijakan kecerdasan artificial sebagai salah satu produk teknologi pada prinsipnya harus mengikuti regulasi dan kebijakan hukum iptek sebagai genus serta ditindaklanjuti oleh pengaturan sektoral sesuai dengan karakteristik sektor yang bersangkutan, sehingga dalam proses penerapan teknologi akan melibatkan beberapa kementerian atau lembaga terkait dengan fungsi dan kewenangan yang beririsan satu sama lain, antara lain:

1. Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional (Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN);
2. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT);
3. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud);
4. Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia (AIPI);
5. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI);
6. Dewan Teknologi Informasi dan Komunikasi Nasional (Dewan TIK Nasional);
7. Kementerian Perindustrian (Kemenperin);
8. Kementerian Perdagangan (Kemendag);
9. Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kemenkominfo);
10. Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN);
11. Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia (Kemenkumham).

KECERDASAN ARTIFISIAL TIDAK DAPAT DIKATAKAN SEBAGAI SUBJEK HUKUM YANG MEMILIKI HAK DAN KEWAJIBAN, KARENA KECERDASAN ARTIFISIAL ADALAH PRODUK TEKNOLOGI DARI MANUSIA.

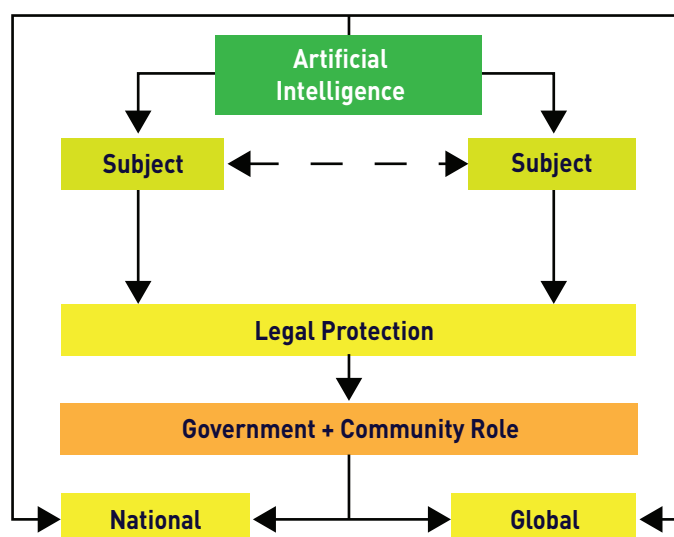
Dalam konteks hukum dari segi bentuk-bentuk pengaturannya, peraturan mengenai kecerdasan artifisial dibagi menjadi sebagai berikut.

1. Regulasi yang mengatur spesifik teknologi kecerdasan artifisial (contoh: pembuatan keputusan otomatis, pengenalan muka);
2. Regulasi yang mengatur spesifik penerapan teknologi atau penerapan teknologi di bidang usaha (contoh: finansial, kesehatan, manajemen sumber daya manusia);
3. Pertanggungjawaban hukum untuk akibat yang tidak disengaja terhadap penggunaan kecerdasan artifisial (contoh: pidana, perdata);
4. Kode etik yang memperhatikan usulan dari perhimpunan pelaku usaha dan kelompok-kelompok tertentu di bidang kecerdasan artifisial.

Dari beberapa kajian, dapat dilihat bahwa ruang lingkup yang dihadapi berkaitan dengan kecerdasan artifisial adalah sebagaimana dijelaskan di bawah ini.

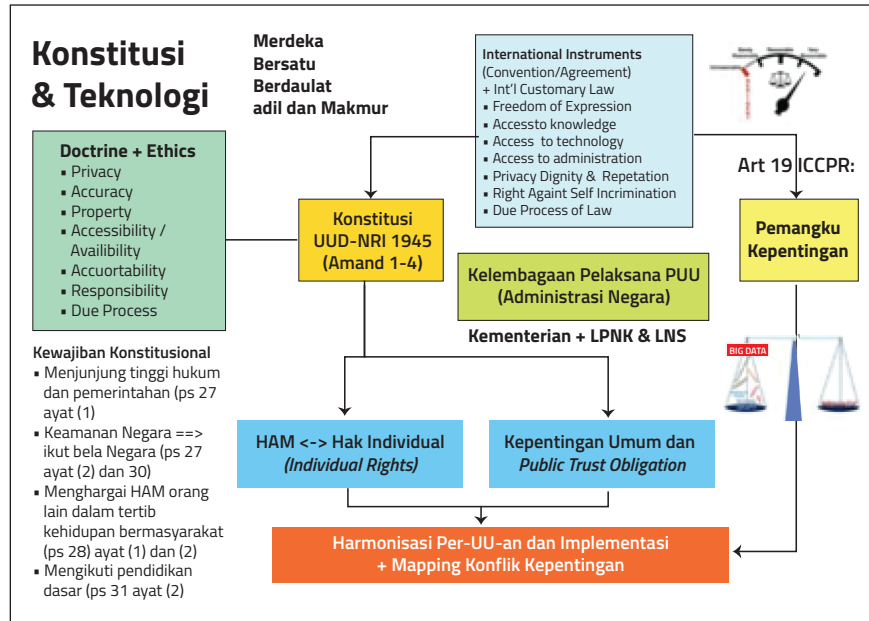
Kerangka kajian hukum teknologi yang terkait dengan kecerdasan artifisial dijelaskan dalam Gambar 3-1.

Dari alur dalam Gambar 3-1 terlihat bahwa kecerdasan artifisial tidak dapat dikatakan sebagai subjek hukum yang memiliki hak dan kewajiban, karena kecerdasan artifisial adalah produk teknologi dari manusia. Perlindungan hukum terhadap subjek hukum (manusia dan badan yang dibentuk manusia) ditentukan oleh seberapa aktif peran pemerintah dan komunitas dalam penerapan tersebut. Kebijakan di lingkup nasional ataupun internasional memiliki dampak langsung terhadap kecerdasan artifisial, baik dari segi peraturan dan kebijakan yang dibentuk pemerintah maupun instrumen konvensi internasional atau resolusi yang diadopsi di organisasi-organisasi internasional.



Gambar 3-1. Kerangka Kajian Hukum Teknologi Kecerdasan Artifisial

Dari segi konstitusi, konsep pengaturan hukum terhadap kecerdasan artifisial dijelaskan dalam bagan yang ditampilkan pada Gambar 3-2.



Gambar 3-2. Konsep Pengetahuan Hukum

3. 2. PROGRAM-PROGRAM INISIATIF

3. 2. 1.

PENERAPAN PERATURAN MENTERI KOMINFO NOMOR 4 TAHUN 2016

Hukum positif yang berlaku di Indonesia sudah memiliki beberapa aturan yang secara ruang lingkup telah cukup untuk mengatur keamanan informasi, tetapi sampai sekarang belum terimplementasi dengan baik, sehingga peta jalan jangka pendek pertama adalah memastikan peraturan ini dapat dijalankan secara optimal.

Sesuai dengan Peraturan Presiden Nomor 133 Tahun 2017 tentang Perubahan atas Peraturan Presiden Nomor 53 Tahun 2017 tentang Badan Siber dan Sandi Negara, Pasal 56, pelaksanaan seluruh tugas dan fungsi di bidang keamanan informasi, pengamanan pemanfaatan jaringan telekomunikasi berbasis protokol Internet, serta keamanan jaringan dan infrastruktur telekomunikasi pada Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kemenkominfo) sudah menjadi kewenangan Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN). Maka, pengaturan tentang sistem manajemen pengamanan informasi, yang sebelumnya dilaksanakan Kemenkominfo, selanjutnya akan dilaksanakan BSSN.

Dalam hal ini, Kemenkominfo dan BSSN menjadi pihak-pihak yang bertanggung jawab untuk memastikan transisi dan penegakan peraturan yang maksimal agar manajemen pengamanan informasi dapat terwujud secara maksimal.

3. 2. 2.

PERLINDUNGAN DATA PRIBADI DAN PERATURAN BPPT TENTANG AUDIT DAN KLIRING TEKNOLOGI

Pasal 59 dan Pasal 60 Keputusan Presiden Nomor 103 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, dan Tata Kerja Lembaga Pemerintahan Non-Departemen mengatur bahwa Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) dapat menjalankan fungsi pemantauan, pengkajian, dan kebijakan nasional di bidang teknologi.

Dengan demikian, dimungkinkan adanya rencana cepat untuk mengamankan sistem informasi yang sudah ada, yakni memaksimalkan peran BPPT sebagai lembaga yang dapat membuat kebijakan dan audit teknologi, sehingga dipandang mendesak perlunya peraturan mengenai audit teknologi, termasuk kecerdasan artifisial, sampai ada badan yang khusus ditugasi masalah ini.

3. 2. 3.

PENGESAHAN RANCANGAN UNDANG-UNDANG PERLINDUNGAN DATA PRIBADI

Data tidak dapat dipisahkan dari kecerdasan artifisial, sehingga pengesahan peraturan ini akan sangat berdampak pada pelaksanaan pengembangan kecerdasan artifisial sendiri yang mengedepankan unsur keamanan dan dapat dipertanggungjawabkan. Maka, manajemen data menjadi hal yang sangat perlu diperhatikan dan dapat secara signifikan diakomodasi landasan hukumnya melalui rancangan peraturan ini. Dalam hal ini, Kemenkominfo bertanggung jawab untuk memastikan pengesahan rancangan undang-undang ini agar dapat segera dibentuk.

3. 2. 4.

PENGESAHAN STRATEGI NASIONAL KECERDASAN ARTIFISIAL MENJADI PERATURAN PRESIDEN

Pengesahan ini akan menimbulkan pengikatan secara hukum untuk setiap *stakeholder* dalam mewujudkan setiap target yang dibentuk dari strategi nasional kecerdasan artifisial. Adapun peraturan ini dimasukkan ke rencana jangka menengah karena pembuatan peraturan sendiri dapat memakan waktu lebih dari satu tahun. Dalam hal ini, inisiasi dapat dilakukan Kementerian Riset dan Teknologi dalam pembuatan draf peraturan presiden sampai diundangkan.

3. 2. 5.

PEMBENTUKAN KOMISI ETIK

Komisi Etik yang diamanatkan Pasal 39 Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2019 berfungsi sebagai badan yang bertanggung jawab terhadap kecerdasan artifisial yang mengarahkan kebijakan nasional serta memastikan pengembangan kecerdasan artifisial sesuai dengan strategi nasional dan kepentingan nasional.

Komisi Etik berdasarkan Pasal 39 Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2019 tersebut bersifat tidak tetap (*ad hoc*), keanggotaannya lintas bidang ilmu, serta memiliki tugas pokok dan fungsi (tupoksi) sebagai berikut.

- i. Menelaah dan menetapkan kelayakan etik;
- ii. Mengevaluasi dan mengawasi pelaksanaan kode etik penelitian, pengembangan, pengkajian, dan penerapan sesuai dengan bidang ilmu;
- iii. Dapat melakukan pemeriksaan dan pemberian sanksi apabila terjadi pelanggaran kode etik penelitian, pengembangan, pengkajian, dan penerapan.

Dalam konteks ini, sesuai dengan amanah, inisiator pembentukan Komisi Etik dapat dipimpin Kementerian Riset dan Teknologi, dengan bantuan BPPT untuk pembuatan kode etik yang menjadi acuan dalam pelaksanaan pengawasan oleh Komisi Etik.

3. 2. 6.

PENGESAHAN RANCANGAN UNDANG-UNDANG KEAMANAN DAN KETAHANAN SIBER

Penggunaan ruang siber dan teknologinya yang terus berkembang memiliki banyak manfaat positif yang dapat dirasakan masyarakat dalam berbagai aspek kehidupan. Namun, jika penggunaan ini dilakukan tanpa kontrol yang baik, pihak yang tidak bertanggung jawab dapat memanfaatkannya untuk melakukan berbagai kegiatan yang dapat merugikan pihak lain. Negara Indonesia saat ini masih belum memiliki pengaturan yang memadai mengenai keamanan siber. Peraturan yang ada masih memiliki banyak keterbatasan dan kelemahan dalam melindungi infrastruktur siber dan keamanan siber bagi masyarakat. Maka, perlu ada pengaturan secara khusus yang mampu mencakup keseluruhan aspek tentang keamanan siber yang dituangkan dalam Undang-Undang Keamanan dan Ketahanan Siber.

Undang-Undang Keamanan dan Ketahanan Siber sangat diperlukan sebagai landasan hukum pengamanan siber di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia. Undang-undang ini akan mengatur keamanan kecerdasan artifisial itu sendiri dan mengondisikan lingkungan tempat kecerdasan artifisial yang aman. Dalam hal ini, Badan Siber dan Sandi Negara merupakan institusi pelaksana untuk mewujudkan pengesahan ini.

3. 2. 7.

PEMBENTUKAN ORGANISASI YANG MEMBANTU ORKESTRASI PERKEMBANGAN KECERDASAN ARTIFISIAL

Dalam rangka mendukung upaya *quad helix* untuk mengembangkan kecerdasan artifisial, perlu ada optimalisasi serta keseimbangan pengawasan dan dukungan perkembangan kecerdasan artifisial Indonesia. Maka, diperlukan adanya hubungan kolaboratif yang maksimal antara pemerintah, akademisi, pelaku usaha, dan masyarakat, yang diorkestrasi kementerian/ lembaga dan Komisi Etik (pengawasan dan pengambil kebijakan), serta organisasi di luar poros pemerintah yang memiliki fungsi suportif dan memberikan rekomendasi kepada pemerintah dalam kebijakan dan regulasi. Pembentukan organisasi dapat diamanatkan dalam peraturan presiden tentang strategi nasional kecerdasan artifisial. Pembentukan ini dapat dibantu unsur pemerintah (Kementerian Riset dan Teknologi dengan dibantu BPPT) dan unsur non-pemerintah (pelaku usaha dan akademisi perguruan tinggi).

3. 2. 8.

OPTIMALISASI FUNGSI PENGAWASAN DAN REGULASI DARI PEMERINTAH DAN STAKEHOLDER YANG LAIN

Perwujudan ekosistem kecerdasan artifisial akan maksimal jika ada kolaborasi antara pemerintah sebagai regulator atau pembuat peraturan perundang-undangan dan *stakeholder* yang lain, yakni akademisi, pelaku usaha, dan unsur-unsur terkait lainnya. Dalam hal ini, atas usul pembentukan Komisi Etik dan organisasi yang membantu orkestrasi pengembangan

ekosistem kecerdasan artifisial, perlu kolaborasi yang maksimal sehingga peraturan yang dibentuk pemerintah atau pengawasan oleh Komisi Etik sejalan dan relevan dengan perkembangan kecerdasan artifisial yang dibantu organisasi yang tidak berbentuk lembaga negara. Dalam hal ini, diperlukan peran serta Kementerian Riset dan Teknologi untuk mengoordinasi hubungan antara pemerintah dan organisasi non-lembaga pemerintah agar regulasi dan kebijakan yang dibentuk tidak lari dari kode etik dan relevan untuk diterapkan di dunia pengembangan kecerdasan artifisial yang tidak membatasi inovasi, tetapi memastikan tetap berada dalam koridor etika.

PENGEMBANGAN TALENTA KECERDASAN ARTIFISIAL INDONESIA

4. 1. ISU-ISU STRATEGIS

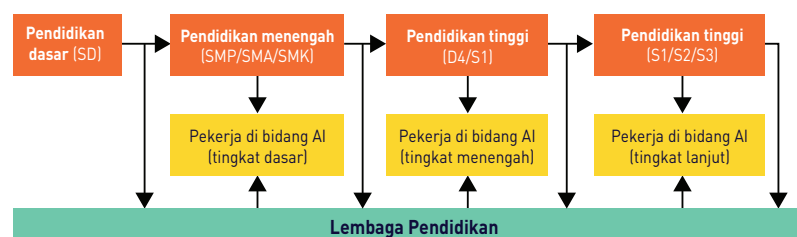
4. 1. 1.

PEMENUHAN KEBUTUHAN NASIONAL AKAN TALENTA DI BIDANG KECERDASAN ARTIFISIAL

Masuknya era Revolusi Industri 4.0 dengan karakteristik teknologi menggunakan kecerdasan artifisial telah mengubah banyak aspek kehidupan. Perkembangan itu menuntut penyesuaian yang mendasar bagi masyarakat saat ini.

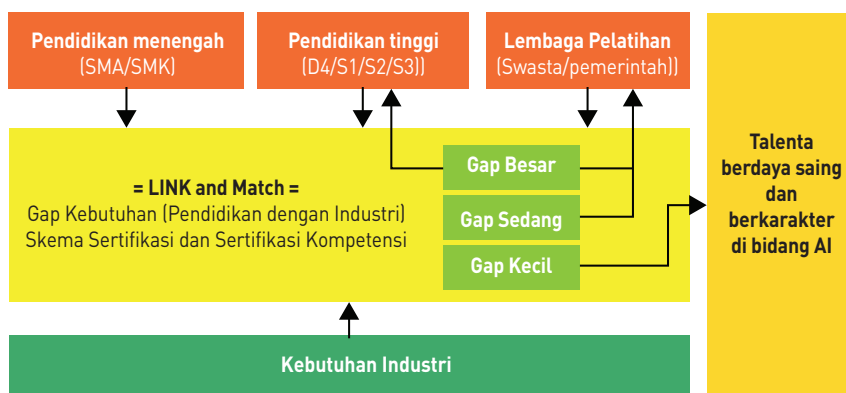
Seiring dengan tumbuhnya industri yang menggunakan kecerdasan artifisial sebagai pengungkit proses bisnisnya (industri pengguna kecerdasan artifisial), tumbuh juga industri yang membuat dan menyediakan produk berbasis kecerdasan artifisial (industri pengembang solusi berbasis kecerdasan artifisial) dan industri yang membuat teknologi baru berbasis kecerdasan artifisial (industri pengembang teknologi kecerdasan artifisial). Pertumbuhan ini berpengaruh pada kebutuhan talenta kecerdasan artifisial yang unggul untuk mendukung industri tersebut. Kebutuhan talenta kecerdasan artifisial ini tidak hanya berasal dari dalam negeri, tetapi juga dari luar negeri (diaspora).

Talenta kecerdasan artifisial bisa berasal dari lulusan pendidikan formal (dari pendidikan dasar sampai pendidikan tinggi) ataupun pendidikan nonformal (lembaga pelatihan). Pola penyebaran antara lulusan pendidikan dan yang akan bekerja di bidang kecerdasan artifisial sebagai pekerja tingkat dasar, tingkat menengah, dan tingkat lanjut dijelaskan dalam Gambar 4-1 di bawah ini.



Gambar 4-1. Pola Pendidikan Formal dan Nonformal untuk Bekerja pada Bidang KA.

Indonesia saat ini belum mampu mengimbangi tingginya kebutuhan akan talenta kecerdasan artifisial, baik dari sisi kualitas maupun kuantitas (kesenjangan *supply-demand*). Masih terdapat kesenjangan (*gap*) antara kebutuhan industri dan ketersediaan talentanya. Kesenjangan ini perlu dijawab melalui upaya *link and match* antara kebutuhan industri dan penyediaan talenta. Salah satu upaya tersebut adalah standarisasi kompetensi talenta melalui proses sertifikasi kompetensi (Gambar 4-2). Sertifikasi kompetensi ini perlu diperbarui secara berkala dengan uji kompetensi sesuai dengan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI), standar internasional, dan/atau standar khusus. Sertifikasi dilakukan oleh Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP) melalui Lembaga Sertifikasi Profesi yang telah diberi lisensi atau oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN) melalui Lembaga Sertifikasi Person.



Gambar 4-2. Link-and-Match Kebutuhan Industri dan Penyediaan Talenta KA.

Untuk mencapai batas kualitas tertentu, setiap talenta mengikuti pelatihan berdasarkan KKNi Level (9 level) yang telah dijabarkan dalam Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNi), yang berguna untuk menentukan tingkat mutu dan serapan industri. Deskripsi kualifikasi pada KKNi merefleksikan capaian pembelajaran (*learning outcomes*) yang diperoleh seseorang melalui jalur pendidikan, pelatihan, pengalaman kerja, dan pembelajaran mandiri. Capaian pembelajaran merupakan internalisasi dan akumulasi ilmu pengetahuan (*science*), pengetahuan (*knowledge*), pengetahuan praktis (*know-how*), keterampilan (*skill*), afeksi (*affection*), dan kompetensi (*competency*) yang dicapai melalui proses pendidikan yang terstruktur dan mencakup bidang ilmu/keahlian tertentu atau melalui pengalaman kerja.

Pemerintah melalui RPJMN 2020-2024 dengan prioritas nasional untuk meningkatkan sumber daya manusia produktif dan berdaya saing dengan arah kebijakannya, yakni meningkatkan produktivitas dan daya saing, telah menjadikan pengelolaan Manajemen Talenta Nasional (MTN) sebagai salah satu strategi terobosan. Meskipun demikian, perencanaan MTN ini masih berfokus pada talenta secara global. Untuk dapat mendorong *link and match* kebutuhan industri akan talenta kecerdasan artifisial, diperlukan MTN yang

secara khusus melakukan pengelolaan dan pengembangan talenta (*talent pool*) sesuai dengan kerangka pengembangan talenta di bidang kecerdasan artifisial.

Pemetaan talenta kecerdasan artifisial harus dilakukan dalam *talent pool* ini, dengan tujuan mendapatkan peta *supply* dan *demand* talenta kecerdasan artifisial untuk pekerja, peneliti, dan wirausaha dengan industri yang telah tersedia (*existing industry*) dan akan tumbuh.

4. 1. 2.

PEMBANGUNAN EKOSISTEM PEMBELAJARAN DAN EKOSISTEM INOVASI UNTUK PENGEMBANGAN TALENTA KECERDASAN ARTIFISIAL NASIONAL

Orientasi pengembangan talenta kecerdasan artifisial akan diarahkan pada pengembangan talenta untuk pekerja (untuk pengembangan produk), peneliti (penciptaan produk baru), dan wirausaha (penciptaan industri baru). Untuk mencapai kompetensi tertentu (standar kompetensi), pengembangan talenta kecerdasan artifisial membutuhkan ekosistem yang dapat mendukung proses pembelajaran dan inovasi. Pembentukan ekosistem tersebut membutuhkan kerja sama berbagai pihak, kolaborasi *quad helix* yang melibatkan akademisi, bisnis, pemerintah, dan komunitas (*academy, business, government, and community—ABGC*).

Persyaratan ekosistem tersebut adalah mampu (1) mendukung pendidikan untuk menghasilkan talenta pekerja, peneliti dan wirausaha, (2) mendukung tumbuhnya penelitian pasar, penelitian produk, dan penciptaan produk baru, serta (3) menyediakan sumber daya finansial, sarana, dan prasarana, termasuk perangkat, alat bantu, serta data yang dibutuhkan dalam meningkatkan kompetensi talenta di bidang kecerdasan artifisial. Ekosistem tersebut diharapkan mampu menghasilkan talenta kompeten, yang nantinya akan mendukung terjadinya siklus dalam ekosistem secara berkelanjutan.

Penciptaan ekosistem belajar dan ekosistem inovasi ini dimulai dengan proses membentuk entitas awal sebagai motor penggerak ekosistem. Menyiapkan proses manajemen dan keuangan menjadi faktor awal yang utama, sehingga entitas ekosistem diharapkan dapat dimulai dengan menyatukan pemerintah dan industri (BG).

Langkah awal dari entitas ini adalah (1) merencanakan sumber pendanaan, (2) merencanakan pimpinan manajemen yang mampu menggerakkan ekosistem, (3) merencanakan kompetensi talenta yang dibutuhkan, dan (4) merencanakan cara mendapatkan talentanya.

Aktivitas dasar yang penting seperti penelitian tentang pasar (*market research*), penelitian tentang produk (*product research*), dan penciptaan produk baru (*product creation*) menjadi prioritas agar mampu menopang keberlangsungan

entitas ini.

Terbentuknya entitas dengan aktivitas dasar ini akan mendorong terjadinya siklus bisnis yang selanjutnya akan menjadi pendorong terjadinya kerja sama dengan universitas, yakni berupa dukungan data, finansial (dana), dan sarana-prasarana bidang kecerdasan artifisial, yang akan membentuk ekosistem pembelajaran bagi talenta pekerja, peneliti, dan wirausaha. Kerja sama ini akan terus berlangsung sampai pada saatnya aktivitas dasar akan berpindah ke universitas dan entitas awal hanya akan berfokus pada pengelolaan (manajemen). Pengelolaan talenta wirausaha dalam kerja sama ini akan menjadi sumber penciptaan industri baru rintisan (*start-up/spin-off*) dalam bidang kecerdasan artifisial. Hal ini akan mengarah pada siklus berkelanjutan seperti terlihat dalam Gambar 4-3.



Gambar 4-3. Kolaborasi Quad Helix dalam Ekosistem Pembelajaran dan Ekosistem Inovasi KA.

4. 2. PROGRAM-PROGRAM INISIATIF

4. 2. 1.

PENGEMBANGAN SKEMA SERTIFIKASI KOMPETENSI KECERDASAN ARTIFISIAL

Pengembangan dan peningkatan kualitas talenta kecerdasan artifisial dapat dilakukan baik melalui pendidikan formal (lembaga pendidikan) maupun nonformal (lembaga pelatihan). Kualitas tersebut dijabarkan dalam standar kompetensi yang digunakan sebagai ukuran semua pihak (pendidikan dan industri) untuk membentuk peta okupasi bidang kecerdasan artifisial. Skema sertifikasi kompetensi talenta kecerdasan artifisial perlu juga disiapkan agar dapat mendorong pengembangan talenta kecerdasan artifisial yang berkualitas, siap pakai, berdaya saing, dan berkarakter.

Beberapa kegiatan untuk mendukung pengembangan skema sertifikasi kompetensi talenta di bidang kecerdasan artifisial adalah sebagai berikut.

1. Kajian kebutuhan talenta dari industri dan kebutuhan pasar kecerdasan artifisial

Analisis kebutuhan talenta kecerdasan artifisial diperlukan untuk memberikan gambaran yang lengkap tentang kondisi aktual kebutuhan industri dan peluang pasar yang membutuhkan talenta kecerdasan artifisial. Termasuk identifikasi pengguna teknologi serta produsen atau penyedia produk dan layanan berbasis teknologi kecerdasan artifisial di dalam negeri.

Hal ini dapat dilaksanakan Kementerian Perindustrian, dengan didukung Kementerian Ketenagakerjaan, organisasi profesi, asosiasi industri nasional terkait, serta lembaga pendidikan.

2. Kajian talenta pekerja di bidang kecerdasan artifisial

Analisis talenta pekerja di bidang kecerdasan artifisial diharapkan dapat memberikan gambaran kebutuhan serta penyediaan atau pasokan tenaga kerja di bidang kecerdasan artifisial, baik yang bertempat tinggal di dalam maupun di luar negeri (diaspora). Analisis talenta pekerja tersebut diperlukan dalam rangka memperkecil *gap* atau kesenjangan antara kebutuhan dan penyediaan talenta kecerdasan artifisial nasional. Hal ini dapat dilaksanakan Kementerian Ketenagakerjaan, dengan didukung Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, organisasi profesi, asosiasi, lembaga pendidikan, serta industri nasional terkait.

SKEMA SERTIFIKASI KOMPETENSI TALENTA KECERDASAN ARTIFISIAL PERLU JUGA DISIAPKAN AGAR DAPAT MENDORONG PENGEMBANGAN TALENTA KECERDASAN ARTIFISIAL YANG BERKUALITAS, SIAP PAKAI, BERDAYA SAING DAN BERKARAKTER.

3. Kajian talenta peneliti di bidang kecerdasan artifisial

Analisis talenta peneliti di bidang kecerdasan artifisial dapat memberikan gambaran kebutuhan serta penyediaan atau pasokan peneliti nasional yang berada di dalam dan luar negeri. Hal tersebut diperlukan mengingat teknologi ini terus berkembang sehingga dibutuhkan talenta yang mampu mengembangkan teknologi kecerdasan artifisial di Indonesia dengan semua fasilitas yang ada. Analisis talenta peneliti ini diperlukan pula baik oleh lembaga riset maupun perguruan tinggi nasional dalam mengembangkan kapasitasnya sebagai pusat-pusat unggulan dalam penelitian dan pengembangan kecerdasan artifisial.

Hal ini dapat dilaksanakan Kementerian Riset dan Teknologi, dengan didukung Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, organisasi profesi, asosiasi industri, lembaga pendidikan, serta berbagai lembaga litbang nasional seperti LIPI dan BPPT.

4. Kajian talenta wirausaha di bidang kecerdasan artifisial

Wirausaha sangat penting dalam mendorong perekonomian berbasis inovasi. Analisis talenta wirausaha di bidang kecerdasan artifisial bertujuan mengkaji faktor-faktor utama yang dapat mendorong pertumbuhan wirausaha nasional untuk menghasilkan perusahaan rintisan (*startup*) berbasis teknologi kecerdasan artifisial, termasuk kebutuhan pengembangan *entrepreneurship* untuk talenta di bidang kecerdasan artifisial.

Hal ini dapat dilaksanakan lembaga pemerintah seperti Kementerian Pariwisata dan Ekonomi Kreatif (Kemenparekraf), dengan didukung kementerian terkait seperti Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Kementerian Riset dan Teknologi, organisasi profesi, asosiasi industri, serta lembaga pendidikan.

5. Penyusunan peta okupasi bidang kecerdasan artifisial

Peta okupasi di bidang kecerdasan artifisial diperlukan untuk membuat klasifikasi talenta sehingga dapat dijabarkan melalui Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) dan digunakan sebagai acuan dalam pengembangan kompetensi talenta, baik sebagai pekerja, peneliti, maupun wirausaha, yang disesuaikan dengan kebutuhan industrinya.

Hal ini penting untuk dilakukan Kementerian Komunikasi dan Informatika beserta Badan Nasional Sertifikasi Profesi/Komite Akreditasi Nasional, dengan didukung Kementerian Koordinator Pembangunan Manusia dan Kebudayaan, Kementerian Ketenagakerjaan, organisasi, asosiasi, serta lembaga pelatihan.

6. Penyusunan standar kompetensi bidang kecerdasan artifisial

Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) bidang kecerdasan

artifisial yang diakui secara nasional sangat diperlukan terutama dalam pengembangan program atau kurikulum pendidikan dan pelatihan secara spesifik, membantu rekrutmen, penilaian unjuk kerja, sampai penyelenggaraan penilaian kompetensi dan sertifikasi kompetensi.

Hal ini dapat dilakukan Kementerian Komunikasi dan Informatika beserta Badan Nasional Sertifikasi Profesi/Komite Akreditasi Nasional, dengan didukung Kementerian Ketenagakerjaan, organisasi profesi, asosiasi, dan lembaga pelatihan.

4. 2. 2.

PENGEMBANGAN MANAJEMEN TALENTA KECERDASAN ARTIFISIAL NASIONAL

Talenta sebagai penggerak pembangunan merupakan aset nasional yang menjadi fokus utama pengembangan talenta kecerdasan artifisial nasional. Untuk itu, diperlukan manajemen talenta yang bertujuan menghasilkan talenta di bidang kecerdasan artifisial nasional yang unggul, berdaya saing, dan berkarakter mulia, dengan menggunakan pemetaan talenta yang akurat dan terkini.

Beberapa kegiatan untuk mendukung pengembangan talenta di bidang kecerdasan artifisial adalah sebagai berikut.

1. Pengembangan basis data dan analisis talenta kecerdasan artifisial terpadu (talent pool)

Pengembangan basis data terpadu dan terintegrasi talenta kecerdasan artifisial sebagai pekerja, peneliti, dan wirausaha di bidang kecerdasan artifisial akan memudahkan proses pengembangan talenta secara bertahap dan berkesinambungan. Analisis data yang tersedia akan mampu menyalurkan talenta yang kompeten pada industri tempat mereka berkarya.

Diharapkan, dengan basis data yang lengkap dan akurat, dapat dilakukan analisis yang tepat dan bisa menjadi acuan dalam perencanaan dan pengembangan talenta kecerdasan artifisial nasional.

Hal ini dapat dilakukan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dengan didukung Kementerian Riset dan Teknologi, Kementerian Ketenagakerjaan, organisasi profesi, asosiasi, lembaga pelatihan, dan lembaga pendidikan.

2. Penyusunan strategi implementasi Manajemen Talenta Nasional di bidang kecerdasan artifisial

Strategi Manajemen Talenta Nasional untuk bidang kecerdasan artifisial sangat diperlukan sebagai acuan dalam pengelolaan talenta sebagai aset nasional (*human capital*) di bidang kecerdasan artifisial. Penyusunan strategi Manajemen Talenta Nasional di bidang kecerdasan artifisial

harus dilakukan secara terpadu dan merupakan bagian integral dalam Grand Design Manajemen Talenta Nasional. Strategi Manajemen Talenta Nasional bidang kecerdasan artifisial ini mencakup anggaran (beasiswa) dan *road map* atau peta jalan pengembangan talenta kecerdasan artifisial yang terukur, dapat diimplementasikan, dan dipantau pencapaiannya.

Hal ini dapat dilakukan Kantor Staf Presiden beserta Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas), dengan didukung Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Kementerian Riset dan Teknologi, organisasi profesi, asosiasi industri, lembaga pelatihan, dan lembaga pendidikan.

3. Penguatan pendidikan karakter dasar dan *computational thinking* di pendidikan dasar dan menengah

Kemampuan *computational thinking* pada talenta yang diperlukan dalam penyelesaian permasalahan berbasis kecerdasan artifisial harus dibangun dan diajarkan sejak dini. Penguatan pendidikan karakter dasar sebagai daya dukung penyelesaian masalah (*problem solving*) juga harus dilakukan. Untuk itu, diperlukan penguatan kedua hal tersebut sejak pendidikan dasar dan menengah, untuk membangun fondasi yang kuat berdasarkan sistem manajemen talenta dalam pengembangan kompetensi selanjutnya dari talenta kecerdasan artifisial nasional.

Hal ini dapat dilakukan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dengan didukung pendidikan tinggi serta asosiasi profesi.

4. Pengembangan karakter kebangsaan dan nasionalisme dalam skema sertifikasi kecerdasan artifisial

Pengembangan talenta tidak hanya dari sisi pengetahuan dan keterampilan intelektual, tetapi perlu diimbangi dengan pengembangan karakter yang berwawasan kebangsaan serta nasionalisme untuk membangun talenta kecerdasan artifisial nasional yang dapat berkontribusi positif dalam pembangunan nasional.

Hal ini dapat dilakukan lembaga terkait seperti Badan Pembinaan Ideologi Pancasila (BPIP), dengan didukung Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, asosiasi profesi, lembaga pelatihan, dan lembaga pendidikan.

5. Meningkatkan jumlah talenta kecerdasan artifisial yang kompetensinya tersertifikasi

Pengembangan talenta kecerdasan artifisial nasional perlu ditingkatkan tidak hanya dari sisi kuantitas, tetapi juga dari sisi kualitas, melalui skema sertifikasi kompetensi kecerdasan artifisial yang diakui industri. Pengelolaan manajemen talenta mengarah pada meningkatnya jumlah talenta kecerdasan artifisial yang kompetensinya tersertifikasi, terutama yang berasal dari Lembaga Sertifikasi Profesi/Person (LSP).

Hal ini dapat dilakukan lembaga terkait seperti Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP), dengan didukung Komite Akreditasi Nasional (KAN), Kementerian Ketenagakerjaan, serta asosiasi industri dan/atau profesi.

4. 2. 3.

PENGEMBANGAN EKOSISTEM PEMBELAJARAN KECERDASAN ARTIFISIAL TERINTEGRASI

Inisiasi pengembangan ekosistem pembelajaran kecerdasan artifisial dilakukan dengan penyiapan komponen dalam bentuk sarana-prasarana pembelajaran berupa infrastruktur perangkat serta alat bantu pembelajaran yang dibangun secara kolektif dan terintegrasi oleh berbagai pihak. Adapun komponen sarana-prasarana pembelajaran kecerdasan artifisial adalah sebagai berikut.

1. Pengembangan sistem manajemen pengetahuan di bidang kecerdasan artifisial

Sistem manajemen pengetahuan di bidang kecerdasan artifisial bertujuan mendukung pembelajaran secara kolektif, melalui perekaman, pengolahan, dan bagi pakai pengetahuan di bidang kecerdasan artifisial. Sistem manajemen pengetahuan di bidang kecerdasan artifisial ini diharapkan dapat mendukung penguasaan teknologi kecerdasan artifisial nasional.

Hal ini dapat dilakukan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dengan didukung Kementerian Riset dan Teknologi, pendidikan tinggi, asosiasi, industri, lembaga pendidikan, dan lembaga pelatihan.

2. Pengembangan materi ajar bidang kecerdasan artifisial

Untuk mendorong pengembangan kompetensi talenta di bidang kecerdasan artifisial, diperlukan materi ajar, baik teori maupun praktikal, buat menjadi pekerja, peneliti, dan wirausaha yang disesuaikan dengan kebutuhan ataupun tingkatan talenta. Materi ajar harus dapat diakses dengan mudah oleh talenta dan senantiasa diperbarui sesuai dengan perkembangan teknologi.

Hal ini dapat dilakukan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dengan didukung pendidikan tinggi, asosiasi, industri, lembaga pendidikan, dan lembaga pelatihan.

3. Penyediaan data latih untuk pembelajaran kecerdasan artifisial

Data latih merupakan komponen penting dalam pembelajaran teknologi kecerdasan artifisial. Untuk itu, penyediaan data latih dari berbagai jenis media serta dari berbagai *use cases* yang relevan sangatlah penting buat mengasah keterampilan talenta kecerdasan artifisial.

Hal ini dapat dilakukan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dengan

didukung Kementerian Riset dan Teknologi, pendidikan tinggi, serta asosiasi dan industri.

4. Pembangunan infrastruktur pengembangan kecerdasan artifisial untuk pembelajaran

Infrastruktur pengembangan kecerdasan artifisial sangatlah penting dalam pembelajaran teknologi ini. Spesifikasi dan kebutuhan perangkat infrastruktur pengembangan kecerdasan artifisial yang bersifat khusus harus senantiasa disediakan untuk mendukung pembelajaran yang efektif.

Hal ini dapat dilakukan dengan dukungan Kementerian Komunikasi dan Informatika, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, pendidikan tinggi, asosiasi, industri, serta lembaga pendidikan dan pelatihan.

5. Penyediaan studi kasus terbimbing oleh industri untuk pembelajaran talenta wirausaha

Studi kasus merupakan komponen penting dalam mendorong efektivitas pembelajaran talenta serta pengembangan solusi berbasis kecerdasan artifisial, khususnya bagi pengembangan kewirausahaan. Maka, penyediaan studi kasus secara terbimbing oleh industri perlu dilakukan dengan dukungan asosiasi industri untuk penguatan ekosistem pembelajaran kecerdasan artifisial nasional.

Hal ini dapat dilakukan Kemenparekraf, dengan dukungan Kementerian Perindustrian, asosiasi, industri, serta lembaga pendidikan dan pelatihan.

4. 2. 4.

PENGEMBANGAN EKOSISTEM INOVASI

Ekosistem inovasi kecerdasan artifisial yang dapat mendorong pengembangan talenta kecerdasan artifisial harus dibangun secara gotong-royong melalui kolaborasi multipihak atau *quad helix* yang melibatkan komponen akademisi-bisnis-pemerintahan-komunitas. Untuk mendorong kolaborasi, diperlukan berbagai kebijakan pendukung antara lain sebagai berikut.

1. Penyusunan skema insentif talenta peneliti bidang kecerdasan artifisial

Skema insentif bagi peneliti dan pengajar di bidang kecerdasan artifisial, baik di pendidikan formal maupun nonformal, perlu dikaji dan didefinisikan secara khusus, mengingat karakteristik spesifik dari kompetensi talenta peneliti di bidang ini. Hal ini dapat dilakukan Kementerian Riset dan Teknologi, dengan dukungan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Kementerian Keuangan, pendidikan tinggi, serta asosiasi industri.

Penyusunan skema insentif kolaborasi kecerdasan artifisial untuk industri dan pendidikan tinggi

Skema insentif bagi industri untuk melakukan kolaborasi dengan

universitas di bidang kecerdasan artifisial perlu dikaji dan didefinisikan buat mendorong efektivitas kolaborasi yang menguntungkan semua pihak. Hal ini dapat dilakukan Kementerian Perindustrian, dengan didukung pendidikan tinggi, asosiasi, industri, serta lembaga pendidikan dan pelatihan.

2. Pembentukan konsorsium kolaborasi *quad helix* (ABGC) untuk bidang pengembangan talenta kecerdasan artifisial

Kolaborasi *quad helix* perlu didukung melalui pembentukan konsorsium yang dapat menguatkan siklus inovasi serta meningkatkan kompetensi talenta pekerja, peneliti, dan wirausaha di bidang kecerdasan artifisial.

Hal ini dapat dilakukan dengan dukungan Kementerian Koordinator Perekonomian, asosiasi, industri, lembaga pendidikan, dan lembaga pelatihan.

5. 1. ISU-ISU STRATEGIS

DALAM rangka mencapai misi nasional kecerdasan artifisial di bidang data dan infrastruktur, berbagai isu di bidang data dan infrastruktur telah diidentifikasi sebagai berikut.

5. 1. 1.

PERBEDAAN FORMAT DATA DAN PERSEBARAN DATA YANG BELUM TERPADU

Proses digitalisasi di lingkungan pemerintahan Indonesia sudah berlangsung sejak 2003, yang diawali dengan adanya Instruksi Presiden Nomor 3 Tahun 2003 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan e-Government, yang selanjutnya mendorong implementasi Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE)/e-Government. Sejak saat itu, setiap instansi pemerintah, baik pusat maupun daerah, berlomba-lomba memindahkan proses manual menggunakan kertas dan tinta menjadi proses digital yang menghasilkan data elektronik. Namun, proses digitalisasi ini tidak dilakukan secara terstruktur dan terpadu. Setiap instansi mengumpulkan dan merekam data yang dibutuhkan secara mandiri. Hal ini berakibat pada duplikasi data dalam format yang berbeda dan duplikasi infrastruktur. Sebagai contoh, duplikasi data terjadi pada data keluarga miskin dan data produksi pertanian, yang berbeda antar-instansi pemerintah. Di sisi lain, duplikasi infrastruktur terjadi dengan adanya lebih dari 2.700 pusat data yang tersebar di semua instansi pemerintah yang memuat data pemerintah dan layanan publik.

Hal serupa dilakukan industri nasional, terutama industri jasa seperti perbankan, logistik, pemasaran, telekomunikasi, dan kesehatan. Setiap perusahaan menjalankan proses *know your customer* dengan merekam berbagai informasi yang terkait dengan karakteristik dan perilaku pelanggan melalui metode pengambilan data yang berbeda-beda. Hal ini berakibat pada keberagaman hasil yang diperoleh sehingga memiliki tingkat kepercayaan yang berbeda-beda.

Karena data ini dikumpulkan instansi masing-masing, kepemilikan, kustodi, serta kualitas data juga perlu ditetapkan dan distandarkan. Upaya tersebut

**PROSES DIGITALISASI
DI PEMERINTAHAN
INDONESIA SUDAH
BERLANGSUNG SEJAK
2003 DENGAN ADANYA
INPRES 3 TAHUN 2003**

telah diinisiasi melalui Peraturan Presiden Nomor 39 Tahun 2019 tentang Satu Data Indonesia.

5. 1. 2.

DATA UNTUK KEPERLUAN NEGARA BELUM TERSEDIA

Menurut data yang dilansir dari survei penetrasi Internet di Indonesia yang dilakukan Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) pada 2018, terdapat lebih dari 171 juta jiwa pengguna Internet dan media sosial. Hasil survei yang dilakukan dengan *margin of error* sebesar 1,28 persen menyebutkan, penetrasi pengguna Internet di Indonesia meningkat menjadi 171,17 juta jiwa atau setara dengan 64,8 persen dari total populasi republik ini. Akan tetapi, data yang diproduksi sedemikian banyak ternyata tidak tersedia untuk kepentingan strategis negara. Ketidakterdediaan tersebut ditengarai disebabkan oleh kesulitan dalam mengumpulkan data dari berbagai sumber dengan format yang berbeda. Selain itu, hal ini dapat disebabkan oleh tumpang-tindihnya peraturan perundangan, yang mengakibatkan kesulitan dalam hal administrasi pengumpulan data untuk kepentingan strategis negara. Lebih lanjut lagi, ketika berbicara tentang data, kepemilikan data merupakan hal yang penting. Kesulitan pengumpulan data itu antara lain terjadi karena data tersebut dikuasai pihak/negara lain yang tidak bersedia memberikan akses. Hal ini terlihat dengan jelas pada saat penanganan pandemi Covid-19, ketika perolehan data menjadi penghambat dalam melakukan inisiatif kegiatan bagi negara.

5. 1. 3.

SAMPEL DATA LOKAL UNTUK KEPERLUAN RISET DAN PENGEMBANGAN KECERDASAN ARTIFISIAL SANGAT KURANG

Sampel data dan data latih merupakan hal yang sangat penting dalam pengembangan kecerdasan artifisial. Dengan data latih ini, algoritma kecerdasan artifisial (*model*) dilatih untuk melakukan klasifikasi, prediksi, dan fitur lain dari kecerdasan artifisial. Data latih adalah sampel data yang telah dianotasi/diberi label sesuai dengan kebutuhan pelatihan (*training*) data. Misalnya, data suara dalam pembicaraan telah dianotasi pada setiap kata yang disuarakan. Secara umum, dibutuhkan seribu contoh data teranotasi untuk menghasilkan satu klasifikasi. Dengan kata lain, untuk setiap kata dalam contoh di atas diperlukan seribu suara yang berbeda dari sisi aksentuasi, pelafalan, dan sebagainya. Pengklasifikasian ini bersifat sangat lokal, dalam arti sangat bergantung pada budaya di tempat kecerdasan artifisial akan digunakan. Demikian juga dengan *use case* lain seperti *fraud* penggunaan kartu kredit, *rating* dalam pemberian kredit, atau komposisi foto *X-ray* suatu penyakit. Kurangnya data latih akan menyebabkan algoritma kecerdasan artifisial menjadi tidak akurat (*bias, overfit*). Pembuatan data latih ini menjadi sangat mahal karena banyaknya proses yang masih bersifat manual sehingga membutuhkan banyak tenaga manusia.

5. 1. 4.

PENGUATAN KONSEP “SISTEM PENGHUBUNG” ANTARA PRODUSEN DAN KONSUMEN DATA

Konsep sistem penghubung data diperkenalkan dalam Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 95 Tahun 2018 tentang Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE), sebagai salah satu komponen dari infrastruktur SPBE.

Dari aspek tinjauan hukum, telah tersedia beberapa perpres yang dapat membantu pelaksanaan strategi nasional kecerdasan artifisial dari bidang data dan infrastruktur, di antaranya Perpres Nomor 95 Tahun 2018 itu, yang menyebutkan adanya Sistem Penghubung Layanan Pemerintah (*Data Hub*) dengan penunjukan Kementerian Komunikasi dan Informatika sebagai penanggung jawab. Selain itu, terdapat Perpres Nomor 39 Tahun 2019 tentang Satu Data Indonesia, yang menyebutkan adanya pembina data yang diberi kewenangan melakukan pembinaan tentang data. Hal ini tentu akan dapat membantu penguatan data dari segi kualitas, khususnya di lingkungan pemerintah.

Landasan hukum lain adalah Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2012 tentang Penyelenggaraan Sistem dan Transaksi Elektronik (PSTE), yang mengharuskan semua instansi/perusahaan mendaftarkan sistem elektronik yang digunakan untuk pelayanan/partisipasi publik. Disebutkan pula, penyelenggara sistem elektronik untuk pelayanan publik, antara lain, wajib menempatkan pusat data dan pusat pemulihan bencana di wilayah Indonesia, wajib memperoleh sertifikasi kelaikan sistem elektronik dari menteri, serta wajib terdaftar pada kementerian yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang komunikasi dan informatika.

Namun, dalam pelaksanaannya, beberapa peraturan ini harus diperkuat, khususnya dalam hal implementasi. Lebih lanjut lagi, perlu ada kejelasan regulasi tentang *sharing* data antar-institusi.

5. 1. 5.

KAPASITAS KOMPUTASI BELUM TERINTEGRASI

Dalam hal infrastruktur, berdasarkan hasil survei kementerian Komunikasi dan Informatika pada 2018, terdapat lebih dari 700 pusat data di 630 instansi pusat dan pemerintah daerah. Dengan kata lain, rata-rata terdapat empat pusat data di setiap instansi pemerintah. Ruang server milik pemerintah pusat/daerah dan universitas juga dilengkapi dengan *graphics processing unit* (GPU) khusus untuk kecerdasan artifisial. Sampai dengan tahun 2020, kapasitas komputasi yang dimiliki beberapa perguruan tinggi terlihat dalam Tabel 5-1.

Pemanfaatan yang baik dari *existing assets* ini diharapkan akan membantu proses komputasi dalam pengembangan kecerdasan artifisial.

Tabel 5-1. Kapasitas Komputasi yang Dimiliki oleh beberapa perguruan tinggi

Instansi	Jumlah core (non GPU) Computation nodes	RAM (Gb)	Jumlah core GPU		VRAM (Gb)	Storage (Tb)
			CUDA	Tensor		
BPPT / BJK	480	4,964	0	0	0	287
BPPT / PTIK	400	3,328	3584 x 2	640 x 12	342	111
LIPI (PUI HPC)	2,648	13,500	3584 x 10	0		3,180
BIG						
UI	240	1184	91392	7296	388	35
ITB	2,712	-	-	-	-	720
UGM	220	868	61,440	7.680		13
ITS	596	1826				14.124
Malang	100	1,690				30

5. 1. 6.

PEMBANGUNAN CLOUD PUBLIK MULTINASIONAL DENGAN LAYANAN KECERDASAN ARTIFISIAL

Saat ini beberapa *cloud* publik multinasional telah memulai pembangunan fasilitas infrastrukturnya di Indonesia. Dapat diperkirakan bahwa layanan-layanan yang tersedia secara internasional saat ini disebarkan dalam infrastruktur yang mereka bangun, dari layanan dasar seperti penyimpanan data (*storage*), komputasi, hingga layanan yang lebih maju seperti *machine learning* dan kecerdasan artifisial.

Keberadaan *cloud* publik ini seperti pisau bermata dua. Di satu sisi, keberadaan dan ketersediaan layanan kecerdasan artifisial yang telah *proven/mature* dan mudah penggunaannya akan membantu adopsi teknologi kecerdasan artifisial oleh industri ataupun lembaga masyarakat. Namun, di sisi lain, data milik Indonesia juga akan mengalir ke *cloud* publik ini. Maka pemerintah harus mengatur *cloud* publik ini dalam suatu regulasi sehingga dapat digunakan dengan aman.

5. 2. PROGRAM-PROGRAM INISIATIF

Program-program inisiatif di bidang infrastruktur dan data kecerdasan artifisial akan mengubah kondisi awal menjadi kondisi yang lebih baik bagi ekosistem infrastruktur dan data. Adapun persyaratan (*prerequisite*) untuk infrastruktur dan data adalah sebagai berikut.

1. Keamanan

Keamanan siber terhadap data yang digunakan dalam kecerdasan artifisial merupakan hal yang sangat penting. Ini karena data yang digunakan bukanlah data agregat, melainkan data mikro, walaupun sudah dianonimisasi. Keamanan siber mencakup keamanan infrastruktur dan keamanan aplikasi. Kedua hal ini harus selalu diperhatikan dalam berbagai program inisiatif di bawah.

2. Privasi

Perlindungan data pribadi yang tercantum dalam Peraturan Menkominfo Nomor 20 Tahun 2018 adalah prakondisi dari penyimpanan, pengolahan, dan analisis atas data yang digunakan pada pelatihan kecerdasan artifisial. Sebelum data yang mengandung data pribadi disimpan, harus diambil langkah perlindungan data pribadi, yaitu dengan penggunaan data *anonymous* atau data sintesis. Tujuan metode ini memungkinkan penggunaan data untuk keperluan riset dan pengembangan tanpa mengidentifikasi pemilik data pribadi.

3. Pemerataan akses Internet

Salah satu prakondisi dalam implementasi infrastruktur yang diperlukan dalam penerapan kecerdasan artifisial di Indonesia adalah tersedianya akses Internet yang merata bagi seluruh masyarakat, tidak hanya di perkotaan, tetapi juga di pelosok perdesaan. Pendidikan dan kesehatan adalah sektor kebutuhan yang harus dapat dimanfaatkan seluruh masyarakat. Untuk mengoptimalkan penerapan kecerdasan artifisial pada sektor kesehatan, tentu saja seluruh layanan kesehatan dan masyarakat harus memiliki akses ke Internet. Begitu juga sektor pertanian, yang pada umumnya dipraktikkan di pelosok perdesaan, memerlukan akses Internet agar penerapan *Internet of Things* pada sektor pertanian dapat dilakukan.

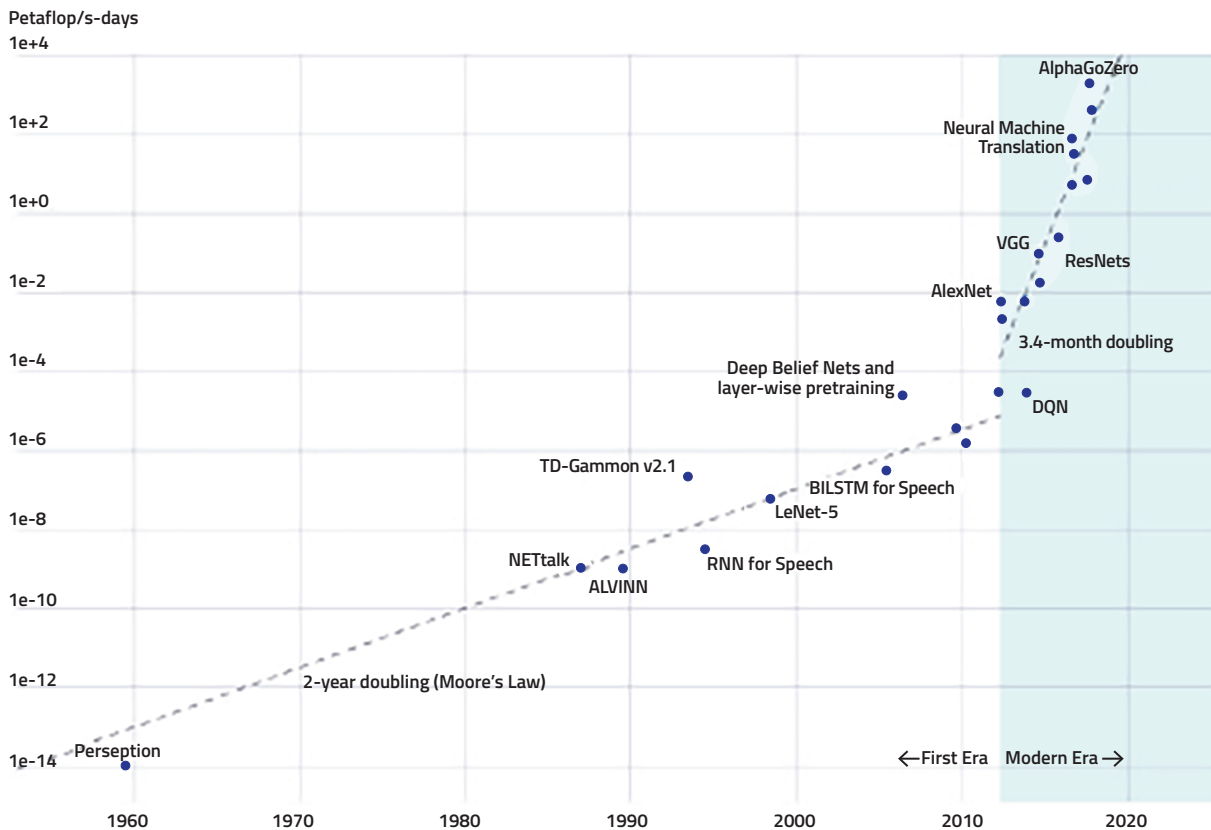
Pemerintah melalui Kementerian Komunikasi dan Informatika memiliki program untuk pemerataan akses Internet ini, yaitu proyek Palapa

Ring. Dalam proyek ini, dibangun jaringan serat optik yang akan menghubungkan 34 provinsi dan 514 kota/kabupaten di seluruh Indonesia dengan total panjang kabel laut mencapai 35.280 kilometer dan kabel darat mencapai 21.807 kilometer. Jaringan Palapa Ring juga akan menghubungkan sekitar 214 ribu sektor, baik sekolah, layanan kesehatan, rumah sakit, maupun sektor masyarakat lainnya. Dengan adanya jaringan Palapa Ring, akses Internet lebih merata karena perbedaan harga menjadi lebih kecil antara Pulau Jawa dan pulau-pulau lainnya. Infrastruktur telekomunikasi merupakan *sine quo non* dalam pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan pertumbuhan, termasuk pemanfaatan teknologi kecerdasan artifisial. Program Palapa Ring ditargetkan selesai pada 2020.

Namun, harus diakui, terdapat wilayah-wilayah terdepan, terluar, dan tertinggal (3T), yang sulit dijangkau menggunakan kabel serat optik. Untuk itu, Badan Aksesibilitas Telekomunikasi dan Informasi (BAKTI), sebagai badan yang bertanggung jawab dalam pembangunan infrastruktur telekomunikasi, menggunakan satelit multifungsi buat menjangkau wilayah 3T tersebut. BAKTI sendiri berencana bahwa pemerintah akan memiliki satelit sendiri pada akhir 2020. Namun, sambil menunggu operasionalisasi satelit tersebut, pemerintah akan menyewa satelit milik swasta.

Gambar 5-1. Dua Era Penggunaan Komputasi dalam Sistem Pembelajaran KA

Two Distinct Eras of Compute Usage in Training AI Systems



4. Kemampuan komputasi

Untuk menjalankan kecerdasan artifisial, diperlukan kemampuan komputasi yang tinggi, terutama buat melakukan pelatihan (*training*). Dengan kemajuan algoritma kecerdasan buatan, diperlukan kemampuan komputasi yang berlipat dua kali setiap tiga-empat bulan, sebagaimana terlihat dalam grafik di bawah ini, yang diambil dari www.openai.com. Kapasitas komputasi ini belum tentu dapat disediakan para *startup* kecerdasan artifisial. Berbagai opsi dapat dipilih, yakni menggunakan *cloud* publik multinasional yang sudah tersedia atau menggunakan suatu *shared-computation power* dari berbagai institusi, perguruan tinggi, ataupun pemilik infrastruktur personal yang mempunyai GPU untuk berkontribusi dalam *shared-computation power*.

Program-program inisiatif selanjutnya dikelompokkan berdasarkan tujuan misi bidang data dan infrastruktur yang telah ditetapkan di Bab 2.

TERWUJUDNYA KEMAMPUAN NEGARA UNTUK MENGAKSES SELURUH DATA YANG DIBUTUHKAN UNTUK KEPENTINGAN STRATEGISNYA.

1. Penentuan Lembaga Pengawas dan Pengatur Sektor (LPPS) sesuai dengan PP No. 71/2019

Salah satu tugas LPPS adalah menentukan kebutuhan data strategis negara, yang dirahasiakan secara spesifik/jelas, agar perusahaan digital memberikan datanya kepada negara. Data merupakan kebutuhan negara dalam mengambil keputusan. Selain itu, data menjadi bahan baku bagi industri untuk bersaing. Oleh karena itu, data merupakan aset bagi industri yang perlu dijaga kerahasiaannya. Keseimbangan di antara kedua kebutuhan inilah yang harus dipertimbangkan dan diputuskan LPPS. Pengadaan data tersebut untuk kepentingan negara dilakukan dengan skema *business-to-government* dengan berbagai model lisensi yang perlu disepakati. Penentuan LPPS ini dilaksanakan Kemenkominfo.

2. Melakukan kajian tentang kedaulatan jaringan (*network*) berbasis IP

Untuk dapat berkomunikasi, setiap komputer mempunyai alamat yang disebut dengan *IP number* (*Internet protocol number*), yang saat ini dikelola *Internet Corporation for Assigned Names and Numbers* (ICANN) yang berkedudukan di Amerika Serikat. ICANN mengelola asosiasi nomor IP dan nama domain komputer melalui DNS. Jika nomor IP ini diboikot, komunikasi antarkomputer di Indonesia akan terganggu. Ini karena antarkomputer tidak lagi saling mengenal alamatnya. Saat ini, hanya Cina dan Korea Utara yang memiliki jaringan komputer dalam negeri mandiri sehingga tidak bergantung pada ICANN. Oleh karena itu, sangat penting menjaga kedaulatan jaringan komputer dalam negeri dengan melakukan kajian tentang kedaulatan jaringan yang dapat menjadi terobosan sebagai

salah satu upaya independen terhadap ICANN. Pelaksana kegiatan ini adalah Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN-BPPT.

TERSEDINYA INFRASTRUKTUR BERBAGI PAKAI DAN PLATFORM BERBAGI PAKAI YANG MENJADI SARANA BAGI PERUSAHAAN DIGITAL UNTUK MENEMPATKAN METADATA, CONTOH DATA, LAYANAN KOMPUTASI, DAN LAYANAN PEMBELAJARAN YANG BISA DIGUNAKAN PENGEMBANG KECERDASAN ARTIFISIAL.

3. Pembentukan presidium/council pemilik-pemilik pusat data

Council ini merupakan wahana untuk menyepakati dan melaksanakan tata kelola-infrastruktur berbagi pakai, termasuk mengembangkan skema berbagi infrastruktur komputasi yang meliputi kekuatan dan ketahanan sistem kecerdasan artifisial. Untuk menjalankan infrastruktur berbagi pakai secara berkesinambungan dan dalam jangka panjang, diperlukan transparansi dan keadilan dalam pengelolaannya. Diperlukan aturan-aturan tertentu yang disepakati dalam banyak aspek serta sistem pemantauan dan pengendalian agar peraturan tersebut dipatuhi. Untuk itu, dibutuhkan suatu organisasi independen atau forum yang memungkinkan terwadahnya interaksi di antara berbagai kontributor infrastruktur berbagi pakai tersebut. Pelaksana kegiatan ini adalah Kemenkominfo dan BAKTI, Kementerian Riset dan Teknologi, serta KADIN.

4. Pemetaan dan standarisasi skema interkoneksi antara infrastruktur komunikasi privat, publik, dan strategis M2M/IoT

Komunikasi antarmesin (*machine-to-machine/M2M*) merupakan keniscayaan dengan adanya jaringan komputer yang makin baik. Melalui M2M ini, komunikasi data akan dapat berlangsung secara otomatis dengan intervensi manusia yang minimal. Akan tetapi, pintu komunikasi di setiap komputer dapat dibuat sesuai dengan keinginan pemiliknya, sehingga bisa sangat beragam antarkomputer yang saling terhubung. Oleh karena itu, diperlukan pemetaan skema interkoneksi yang digunakan saat ini oleh berbagai infrastruktur strategis milik pemerintah dan industri. Dalam jangka panjang, skema interkoneksi ini perlu distandardisasi sehingga dapat mempermudah pengelolaan komunikasi data di antara berbagai infrastruktur yang ada. Pelaksana kegiatan ini Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN.

5. Kajian konsep “Rendertoken” atau aplikasi infrastruktur berbagi pakai

Berbagai teknologi dan aplikasi telah tersedia di pasar, yang memungkinkan pemilik *graphics processing unit* (GPU) dengan kapasitas besar ataupun kecil mengontribusikan *idle GPU*-nya untuk digunakan orang lain. Seiring dengan makin meratanya jaringan yang menghubungkan berbagai komputer, pemakaian kapasitas komputasi yang sedang kosong oleh pengguna yang membutuhkannya tidak hanya bisa dilakukan pusat komputasi yang besar, tetapi bisa juga ditawarkan pemilik komputer

di rumah yang tersambung dalam jaringan. Berbagai teknologi seperti “Render token” yang mampu mengelola GPU milik perseorangan menjadi bagian dari infrastruktur berbagi pakai yang bisa digunakan. Ini akan membuka makin besar infrastruktur berbagi pakai yang tersedia bagi pengembangan kecerdasan artifisial di Indonesia. Penanggung jawab kegiatan ini adalah Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN.

6. Pembuatan standar integrasi infrastruktur untuk *cloud computing infrastructure*

Teknologi *cloud computing* adalah teknologi yang memungkinkan berbagai komputer dikelola sebagai satu kesatuan secara otomatis dan sesuai dengan permintaan pengguna. Bila kapasitas komputasi komputer-komputer yang tersambung mencukupi, pengguna bisa meminta penambahan kapasitas komputasi melebihi kapasitas komputasi dari satu komputer fisik yang menjadi komponen dari *cloud*. Jika kapasitas komputasi sudah mencapai maksimum yang diperbolehkan, *cloud computing* tersebut membutuhkan komputer fisik tambahan. Jika terdapat suatu standar dalam pembangunan infrastruktur *cloud computing*, komputer fisik dapat dengan mudah ditambahkan (*scalable*), bahkan dapat diambil dari infrastruktur lain yang mempunyai banyak kapasitas kosong. Penanggung jawab kegiatan ini adalah Kemenkominfo.

7. Pengembangan laboratorium *computing* di universitas

Saat ini telah banyak program pendidikan teknologi komputer dan sistem komputer di Indonesia yang dapat memfasilitasi potensi pelaku pengembangan kecerdasan artifisial. Untuk melakukan pengembangan kecerdasan artifisial tersebut, selain diperlukan data latih, dibutuhkan kapasitas komputasi yang cukup tinggi. Hal ini sukar disediakan secara pribadi oleh mahasiswa. Oleh karena itu, perlu disediakan laboratorium *computing* yang dilengkapi komputer dengan GPU agar mahasiswa dapat mengembangkan serta mencoba berbagai algoritma dan teknik kecerdasan artifisial. Beberapa kampus telah dilengkapi mesin komputasi ini melalui kerja sama dengan industri-industri yang nantinya membutuhkan talenta dengan kompetensi kecerdasan artifisial. Melengkapi berbagai universitas dengan laboratorium seperti yang dimaksud merupakan wewenang Kemendikbud.

8. Pembangunan national AI supercomputer center

Dengan penetrasi Internet sebanyak 150 juta pengguna media sosial dan jumlah pengguna telepon seluler sebanyak 150 juta, data digital yang dihasilkan sangat besar. Data dalam jumlah besar ini akan membuat algoritma kecerdasan artifisial makin akurat. Namun, di sisi lain, banyaknya data ini akan membutuhkan kemampuan komputasi yang sangat besar. Sebagaimana disampaikan bahwa kapasitas komputasi berlipat seiring dengan kemajuan algoritma dan banyaknya data yang digunakan, maka Indonesia sudah selangkahnya juga mempunyai Indonesian National Artificial

Intelligence Supercomputer Center (INAISCC), yang akan memberikan layanan komputasi bagi pusat-pusat penelitian, perusahaan-perusahaan, dan instansi pemerintah yang membutuhkan layanan komputasi besar. Pembangunan INAISCC bisa dilakukan secara bertahap, disesuaikan dengan kebutuhan, dan harus memperhitungkan kondisi Indonesia sebagai negara kepulauan.

9. Sarana pembelajaran mesin secara daring (*online*) dan luring (*offline*)

Untuk mendukung aspek data dan infrastruktur dalam pengembangan kecerdasan artifisial di Indonesia, dibutuhkan berbagai kompetensi multidisiplin sebagaimana terlihat dalam tabel di bawah ini. Kompetensi tersebut dapat diperoleh baik melalui jalur pendidikan formal maupun nonformal seperti pelatihan dan autodidak. Oleh karena itu, juga sangat penting adanya sertifikasi kompetensi yang terstandarkan dan diakui secara nasional sebagai tanda kompetensi yang dimiliki seseorang. Pelaksana program inisiatif ini adalah Kemendikbud.

10. Pengembangan pedoman dan kode etik penggunaan *cloud* publik dan infrastruktur kecerdasan artifisial nasional

Pemanfaatan *cloud* publik juga membawa risiko yang berkaitan dengan keamanan data, mengingat data akan disimpan di pusat data yang berada di luar. Oleh karena itu, diperlukan suatu panduan pemakaian *cloud* publik, agar pengguna bisa terhindar dari kondisi yang berpotensi tidak menguntungkan, tetapi tetap dapat memanfaatkan keunggulan-keunggulan yang ditawarkannya. Pelaksana pembuatan pedoman dan kode etik ini sebaiknya Kemenkominfo, Kemenko Polhukam, dan Kemenko Perekonomian.

TERWUJUDNYA KETERBUKAAN UNTUK PERTUKARAN DATA DIGITAL SETIAP PENYELENGGARA SISTEM ELEKTRONIK PELAYANAN PUBLIK, DENGAN MEMPERHATIKAN KEAMANAN DATA DAN KERAHASIAAN DATA PRIBADI.

11. Penguatan dan implementasi PP No. 71/2019 tentang Penyelenggaraan Sistem dan Transaksi Elektronik (PSTE)

Menurut peraturan pemerintah tersebut, setiap penyelenggara sistem elektronik harus mendaftarkan sistem elektroniknya ke Kementerian Komunikasi dan Informatika. Peraturan turunan tentang kewajiban dan persyaratan dalam pendaftaran sistem elektronik telah dibuat, yakni Peraturan Menteri Kominfo Nomor 36 Tahun 2014 tentang Tata Cara Pendaftaran Penyelenggara Sistem Elektronik, PM Kominfo Nomor 10 Tahun 2015 tentang Tata Cara Pendaftaran Sistem Elektronik Instansi Penyelenggara Negara, serta PM Kominfo Nomor 7 Tahun 2019 tentang Pelayanan Perizinan Berusaha secara Terintegrasi Bidang Informasi dan Komunikasi. Sesuai dengan peraturan di atas, pendaftaran sistem elektronik dilakukan secara daring melalui *Online Single Submission* (OSS)

Tabel 5-2. Peran Pekerjaan dan Kompetensi

JOB ROLE	COMPETENCY
Data Analyst	Data warehousing Adobe, Google, etc. analytics Programming knowledge Scripting & Statistical skills Reporting & data visualization SQL/database knowledge
Data Engineer	Data warehousing & ETL Advanced programming knowledge Hadoop, etc.-based analytics In-depth knowledge of SQL/database Data architecture & pipelining Machine learning concept knowledge
Data Scientist	Statistical & analytical skills Data mining Machine learning & deep learning principles In-depth programming knowledge (SAS, R, Python, coding) Hadoop, etc.-based analytics Data optimization
Solution Architect	Public Cloud services Private Cloud Application Programming Interface (API) : SOA, RestFULL Application/network Security Front-End Designer Back-End Designer Database
System Engineering	DevOps Operating System Security Containerization Deployment Application Programming Interface (API) : SOA, RestFULL
Network Engineering	Network Arsitektur Cyber security Network Performance : Load Balancing, Fail-over, Link Aggregation, Network bonding
Pendukung	HVAC and Mechanical - Electrical Engineering Civil Engineering

dan merupakan kewajiban, tetapi sebagaimana terlihat dalam grafik di bawah ini, masih sedikit instansi pemerintah yang melakukan pendaftaran. Demikian juga dengan sistem elektronik yang dimiliki badan usaha.

Syarat pendaftaran sistem elektronik yang harus dipenuhi pelaku usaha terdapat dalam PM Kominfo Nomor 36 Tahun 2014 dan PM Kominfo Nomor 7 Tahun 2019, antara lain deskripsi tentang:

1. Sektor sistem elektronik;
2. Subsektor sistem elektronik;
3. Jenis sistem (portal web dan/atau platform digital);
4. Lokasi server;
5. Deskripsi fungsi dan proses bisnis sistem elektronik; dan
6. Sertifikat keamanan.

Dalam persyaratan yang tercantum dalam PM Kominfo Nomor 36 Tahun 2014, hanya terdapat persyaratan umum sebagai pengusaha dan deskripsi serta jaminan keandalan tentang sistem elektronik yang digunakan. Penjelasan tentang interoperabilitas dengan sistem elektronik lain hanyalah opsional dan lebih pada fungsionalitas yang diperlukan sistem elektronik tersebut, bukan interoperabilitas dengan sistem lain sebagai *data provider*. Maka, diharapkan adanya perubahan dalam PM Kominfo tersebut dengan mengadakan persyaratan tentang:

1. Keberadaan dan deskripsi *application programming interface* (API) atau antarmuka pertukaran data dengan aplikasi lain;
2. Keberadaan metadata yang dipertukarkan;
3. Adanya sanksi jika peraturan tidak diikuti.

Pada tahap awal, API tidak perlu distandarkan untuk mengurangi beban investasi perusahaan. Saat ini banyak perusahaan telah memiliki sistem elektronik untuk layanannya kepada publik, sehingga diperlukan perubahan/penambahan modul API jika modul ini distandarkan. Dengan berjalannya waktu, dan setelah bisnis pertukaran data sudah lebih *mature*, standarisasi API akan bisa diusulkan untuk meningkatkan efisiensi dalam pertukaran data.

Dengan adanya penguatan dan persyaratan ini, diharapkan semua instansi dan perusahaan digital akan membuka kemungkinan pemanfaatan data digitalnya oleh pihak ketiga, baik untuk kebutuhan bisnis, akademis, maupun kebutuhan pemerintahan.

1. Melakukan kajian dan pendefinisian standarisasi skema data dan antarmuka sistem pertukaran data (SOA, *service oriented architecture*, atau REST APIs)

Komunikasi data antarprogram aplikasi *machine-to-machine* dilaksanakan

melalui suatu antarmuka sistem pertukaran data. Akan tetapi, pintu komunikasi ini di setiap komputer dapat dibuat sesuai dengan keinginan pemiliknya, sehingga bisa menjadi sangat beragam di antara komputer yang saling terhubung. Oleh karena itu, untuk meningkatkan efisiensi dalam komunikasi antarmesin ini, diperlukan suatu kajian dan standardisasi. Dengan adanya standardisasi ini, pengembang aplikasi tidak perlu mengembangkan dan memelihara berbagai macam antarmuka sistem pertukaran data dalam komunikasi data *multi-machine*. Untuk mengelola standar ini, juga diperlukan pembentukan konsorsium nonprofit sebagai sponsor standardisasi antarmuka dan skema untuk pertukaran data secara otomatis. Juga untuk merumuskan pedoman penyediaan metadata guna kemudahan pencarian dan persyaratan kualitas data yang terukur. Pelaksananya BPPT/Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN.

2. Pembentukan Dewan Kecerdasan Artifisial sebagai *data governance council* yang melakukan arbitrase antara produsen data dan konsumen data

Pelaksana: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN

Dewan Kecerdasan Artifisial (DKA) merupakan komite pakar independen yang memberikan masukan kepada pemerintah dan kepemimpinan tingkat tinggi tentang ekosistem kecerdasan artifisial. Anggota DKA berasal dari industri, sektor publik, serta akademisi. Masukan yang diberikan mencakup:

1. Mengadakan dialog terbuka dan pertukaran ide antara industri, sektor publik, akademisi, dan pemerintah;
2. Berbagi penelitian dan pengembangan keahlian;
3. Mencari cakrawala bagi teknologi kecerdasan artifisial yang baru, aplikasi, serta pengaruhnya;
4. Memberikan masukan kepada “Kantor untuk KA” (kantor yang dibentuk untuk pengelolaan kecerdasan artifisial nasional) dan pemerintah tentang prioritas, kesempatan, serta tantangan yang muncul dari adopsi kecerdasan artifisial untuk kehidupan yang lebih baik;
5. Membentuk persepsi publik serta mengangkat profil kecerdasan artifisial dan tantangan besar data.

3. Melakukan kajian dan sosialisasi penggunaan *masking/anonymous data* dalam pertukaran data untuk menghormati data pribadi sesuai dengan PM Kominfo No. 20/2016 tentang Perlindungan Data Pribadi dalam Sistem Elektronik

Masking data dan *anonymous data* adalah teknik yang digunakan untuk menghormati data pribadi sesuai dengan Peraturan Menteri Kominfo Nomor 20 Tahun 2016 tentang Perlindungan Data Pribadi dalam Sistem

Elektronik. Masalah pengamanan data pribadi saat ini sudah menjadi perhatian di hampir seluruh dunia dalam penggunaan data digital dengan makin masifnya penggunaan komputer dalam berbagai sektor kehidupan. Berbagai teknologi juga telah dan sedang dikembangkan agar sistem komputer dapat sesuai dengan peraturan yang berlaku, seperti teknologi WEB 3.0 yang memungkinkan data dibuka dan diperlihatkan dengan seizin pemilik data tersebut. Akan tetapi, teknologi seperti ini membutuhkan berbagai persyaratan untuk bisa dimanfaatkan, seperti harus menggunakan IP versi 6 dalam penomoran komputer dalam jaringan. Keuntungan dan kondisi *prerequisite* ini perlu dikaji lebih lanjut.

Dalam berbagai kasus, seperti program bantuan sosial, negara membutuhkan bukan hanya data agregat, melainkan juga data mikro dan detail, misalnya hingga nama dan nomor induk kependudukan dari kepala keluarga yang berhak mendapat bantuan sosial. Akan tetapi, untuk kebutuhan pelatihan algoritma kecerdasan artifisial, data detail seperti itu tidak dibutuhkan. Yang dibutuhkan adalah profil dan kebiasaan sejumlah besar individu anonim untuk dipelajari algoritma dan dijadikan bahan dalam melakukan klasifikasi. Oleh karena itu, implementasi PM Kominfo tersebut perlu disosialisasi dan dikaji. Pelaksana kegiatan ini adalah Kemenkominfo.

TERSEDINYA SISTEM PENGHUBUNG DATA ANTARA PRODUSEN DAN KONSUMEN DATA.

4. Mendorong dan mempromosikan bisnis baru pengelola sistem penghubung ini (data broker), yang akan berfokus sebagai perantara antara produsen dan konsumen data (swasta dan pemerintah)

Sama halnya dengan darah di tubuh manusia, data adalah komponen terpenting dari teknologi kecerdasan artifisial. Tanpa data, kecerdasan artifisial akan mati, tidak bisa belajar ataupun berguna untuk membuat prediksi atau hasil apa pun. Apabila data yang tersedia tidak mewakili keadaan aktual, ini akan membuat kegagalan dalam sistem kecerdasan artifisial. Data dihasilkan dari banyak sumber oleh para produsen data. Produsen data bisa berupa pihak swasta atau pemerintah, baik dari dalam maupun luar negeri. Data bisa terkumpul secara manual ataupun otomatis (misalnya dari sensor atau mesin). Data dapat datang secara mengalir (*streaming*) ataupun terkumpul (*batch*). Data dibutuhkan kecerdasan artifisial pada saat pelatihan dan penggunaan aplikasi kecerdasan artifisial oleh berbagai pihak konsumen data.

Untuk menunjang pengkajian algoritma dan pengembangan aplikasi kecerdasan artifisial, dibutuhkan data latih siap pakai dengan konteks lokal dengan jumlah yang sangat banyak dan representatif. Karena

pengumpulan dan persiapan data, termasuk pemberian label, adalah proses yang mahal dan membutuhkan waktu, perlu diadakan upaya penyediaan sistem penghubung antara produsen dan konsumen data. Ini adalah konsep yang diperkenalkan dalam Perpres Nomor 95 Tahun 2018 tentang Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik dan implementasi Perpres Nomor 39 Tahun 2019 tentang Satu Data Indonesia.

Sistem penghubung ini akan menjadi saluran yang menyederhanakan penyediaan data dengan kesiapan koneksi virtual antara para konsumen dan produsen data. Sistem penghubung ini dapat menjadi bisnis baru. Nilai tambah yang diberikan adalah kemudahan bagi konsumen data dalam mendapatkan data yang dibutuhkannya, dan kemudahan bagi produsen data untuk membuka datanya serta skema bisnis yang mengikutinya. Sistem penghubung ini akan dapat menjadi pelengkap bagi inisiatif standarisasi antarmuka pertukaran data jika pemenuhan atas standarisasi tersebut mengakibatkan terjadinya investasi besar di pihak produsen data. Upaya sosialisasi tentang bisnis baru ini sebaiknya dilakukan Kementerian Perindustrian, yang berwenang dalam peningkatan industri jasa di Indonesia.

Sosialisasi dan penguatan implementasi Satu Data Indonesia (Perpres No. 39/2019)

Data sebagai darah dalam pemanfaatan kecerdasan artifisial sangat penting untuk dijaga kualitasnya. Tanpa data yang mencerminkan keadaan sebenarnya, baik dalam proses pelatihan algoritma kecerdasan artifisial maupun dalam operasionalisasi pemanfaatan algoritma kecerdasan artifisial, tidak akan didapat suatu hasil pemanfaatan kecerdasan artifisial yang berguna bagi pembangunan nasional dan kehidupan masyarakat.

5. Melakukan kajian, pendampingan, dan dukungan agar terbentuk infrastruktur komunikasi serta penyimpanan data yang aman, efisien, dan tangguh

Ketika kecerdasan artifisial sudah digunakan dengan memakai data yang diperlukan, sangat penting bahwa data tersebut akan selalu tersedia agar kecerdasan artifisial menjalankan fungsi yang dikehendaki. Data tersebut harus disimpan dalam suatu penyimpanan terpusat atau terdistribusi dengan sistem manajemen yang terorkestrasi. Infrastruktur ini akan digunakan untuk persiapan, pemindahan, penyimpanan, pengolahan, dan analisis, baik yang terpusat maupun yang terdistribusi, dengan sistem manajemen dan akses yang aman dan terkelola.

Sumber data pada umumnya terakumulasi secara sektoral di setiap instansi (*data silos*). Strategi yang tepat untuk mengatasi kendala data sektoral bukan dengan mengumpulkan semua data di satu tempat, melainkan dengan melakukan data integrasi. Secara teknologi saat ini,

penyimpanan *big data* yang besar (*volume*), beragam (*variety*), dan cepat (*velocity*) adalah dengan menggunakan *data lake* yang terimplementasi di infrastruktur *cloud* (baik publik maupun privat). Dengan adanya data integrasi, data tetap terkumpul di instansi masing-masing, tetapi ada penghubung dari setiap sumber data instansi ke pusat *data lake* di *cloud*.

Data akan lebih bermanfaat apabila basis-basis data sudah terhubung dan terintegrasi. Dengan demikian, harus ada platform untuk jalur akses data yang terkendali dari produsen data ke *data lake* yang dikelola data broker, kemudian ke konsumen data. Platform yang dimaksud adalah aplikasi di *cloud* dengan penyediaan *back-end services*, *front-end interface*, yang disertakan dengan API untuk akses data. Platform ini juga menyediakan fasilitas antara lain:

1. Metode koneksi data di antara basis data dari produsen data ke *data lake*;
2. Metode penyimpanan data berikut metadata;
3. Katalog dari metadata untuk setiap sumber basis data;
4. Metode pencarian sumber data melalui katalog metadata;
5. Metode *authentication* dan akses digital (*login*) formal sesuai dengan peraturan instansi masing-masing;
6. Metode transaksi moneter digital apabila ada biaya jasa;
7. Metode transfer data menggunakan API ataupun pengunduhan;
8. Metode pemeliharaan data *hygiene* secara prosedural ataupun otomatis;
9. Publikasi keberadaan sumber data baru, tutorial, dan basis pengetahuan (*knowledge base*);
10. Fungsi-fungsi pemilihan, persiapan, dan transformasi data; hasil data yang telah diolah dapat diunduh dan dimasukkan kembali ke *data lake* dan katalog.

Teknologi infrastruktur juga berubah cepat, maka diperlukan pengkajian berkelanjutan untuk menjamin keunggulan infrastruktur dalam menampung dan mengolah data yang digunakan. Contohnya adalah evolusi menuju *Function as a Service* (FaaS) sebagai kelanjutan layanan suatu *cloud computing*, yakni *Infrastructure as a Service* (IaaS), *Platform as a Service* (PaaS), dan *Software as a Service* (SaaS), yang mempunyai berbagai keuntungan:

- Adanya FaaS dapat membuat kecerdasan artifisial menjadi *mainstream*, karena tidak perlu memikirkan *source/tempat running software* (hanya drop algoritma kecerdasan *artifisial as a function*);
- FaaS mengorkestrasi platform (*user membayar: processing time*);
- Sebaiknya dapat memanfaatkan *existing data center* yang dimiliki pemerintah sebagai *asset storage*.

Pengkajian yang langsung berdampak terhadap ketangguhan dan keberlangsungan infrastruktur ini termasuk pengkajian di bidang:

1. Server berbasis *central processing unit* (CPU), *graphics processing unit* (GPU), dan *tensor processing unit* (TPU);
2. Teknologi jaringan dan *storage*;
3. Teknologi komputasi *cluster* analisis dan *cluster* penyimpanan data;
4. Teknologi *database*, termasuk *columnar database* dan *GPU database*;
5. Teknologi virtualisasi mesin dan kontainer;
6. Teknologi data integrasi dan optimalisasi *data lake*;
7. *Operating system*, *open source*, dan *technology stack* yang menjadi fondasi aplikasi kecerdasan artifisial;
8. Arsitektur dan fitur-fitur dari *cloud* publik komersial sebagai acuan dan pembanding;
9. *Cyber security*.

6. 1. ISU-ISU STRATEGIS

6. 1. 1.

EKOSISTEM KOLABORASI UNTUK PEMBANGUNAN INDUSTRI 4.0

VISI dan misi pembangunan riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial nasional dapat dikemas secara lengkap dalam bangunan cita-cita yang ditunjukkan oleh Gambar 6-1. Bangunan ini bertujuan untuk menyiapkan Indonesia dalam membangun industri 4.0 yang didukung oleh kolaborasi yang sinergis dan berkesinambungan dari semua komponen quad helix, yang terdiri atas pemerintah, akademisi, industri, dan komunitas. Kolaborasi ini dapat dikendalikan oleh semacam orkestrator, yang bisa dinamakan Kolaborasi Riset dan Inovasi Industri Kecerdasan Artifisial (KORI-KA). KORI-KA akan mengorkestrasikan seluruh pengembangan dan penerapan riset dan inovasi teknologi kecerdasan artifisial untuk industri andalan, industri pendukung, dan industri hulu. Industri-industri ini akan mencakup seluruh sektor unggulan, seperti: layanan publik (kesehatan, pendidikan, dan transportasi), pertanian dan maritim, energi dan utilitas, rantai pasok, pertahanan dan keamanan, serta keuangan dan retail.

PENERAPAN TEKNOLOGI KECERDASAN ARTIFISIAL HARUS MEMENUHI ETIKA DAN TATA KELOLA YANG DIATUR OLEH PERATURAN PERUNDANG-UNDANGAN.

Gambar 6-1. Arah Strategis Pembangunan Kecerdasan Artifisial pada Sektor Industri Nasional



6. 1. 2.

ASPEK STRATEGIS RISET DAN INOVASI NASIONAL

Misi riset dan inovasi kecerdasan artifisial nasional, yang tertuang dalam Sub-Bab 2.2.4, ditetapkan berdasarkan pada tiga aspek pembangunan nasional, yakni: reformasi birokrasi, Rencana Induk Riset Nasional (RIRN) 2017-2045, dan Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035. Selain itu, secara konteks internasional, misi ini disejalkan dengan agenda *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang dicanangkan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) pada tahun 2015.

1. Reformasi Birokrasi

Pemanfaatan teknologi kecerdasan artifisial ditujukan untuk mengakselerasi reformasi birokrasi sebagaimana yang ditetapkan dalam **Peta Jalan Reformasi Birokrasi 2020-2024** (Peraturan Menteri Nomor 25 Tahun 2020) serta arahan Presiden RI, yakni reformasi struktural, agar lembaga makin sederhana, makin lincah, memiliki pola pikir baru, cepat dalam melayani, cepat dalam memberikan izin, dan makin efisien. Dalam reformasi birokrasi tersebut, terdapat tiga hal yang akan diwujudkan:

Memperkuat ketahanan ekonomi untuk pertumbuhan yang berkualitas melalui peningkatan inovasi dan kualitas investasi, yang merupakan modal utama untuk mendorong pertumbuhan ekonomi yang lebih tinggi, berkelanjutan, dan menyejahterakan secara adil dan merata;

- a. Membangun lingkungan hidup serta meningkatkan ketahanan terhadap bencana dan perubahan iklim melalui pembangunan nasional yang perlu memperhatikan daya dukung sumber daya alam dan daya tampung lingkungan hidup, kerentanan bencana, dan perubahan iklim.
2. Memperkuat stabilitas polhukhankam dan transformasi pelayanan publik, di mana negara wajib terus hadir dalam melindungi segenap bangsa, memberikan rasa aman dan pelayanan publik yang berkualitas kepada semua warga negara, serta menegakkan kedaulatan negara.

Dalam Peta Jalan Reformasi Birokrasi 2020-2024, terdapat delapan area perubahan yang menjadi fokus pembangunan, yaitu (1) Manajemen Perubahan, (2) Deregulasi Kebijakan, (3) Penataan Organisasi, (4) Penataan Tata Laksana, (5) Penataan SDM Aparatur, (6) Penguatan Akuntabilitas, (7) Penguatan Wawasan, dan (8) Peningkatan Kualitas Pelayanan Publik.

2. Rencana Induk Riset Nasional

Rencana Induk Riset Nasional (RIRN) 2017-2045 mengusung misi-misi: (a) menciptakan masyarakat Indonesia yang inovatif berbasis ilmu

**KECERDASAN ARTIFISIAL
SEBAGAI BAGIAN
DARI TIK DAN ILMU
KOGNITIF MERUPAKAN
SALAH SATU BIDANG
ILMU ESENSI DALAM
PEMBANGUNAN DAN
PENGEMBANGAN METODE
DAN TEKNIK BARU
DALAM KECERDASAN
ARTIFISIAL.**

pengetahuan dan teknologi, dan (b) menciptakan keunggulan kompetitif bangsa secara global (Peraturan Presiden Nomor 38 Tahun 2018). Misi riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial memperhatikan tujuh bidang Program Unggulan Nasional yang telah diamanatkan dalam Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) 2005-2025, yaitu (1) ketahanan pangan, (2) energi, energi baru dan terbarukan, (3) kesehatan dan obat, (4) transportasi, (5) teknologi informasi dan komunikasi (TIK), (6) teknologi pertahanan dan keamanan, serta (7) material maju.

3. Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional

Salah satu aspek dalam **Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035** yang memiliki karakteristik dan relevansi yang cukup kuat dengan pembangunan industri nasional adalah aspek perkembangan teknologi yang difokuskan pada teknologi nano, bioteknologi, teknologi informasi, dan ilmu kognitif (*cognitive science*), dengan fokus aplikasi pada bidang energi, pangan, kesehatan, dan lingkungan. Maka, perlu disiapkan sistem serta strategi alih teknologi dan inovasi teknologi yang sesuai, di antaranya peningkatan pembiayaan penelitian dan pengembangan, termasuk sinergi antara pemerintah, pengusaha, dan akademisi. Keempat fokus teknologi tersebut telah diakomodasi dalam misi kecerdasan artifisial Indonesia pada aspek riset dan inovasi industri. Lebih-lebih lagi misi tersebut telah melibatkan elemen komunitas sebagai komponen dari *quadruple helix*.

Kecerdasan artifisial sebagai bagian dari TIK dan ilmu kognitif merupakan salah satu bidang ilmu esensi dalam pembangunan dan pengembangan metode dan teknik baru. Teknologi kecerdasan artifisial sangat prospektif untuk mendukung serta memperkuat pembangunan industri nasional, yang terdiri atas:

- a. **Industri Andalan**, yaitu industri prioritas yang berperan besar sebagai penggerak utama (*prime mover*) perekonomian di masa yang akan datang. Selain memperhatikan potensi sumber daya alam sebagai sumber keunggulan komparatif, industri andalan memiliki keunggulan kompetitif yang mengandalkan sumber daya manusia (SDM) yang berpengetahuan dan terampil serta ilmu pengetahuan dan teknologi. Industri dalam kategori ini mencakup (1) Industri Pangan, (2) Industri Farmasi, Kosmetik, dan Alat Kesehatan, (3) Industri Tekstil, Kulit, Alas Kaki, dan Aneka, (4) Industri Alat Transportasi, (5) Industri Elektronika dan Telematika/TIK, (6) Industri Pembangkit Energi.
- b. **Industri Pendukung**, yaitu industri prioritas yang berperan sebagai aktor pemungkin (*enabler*) bagi pengembangan industri andalan secara efektif, efisien, integratif, dan komprehensif. Hanya terdapat satu industri dalam kategori ini, yakni Industri Barang Model, Komponen, Bahan Penolong, dan Jasa Industri.

- c. **Industri Hulu**, yaitu industri prioritas yang bersifat sebagai basis industri manufaktur yang menghasilkan bahan baku yang dapat disertai perbaikan spesifikasi tertentu yang digunakan untuk industri hilirnya. Industri yang masuk kategori ini adalah (1) Industri Hulu Agro, (2) Industri Logam Dasar dan Bahan Galian Bukan Logam, (3) Industri Kimia Dasar Berbasis Migas dan Batu Bara.

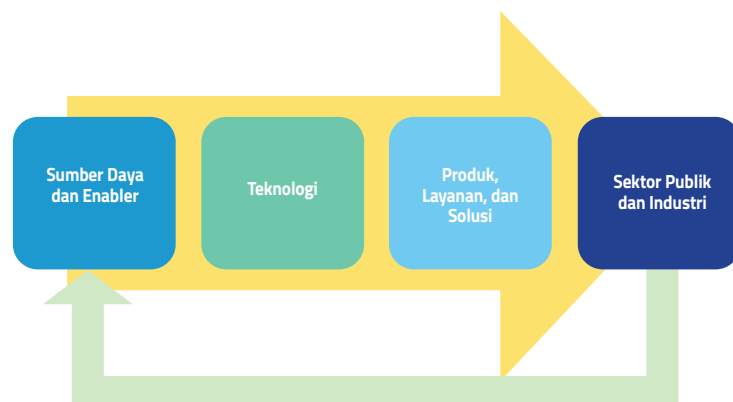
6. 1. 3.

TANTANGAN DAN SASARAN RISET DAN INOVASI INDUSTRI

Dalam mencapai target dari misi riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial, terdapat berbagai tantangan dan sasaran yang dapat dirangkul sebagai berikut:

TANTANGAN

- Rendahnya kuantitas dan kualitas data untuk kebutuhan pengembangan teknologi kecerdasan artifisial.
- Belum optimalnya pengelolaan kekayaan intelektual teknologi kecerdasan artifisial.
- Belum jelasnya peta jalan industri 4.0 khususnya yang terkait dengan kecerdasan artifisial.
- Rendahnya implementasi insentif pajak untuk penelitian dan pengembangan serta adopsi teknologi di industri.
- Rendahnya *link and match* antara perguruan tinggi dan industri-industri strategis.
- Belum adanya program khusus untuk pengembangan *startup* kecerdasan artifisial di Indonesia.
- Belum optimalnya implementasi sistem dan manajemen inovasi nasional.
- Rendahnya semangat kolektif untuk menjadi produsen di bidang teknologi.
- Banyaknya pengetahuan lokal yang mulai dikuasai negara lain.
- Makin banyaknya produk teknologi kecerdasan artifisial dari perusahaan-perusahaan raksasa teknologi yang berpotensi mengambil pangsa pasar domestik.
- Meningkatnya potensi penyalahgunaan dan serangan terhadap teknologi kecerdasan artifisial.



Gambar 6-2. Proses Riset dan Inovasi Industri Kecerdasan Artifisial.

SASARAN

1. Terwujudnya produk, solusi, dan layanan teknologi kecerdasan artifisial yang terkait dengan keberagaman dan kearifan lokal Indonesia.
2. Meningkatnya luaran dan pengelolaan kekayaan intelektual yang terkait dengan kecerdasan artifisial.
3. Menguatnya kolaborasi *quadruple helix* dalam mendukung inovasi teknologi kecerdasan artifisial.
4. Terwujudnya peta jalan industri 4.0 Indonesia khusus kecerdasan artifisial.
5. Menguatnya implementasi insentif pajak inovasi yang lebih baik.
6. Terciptanya program-program khusus untuk *startup* teknologi kecerdasan artifisial dan adopsi kecerdasan artifisial di industri.
7. Meningkatnya implementasi sistem inovasi nasional

6. 2. PROGRAM-PROGRAM INISIATIF

6. 2. 1.

PEMBENTUKAN ORKESTRATOR RISET DAN INOVASI INDUSTRI NASIONAL

Untuk mencapai tujuan dari misi riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial, yaitu mengakselerasi reformasi birokrasi dan penguatan industri nasional agar menjadi birokrasi bersih dan industri unggul yang memberikan dampak ekonomi, seluruh inisiatif riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial perlu diorkestrasi agar mengarah kepada tujuan dengan memaksimalkan semua sumber daya riset dan inovasi nasional. Berbagai sumber daya tersebut merupakan kontribusi dari aktor-aktor yang terlibat dalam payung *quadruple helix* (pemerintah, industri, akademisi, dan komunitas).

Untuk itu, diperlukan orkestrator ekosistem kolaborasi *quadruple helix* pada riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial. Untuk kemudahan penyebutan, orkestrator ini dinamai Kolaborasi Riset dan Inovasi Industri Kecerdasan Artifisial (KORI-KA). Karakteristik yang harus dimiliki KORI-KA antara lain terbuka, partisipatif, berbasis nilai (*value-based synergy*), *demand-driven*, mandiri, serta memiliki tata kelola yang adaptif dan lincah. Peran masing-masing aktor dan sinergi *quadruple helix* yang diharapkan diilustrasikan dengan bagan dalam Gambar 6-3.

Tugas dan fungsi KORI-KA mencakup fungsi pengarah (*governing*) dan fungsi pelaksanaan (*executing*) sekaligus sebagai *program management office* (PMO) riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial. Fungsi pengarah meliputi (1) penetapan program inisiatif prioritas riset dan inovasi industri, (2) penetapan pusat unggulan riset dan inovasi per sektor industri, (3) koordinasi dukungan kebijakan riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial,



Gambar 6-3. Peran Masing-Masing Aktor dari Sinergi *Quadruple Helix* KORI-KA

(4) pengawasan pelaksanaan program-program inisiatif riset dan inovasi industri. Sedangkan fungsi pelaksanaan dan PMO meliputi aspek-aspek (1) perencanaan, (2) penyusunan program pelaksanaan, (3) penganggaran dan pembiayaan, (4) penyelarasan dan konsolidasi, (5) evaluasi dan kontrol serta perbaikan berkelanjutan.

Keberadaan KORI-KA sangat esensial untuk memastikan program-program inisiatif riset dan inovasi industri berjalan dengan baik dan berkelanjutan sehingga perlu direalisasi dalam konteks *quick win*.

Program-program untuk penguatan kolaborasi *quadruple helix* ini dapat dilakukan Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN sebagai institusi pelaksana utama, dengan dukungan dari Kemenperin, Kemendikbud, BPPT, dan LIPI sebagai penanggung jawab. Semua kementerian, lembaga, industri, dan komunitas lain yang terkait dapat menjadi aktor-aktor yang sifatnya konsultatif. Berikut ini adalah kegiatan-kegiatan yang akan mendukung penguatan kolaborasi *quadruple helix* riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial adalah sebagai berikut.

1. Penyusunan kebijakan dan strategi nasional tentang tim orkestrator riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial (KORI-KA);
2. Pembentukan orkestrator riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial (KORI-KA);
3. Penguatan tata kelola riset dan inovasi industri unggulan.

6. 2. 2.

MEWUJUDKAN TEKNOLOGI KA DI SEKTOR PUBLIK DAN INDUSTRI UNGGULAN NASIONAL

Dengan mempertimbangkan isu-isu strategis yang telah dituangkan sebelumnya, fokus pemanfaatan produk, layanan, dan solusi kecerdasan artifisial dibagi menjadi dua sektor, yaitu sektor publik dan sektor industri unggulan nasional. Sektor publik merujuk pada berbagai layanan pemerintah kepada masyarakat yang mencakup bidang pelayanan publik, kesehatan, pendidikan, dan transportasi umum untuk pencapaian reformasi birokrasi. Sedangkan sektor industri unggulan nasional mencakup pertanian, maritim, energi, utilitas, rantai pasok, keuangan dan retail, serta pertahanan dan keamanan untuk pencapaian pertumbuhan ekonomi nasional.

A. Sektor Publik

A.1. Administrasi dan Informasi Publik

Tujuan yang hendak dicapai dalam pemanfaatan kecerdasan artifisial di sektor ini adalah *mengakselerasi tercapainya reformasi birokrasi dan ketersediaan informasi publik dengan dukungan inovasi teknologi kecerdasan artifisial.*

Undang-Undang Nomor 25 Tahun 2009 tentang Pelayanan Publik menjamin kebutuhan pelayanan bagi setiap warga negara dan penduduk atas barang, jasa, dan/atau pelayanan administratif yang disediakan penyelenggara publik. Pelayanan publik yang prima, khususnya dalam hal ini adalah layanan administrasi publik, memberikan jaminan terpenuhinya kepuasan masyarakat sebagai pengguna layanan. Hasil penilaian kepatuhan standar pelayanan publik oleh Ombudsman RI pada beberapa kementerian, lembaga, provinsi, serta pemerintah kota dan kabupaten pada 2019 menunjukkan kecenderungan predikat kepatuhan sedang atau zona kuning.

Permasalahan klasik yang masih ada antara lain waktu respons pelayanan yang lambat, kualitas pelayanan yang rendah, pekerjaan yang redundan, transparansi yang kurang, serta tindakan korupsi. Oleh karena itu, terwujudnya pelayanan administrasi publik yang berkualitas dan inovatif menjadi salah satu target program prioritas reformasi kelembagaan birokrasi pada RPJMN IV 2020-2024. Salah satu strategi mewujudkan pelayanan berkualitas dan inovatif adalah pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) di instansi pemerintah. Secara nasional, terdapat tiga sistem yang terkait dengan pelayanan publik, yakni: Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE), Sistem Informasi Pelayanan Publik Berbasis Elektronik (SIPP), dan Sistem Pengelolaan Pengaduan Pelayanan Publik Nasional (SP4N-LAPOR!).

Prasyarat utama sebelum menerapkan kecerdasan artifisial pada bidang pelayanan administrasi publik adalah dukungan TIK melalui *e-services*. Namun, berdasarkan keberadaan tiga sistem layanan publik tadi yang ditengarai oleh

permasalahan umum adalah belum adanya integrasi pelayanan yang terpadu. Penerapan kecerdasan artifisial dalam konteks pelayanan menjadi optimal dengan integrasi layanan, termasuk infrastruktur dan data, sehingga dapat meningkatkan kemampuan riset dan inovasi industri secara nasional.

Berikut ini beberapa pemanfaatan produk, layanan, dan solusi kecerdasan artifisial yang berpotensi untuk bidang pelayanan administrasi publik:

- 1. Personalisasi Layanan Administrasi Publik.** Jika konsep OneData sudah dilakukan terkait dengan data administrasi kependudukan serta layanan standar seperti listrik, air, dan kesehatan, untuk setiap WNI akan terbentuk profil yang lengkap. Integrasi antar-akun tersebut, termasuk data komunikasi personal seperti nomor *mobile* dan *email*, akan memungkinkan dilakukan proses kecerdasan artifisial berupa pemberian notifikasi terpersonalisasi sesuai dengan kebutuhan. Maka, layanan pemerintah seperti pembayaran pajak atau layanan yang terkait dengan penargetan konsumen menjadi lebih terkontrol, yang nantinya dapat mendukung kesiapan bangsa dalam inovasi industri.
- 2. Pengenal Identitas Biometrik pada Layanan Administrasi Publik.** Adanya KTP elektronik yang menyimpan informasi personal akan mempermudah proses verifikasi dengan pencocokan data biometrik seperti pengenalan wajah atau sidik jari. Penyedia layanan administrasi publik dengan komponen biometrik membutuhkan *reader* KTP elektronik. Industri penyedia *reader* wajib melakukan uji coba ke instansi pemerintah terkait, yaitu BPPT yang bekerja sama dengan Kemendagri (Dukcapil), sebelum menerapkannya ke masyarakat untuk memastikan fungsionalitas *reader* sudah memenuhi kriteria Permendagri Nomor 34 Tahun 2014. *Reader* KTP elektronik ini telah dimanfaatkan berbagai institusi, antara lain perbankan dan kepolisian, serta untuk verifikasi calon pemilih pada pemilihan kepala desa. Data biometrik yang diperoleh juga telah dimanfaatkan kepolisian untuk keperluan forensik dan identifikasi korban kecelakaan pesawat.
- c. Distribusi Fungsi Utilitas.** Adanya proses kecerdasan artifisial pada data administrasi kependudukan yang terintegrasi dengan data layanan standar, seperti listrik, air, dan kesehatan, akan membantu pemerintah mengetahui distribusi layanan yang belum efisien atau merata. Permasalahan kebocoran atau kecurangan dapat diketahui lebih dini jika pemantauan pemakaian layanan seperti listrik atau air dilakukan pada data terintegrasi tersebut. Manfaat lain deteksi dini permasalahan tersebut adalah penghematan biaya administrasi dan manajemen, yang dapat dialokasikan ke kegiatan lain untuk mendukung peningkatan kemampuan riset dan inovasi industri secara nasional.
- d. Otomasi Layanan Pelanggan.** Masyarakat dapat menanyakan hal-hal tentang layanan administrasi publik melalui *helpdesk online* seperti *chat*.

BEBERAPA ARSITEKTUR DAN ALGORITMA DEEP LEARNING YANG BANYAK DIGUNAKAN UNTUK BERBAGAI KEBUTUHAN, TERUTAMA UNTUK PENGENALAN CITRA/ VIDEO DAN PEMROSESAN SEKUENS

Untuk memudahkan proses tanya-jawab tersebut, KA dapat diterapkan pada sistem layanan pelanggan sehingga melakukan proses otomasi jawab berdasarkan *knowledge base* yang ada. Hal tersebut dapat meningkatkan kepuasan dan kepercayaan masyarakat kepada pemerintah atau instansi penyedia layanan administrasi publik.

Semua layanan publik di atas terkait dengan informasi dari pemerintah kepada masyarakat untuk hal-hal tentang administrasi publik, Namun, ada jenis informasi lain yang wajib diberikan pemerintah yang menyangkut hajat hidup orang banyak, yaitu **tanggap darurat bencana**. Untuk itu, diperlukan komando terpusat dari pemerintah yang bekerja sama dengan badan terkait seperti Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Data BMKG diolah dan dianalisis dengan metodologi kecerdasan artifisial, kemudian diinformasikan ke masyarakat. Layanan informasi tanggap darurat bencana tersebut dapat diintegrasikan dengan layanan administrasi publik di atas untuk mengetahui kondisi di lapangan, seperti adanya perpindahan penduduk karena proses evakuasi. Layanan informasi tanggap darurat bencana juga dapat diintegrasikan dengan layanan informasi publik tentang transportasi ataupun kesehatan sebagai bagian *early warning system* dan komando terpadu dari pemerintah untuk mitigasi bencana.

A.2. Kesehatan

Tujuan yang hendak dicapai dalam pemanfaatan kecerdasan artifisial di sektor ini adalah *meningkatkan pelayanan kesehatan dengan inovasi teknologi kecerdasan artifisial guna mempercepat waktu pelayanan, memperluas jangkauan, dan menurunkan biaya kesehatan untuk seluruh masyarakat Indonesia*.

Sebelum mampu membawa layanan kesehatan ke tingkat yang lebih maju, prasyarat utama adalah digitalisasi data pelayanan kesehatan—semua data administrasi atau data pasien di rumah sakit harus sudah dalam bentuk digital dan terdokumentasi dengan baik. Prasyarat ini dibutuhkan agar teknologi kecerdasan artifisial dapat dimanfaatkan secara efektif.

Berikut ini beberapa contoh pemanfaatan produk, layanan, dan solusi kecerdasan artifisial yang sudah dan juga berpotensi dilakukan pada berbagai aspek kesehatan.

a. Perluasan Cakupan Pelayanan Kesehatan

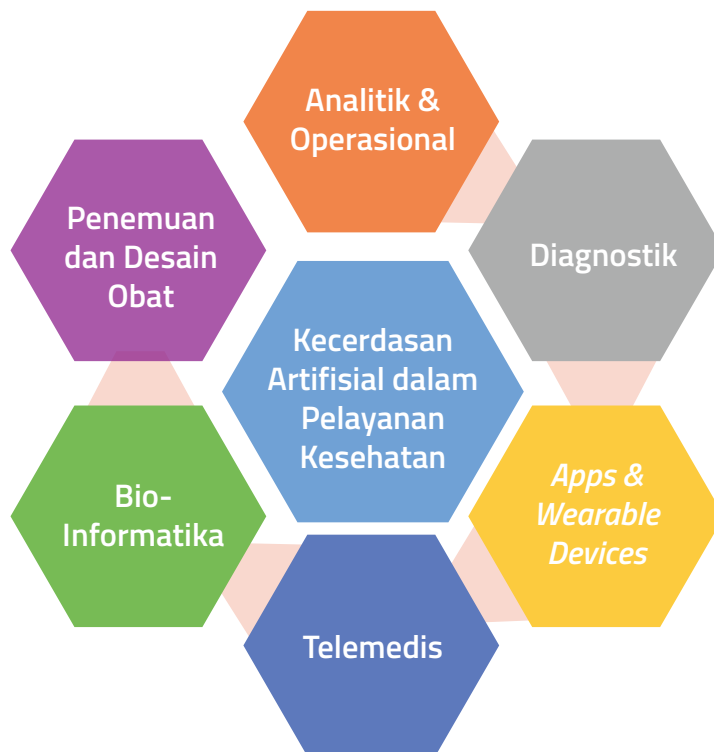
Salah satu solusi untuk memperluas cakupan pelayanan kesehatan adalah penggunaan telemedis yang mencakup teleradiologi, telepatologi, teledermatologi, dan telepsikiatri. Telemedis memungkinkan pasien mendapatkan pelayanan kesehatan tanpa harus mengunjungi langsung pusat kesehatan atau dokter. Jumlah pemeriksaan yang dilakukan seorang

dokter dapat diperbanyak dengan bantuan kecerdasan artifisial untuk diagnosis penyakit dan *chatbot* yang dapat memberikan rekomendasi yang cukup bagi dokter terhadap pasien dengan gejala tertentu.

b. Manajemen dan Efektivitas Pelayanan Kesehatan

Kecerdasan artifisial akan membantu staf rumah sakit dalam memproses jutaan informasi administrasi dan perpindahan data sehingga situasi abnormal dapat dideteksi, diminimalisasi, atau dicegah. Kecerdasan artifisial dapat memprediksi jadwal keluar pasien dari rumah sakit serta

Gambar 6-4. Spektrum Rekomendasi Pemanfaatan Kecerdasan Artifisial di Sektor Kesehatan



jumlah kasus dan tenaga kesehatan yang dibutuhkan di suatu daerah.

c. Diagnosis

Berbagai diagnosis medis dapat dibuat lebih cepat dan akurat dengan memanfaatkan kecerdasan artifisial, misalnya pada diagnosis radiologis citra *X-ray* paru pasien dan pemeriksaan keberadaan sel kanker dari suatu citra, sehingga membantu tenaga medis dalam mempercepat analisis dan mengambil keputusan.

d. Penyembuhan dan Pengembangan Obat-obatan

Kecerdasan artifisial dapat digunakan untuk mencari campuran kimia yang melingkupi miliaran pilihan konfigurasi atom buat mencari obat yang tepat, mempercepat pengembangan vaksin untuk virus tertentu, dan

**MENURUT ARTIKEL
WALL STREET
JOURNAL, PADA 2018
JUMLAH PERUSAHAAN
YANG MELAPORKAN
KECERDASAN ARTIFISIAL
SEBAGAI FAKTOR RISIKO
MENINGKAT SEBANYAK
DUA KALI DIBANDINGKAN
TAHUN SEBELUMNYA.**

memutuskan kombinasi obat yang harus diberikan dengan efek samping seminimal mungkin. Penggunaan pemrosesan bahasa alami pada dokumen medis dapat membantu dokter dalam memberikan informasi terkini dari catatan medis, buku teks, dan kebiasaan klinis lainnya untuk menentukan rekomendasi yang lebih tepat dalam merawat pasien dengan gejala-gejala klinis tertentu.

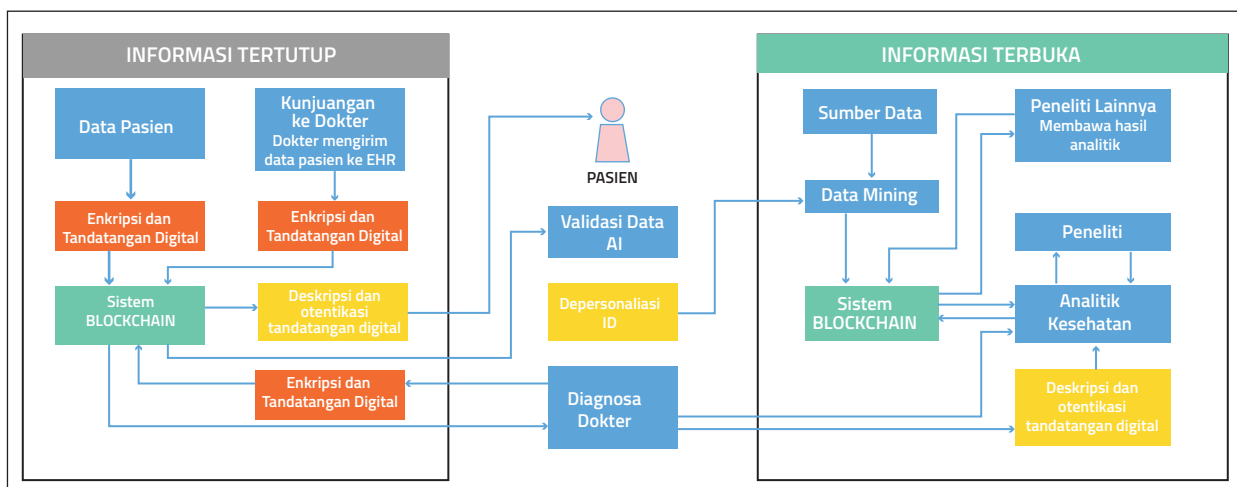
Salah satu faktor penting yang menjadi pemungkin (*enabler*) agar implementasi kecerdasan artificial pada bidang kesehatan berjalan adalah ketersediaan data kesehatan. Permasalahan utama pada ketersediaan data kesehatan berkaitan erat dengan aspek privasi data di mana informasi kesehatan notabene bersifat tertutup sehingga dapat menghambat inovasi. Gambar 6-5 mengilustrasikan salah satu cara untuk tetap menjaga privasi data tetapi sekaligus memungkinkan akses terhadap data bagi peneliti atau pengembang kecerdasan artificial. Inti dari proses tersebut adalah anonimisasi/depersonalisasi, yaitu menyembunyikan identitas asli pasien sehingga tidak dapat diketahui pengakses data.

A.3. Pendidikan

Tujuan yang hendak dicapai dalam pemanfaatan kecerdasan artificial di sektor ini adalah *meningkatkan taraf pendidikan dengan inovasi teknologi kecerdasan artificial melalui perluasan akses dan perbaikan mutu layanan pendidikan bagi seluruh masyarakat Indonesia.*

Titik berat dari pemanfaatan teknologi kecerdasan artificial di bidang pendidikan ini dibedakan dengan program-program yang dibuat dalam rangka pengembangan talenta kecerdasan artificial. Disini difokuskan pada pengembangan dan pemanfaatan riset dan inovasi kecerdasan di bidang pendidikan. Riset dan inovasi industri akan menjawab tantangan-tantangan di dunia pendidikan Indonesia saat ini, yang diantaranya adalah: akses layanan pendidikan yang belum merata dan kualitas pembelajaran yang masih belum baik.

Gambar 6-5. Ekosistem Data Kesehatan



Berikut contoh solusi yang dapat ditawarkan oleh teknologi kecerdasan artifisial:

- a. Kecerdasan artifisial untuk memperbesar skala dan jangkauan layanan pendidikan yang berkualitas dengan perhatian khusus pada masyarakat perdesaan, penyandang disabilitas, serta anak-anak berkebutuhan khusus. Kecerdasan artifisial dapat diterapkan untuk menghasilkan personalisasi konten dan pengalaman belajar yang memperhatikan berbagai moda interaksi yang sesuai dengan karakteristik pembelajar. Kecerdasan artifisial juga dapat membantu pengelolaan informasi capaian pembelajaran beserta pembesaran skalanya (*scaling up*) sebagai umpan balik bagi sistem agar dapat menghasilkan penyampaian pengalaman pembelajaran yang adaptif dan otomatis.
- b. Kecerdasan artifisial untuk meningkatkan efisiensi tugas administrasi pengajar di luar penyediaan dan penyampaian konten pembelajaran. Hal ini mencakup penyediaan rancangan pengajaran umum, evaluasi capaian pembelajaran, penjaminan integritas akademik, serta evaluasi kinerja pendidik. Otomatisasi tugas-tugas administratif tersebut dapat membantu pengajar lebih berfokus pada penyediaan dan penyampaian konten pembelajaran yang berkualitas.

A.4. Transportasi Publik

Tujuan yang hendak dicapai dalam pemanfaatan kecerdasan artifisial di sektor ini adalah *mewujudkan layanan transportasi publik yang andal, aman, nyaman, tersedia, dan terjangkau dengan pengelolaan layanan yang terpadu melalui dukungan inovasi teknologi kecerdasan artifisial.*

Sektor transportasi publik dari Sabang sampai Merauke dan dari Sangihe Talaud ke Rote berfungsi sebagai perekat utama keterhubungan Negara Kesatuan Republik Indonesia dan menjadi fondasi utama pelayanan distribusi, baik barang, jasa, maupun penumpang. Dengan fungsi vital ini, sektor transportasi publik memberikan pengaruh langsung terhadap peningkatan produksi nasional untuk memastikan keberlanjutan pembangunan nasional.

Pemerintah perlu melanjutkan pembangunan berkesinambungan di sektor transportasi publik dengan dukungan teknologi terkini secara tepat guna dan optimal untuk mencapai kinerja layanan transportasi publik yang sesuai dengan sasaran strategis pembangunan nasional. Fokus pembangunan sektor transportasi tercantum pada RPJPN dengan sasaran strategis meliputi Konektivitas Poros Maritim, Konektivitas Multimoda, Keselamatan Transportasi, dan Transportasi Perkotaan.

Tantangan-tantangan pada sektor transportasi secara umum yang meliputi:

a. Bidang keselamatan dan keamanan:

- Belum optimalnya tingkat kesadaran keselamatan dan keamanan transportasi.
- Belum optimalnya pemenuhan standar keselamatan dan keamanan transportasi.
- Kurang optimalnya perlindungan lingkungan pada penyelenggaraan transportasi.
- Belum optimalnya penanganan terpadu dan terintegrasi mode transportasi.

b. Dukungan Teknologi Informasi

- Terbatasnya kualitas, kuantitas, dan standar kompetensi SDM transportasi.
- Kurangnya peneliti yang berkaitan dengan pengembangan transportasi nasional.
- Belum optimalnya pemanfaatan teknologi dalam penyelenggaraan bidang perhubungan/transportasi.

Teknologi kecerdasan artifisial di sektor transportasi untuk menjawab tantangan-tantangan tadi adalah sebagai berikut:

- a. Adopsi teknologi kecerdasan artifisial untuk peningkatan kepuasan pelanggan (*customer experience*) melalui peningkatan mutu dan kecerdasan layanan yang lebih baik antara penyedia transportasi publik dan operator.
- b. Adopsi teknologi kecerdasan artifisial dalam rangka meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasional (*operational excellence*) pengelolaan/ manajemen menyeluruh transportasi publik melalui optimasi proses bisnis.

Beberapa proses bisnis yang dapat dioptimalkan:

- i. Optimasi rute perjalanan serta pengurangan waktu perjalanan, jumlah menunggu, penundaan, polusi udara, dan kebisingan;
 - ii. Optimasi perutean transportasi umum yang lebih baik serta platform berbagi pakai yang menjemput berbagai pengguna transportasi;
 - iii. Pengenalan pola, deteksi anomali, pengelompokan, pengoptimalan, perencanaan, dan penjadwalan transportasi publik.
- c. Adopsi teknologi kecerdasan artifisial sebagai solusi pada pengelolaan inventori, manajemen aset, dan aplikasi *predictive maintenance* dalam rangka peningkatan kinerja teknikal (*engineering excellence*).

PENERAPAN KECERDASAN ARTIFISIAL DALAM KONTEKS PELAYANAN MENJADI OPTIMAL DENGAN INTEGRASI LAYANAN TERMASUK INFRASTRUKTUR DAN DATA, SEHINGGA DAPAT MENINGKATKAN KEMAMPUAN RISET DAN INOVASI INDUSTRI SECARA NASIONAL.

- d. Adopsi teknologi kecerdasan artifisial dalam rangka peningkatan keselamatan dan keamanan operasional (*safety and security management*) serta untuk mengantisipasi serangan/*attack revenues and property*.

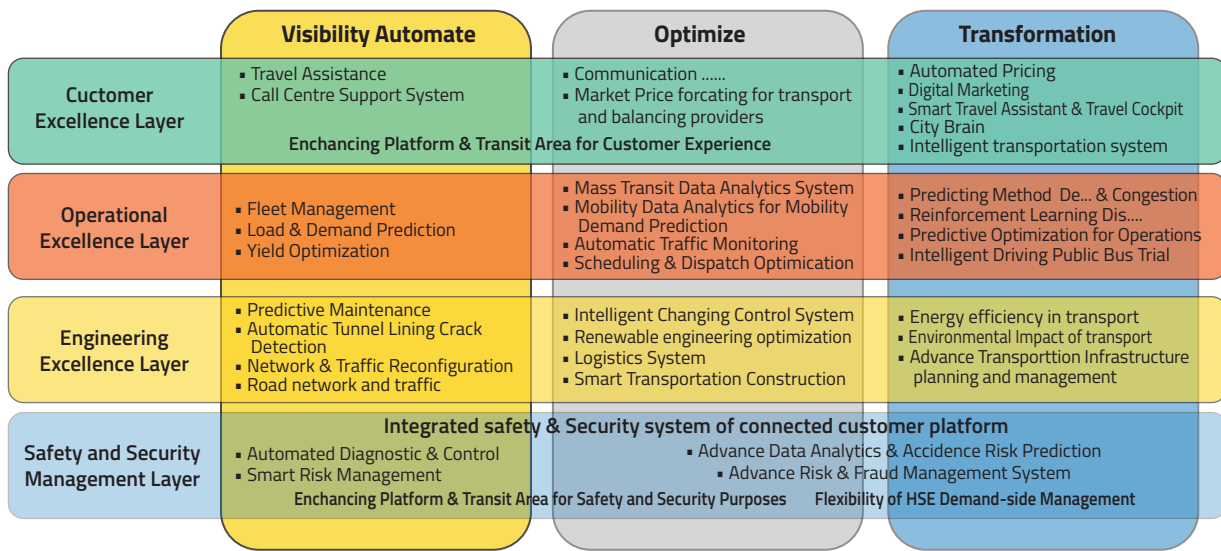
Gambar 6-6. menggambarkan secara umum tentang pemanfaatan kecerdasan artifisial di sektor transportasi publik.

B. Sektor Industri Unggulan

B.1. Pertanian dan Maritim

Tujuan yang hendak dicapai dalam pemanfaatan kecerdasan artifisial di sektor ini adalah *mewujudkan industri pangan sebagai power house di kawasan regional dengan dukungan inovasi teknologi kecerdasan artifisial*.

Untuk mencapai tujuan diatas, perlu dilakukan terobosan di sektor hulu, yaitu sektor pertanian dan maritim, dengan menerapkan sistem yang cerdas (*smart agro-maritim*) dan akurat (*precision agro-maritim*). Sistem yang cerdas dan akurat ini (Agro-Maritim 4.0) melibatkan teknologi informasi dan jaringan yang menghubungkan berbagai instrumen (sensor, satelit, UAV, *drone*) serta peralatan (robot dan mesin) yang diproses menggunakan teknologi kecerdasan artifisial dengan luaran dalam bentuk informasi, instruksi, dan aksi (Pengembangan Penelitian Agro-Maritim 4.0, Tim Pengembangan dan Konsep Agro-Maritim 4.0, IPB University, 2019, Bogor).



Gambar 6-6. Implementasi Kecerdasan Artifisial di Sektor Transportasi Publik

Teknologi kecerdasan artifisial dapat dimanfaatkan dari hulu sampai hilir, yang meliputi:

- a. Memonitor dan menganalisis kesuburan lahan, kesehatan tanaman, cuaca, dan kadar air tanah secara cepat dan akurat dengan perpaduan antara IoT, *drone*, satelit, *machine vision*, *machine learning*, dan *deep learning*;

- b. Membantu petani agar lebih efisien dan presisi dalam pemberian pupuk dan pestisida dengan penggunaan *robot planter*, *harvester*, dan *sprayer*;
- a. Meningkatkan akurasi analisis data untuk *forecasting* (prakiraan) sehingga petani dapat merencanakan kegiatan-kegiatan siklus pertanian, dari penyiapan lahan dan benih, penanaman, sampai panen dengan teknologi *machine learning*;
- b. Membantu petani dan nelayan melalui penyuluhan menggunakan teknologi *chatbot*.

Bidang riset kecerdasan artifisial yang mendukung inovasi pada **agro-maritim** antara lain:

a. Data Agro-Maritim

- Riset tentang keberagaman tanah, tanaman, dan perikanan.
- Riset tentang variabel lingkungan agro-maritim seperti cuaca, letak geografis (lokasi, ketinggian), tipe area pertanian dan perikanan (misalnya tanah gambut, tanah pasang surut, tanah tadah hujan), serta jenis laut (pantai, laut dangkal, laut dalam).

b. Precision Agro-Maritim

- Memprediksi hasil persilangan benih, reaksi tanah dan tanaman terhadap pupuk, serta reaksi hama terhadap pestisida (teknologi *chemoinformatics*).
- Memprediksi kualitas hasil pertanian dan tingkat adopsinya di pasar (*chemoinformatics* yang dikombinasikan dengan teknologi *parallel metaheuristics* dan *deep learning*).
- Pengujian mutu produk dengan *non-destructive quality testing*.

c. Smart Agro-Maritim

- Otomatisasi sortasi produk dengan teknologi *intelligent vision* dan *robotics*.
- *Smart food logistic* dari hulu sampai hilir, baik untuk normal *chain logistics* maupun *cold chain logistics*, dengan teknologi *intelligence bioreactor* dan *blockchain*.
- *Robotics: automatic spraying drone, planter machine, harvester machine, dan product sortation*.
- *Intelligent Agro-Maritim Resource Planning (IARP)* dari budi daya hingga pemasaran..



Gambar 6-7. Integrated Smart Farming dalam Agro-Maritim 4.0

B.2. Energi dan Utilitas

Tujuan yang hendak dicapai dalam pemanfaatan kecerdasan artifisial di sektor ini adalah *meningkatkan ketahanan serta keamanan energi dan utilitas secara nasional dengan dukungan inovasi teknologi kecerdasan artifisial.*

Energi dan utilitas merupakan salah satu sektor terpenting dalam pembangunan nasional. Kekurangan sumber daya energi dan utilitas akan menyebabkan keterlambatan bahkan penghentian pembangunan nasional. Karena itu, keberlanjutan pasokan energi dan utilitas yang memadai adalah sesuatu yang harus dicapai untuk memastikan keberlanjutan pembangunan nasional.

Keberlanjutan pasokan energi dan utilitas nasional merupakan bagian dari keamanan energi nasional, sehingga untuk mencapai keamanan energi nasional yang memadai, Indonesia perlu melakukan eksplorasi dan produksi secara penuh dan berkesinambungan terhadap setiap potensi sumber daya energi dan utilitas dengan dukungan teknologi terkini secara optimal dan berdasarkan kekuatan bangsa secara mandiri.

Permasalahan ketersediaan energi menurut *Outlook Energi Indonesia 2019* di antaranya:

- a. Produksi minyak dan gas bumi selama 10 tahun terakhir menunjukkan kecenderungan menurun, yang disebabkan oleh sudah tuanya sumur-sumur produksi utama dan tidak ditemukannya ladang minyak/gas baru;

- b. Produksi batu bara periode 2009-2018 mengalami peningkatan yang cukup besar, dengan capaian produksi pada 2018 sebanyak 557 juta ton;
- c. Produksi listrik tahun 2018 mencapai 283,8 TWh, yang sebagian besar dihasilkan dari pembangkit listrik berbahan bakar batu bara, gas, dan BBM; hanya 17,1 persen dari energi baru dan terbarukan.

Tantangan penyediaan energi dan utilitas kepada publik mencakup beberapa faktor:

- a. Peningkatan kinerja eksplorasi, pengembangan, serta penemuan baru cadangan minyak dan gas bumi (*exploration optimization, seismic and geological data acquisition, integrated interpretation, advanced reservoir modeling, project management*) diperlukan dalam rangka peningkatan produksi minyak dan gas untuk memenuhi kebutuhan energi nasional dari minyak dan gas bumi;
- b. Peningkatan kinerja pengelolaan terintegrasi (pembangkitan, transmisi, distribusi, dan layanan kepada konsumen) dalam operasi produksi energi listrik yang efektif dan efisien mencakup *load forecasting, predictive maintenance, yield optimization, demand and supply, dispatch management, energy theft prevention, customer information management, digital marketing, energy trading, dan supplier management*;
- c. Pembangunan sarana dan prasarana infrastruktur layanan energi dan utilitas (energi listrik, BBM, LPG, air bersih, dan telekomunikasi) agar sebanding dengan peningkatan jumlah populasi dan pembangunan perumahan atau sentra industri baru secara nasional;
- d. Peningkatan pemerataan akses untuk seluruh bangsa dan negara terhadap energi dan utilitas yang mencakup seluruh area terpencil dan *remote* ataupun perdesaan.

Riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial dimanfaatkan untuk mempercepat upaya:

- a. Meningkatkan ketersediaan energi dan utilitas secara nasional, baik yang dihasilkan dari fosil, mineral, maupun energi baru dan terbarukan, dengan pengelolaan kegiatan eksplorasi dan produksi yang terpadu dan terintegrasi;
- b. Meningkatkan pemanfaatan dan akses oleh publik secara nasional melalui penyediaan infrastruktur distribusi yang memadai dan pengelolaan konsumen secara nasional;

- c. Meningkatkan kinerja pengelolaan sumber daya dan pekerja berbasis pengetahuan (*knowledge worker*);
- d. Menciptakan ekosistem terpadu penyaluran energi dan utilitas secara nasional untuk menjamin distribusi dan dapat diakses publik di seluruh penjuru NKRI.

Riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial pada sektor energi dan utilitas dimanfaatkan pada area berikut ini.

- a. Integrasi teknologi kecerdasan artifisial dan *blockchain* memungkinkan pelanggan mendapat pasokan energi dan utilitas dengan spesifikasi yang sesuai, jumlah yang tepat, dan kualitas yang memadai. Teknologi *process automation* (*predictive maintenance, demand and inventory management, anomaly detection, data classification and clustering, strategy recommendation, fuzzy*, atau NPL) digunakan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan manajemen jaringan operasional dan pembangkitan guna memenuhi tingginya permintaan secara efektif dan efisien.
- b. Kecerdasan artifisial digunakan untuk mengelola keterikatan para produsen dalam menyediakan produk sesuai dengan kebutuhan. Teknologi *process automation, behaviour analysis, forecasting, deep learning*, dan *decision support* digunakan untuk ketersediaan dan kestabilan pasokan energi serta buat mengoptimalkan kinerja turbin pembangkitan; *smart diagnostic and control* untuk mengintegrasikan pasokan dari berbagai sumber pembangkitan dengan stabil dan saling melengkapi.
- c. Teknologi kecerdasan artifisial digunakan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan terhadap produk dan layanan yang tersedia. Teknologi *predictive models* dapat digunakan untuk menghitung dengan cepat dan canggih prediksi beban, permintaan, dan optimasinya.
- d. Kecerdasan artifisial dapat membangun segmentasi pelanggan yang terhubung pada platform rantai pasok energi dan utilitas untuk memaksimalkan interaksi pelanggan dan penyedia. *Fuzzy logic, behaviour/sentiment analysis*, dan *forecasting* digunakan untuk melakukan prakiraan harga listrik di pasar dan perdagangan listrik lintas batas.

B.3. Rantai Pasok

Tujuan yang hendak dicapai dalam pemanfaatan kecerdasan artifisial di sektor ini adalah *mewujudkan sistem rantai pasok yang terpadu dan efisien untuk penguatan ekonomi digital nasional dengan dukungan inovasi teknologi kecerdasan artifisial*.

Sektor logistik dan rantai pasok telah mengalami perubahan yang besar

**KECERDASAN ARTIFISIAL
DAPAT DIMANFAATKAN
UNTUK MEMPERBESAR
SKALA DAN
JANGKAUAN LAYANAN
PENDIDIKAN YANG
BERKUALITAS DENGAN
PERHATIAN KHUSUS
PADA MASYARAKAT
PEDESAAN, PENYANDANG
DISABILITAS,
MAUPUN ANAK-ANAK
BERKEBUTUHAN KHUSUS.**

dalam 30 tahun terakhir dan fokusnya kian bercabang. Pengelola rantai pasok kini diharapkan dapat menganalisis permintaan konsumen dan menjalankan *sales and operation planning*. Tren terbaru menunjukkan adanya tuntutan lain bagi pelaku industri sektor rantai pasok:

- Kemampuan mengakomodasi kebutuhan unik dari setiap pelanggan (*customized order*) dan mendorong pertumbuhan portofolio SKU perusahaan;
- Adanya transparansi dan akses ke berbagai pilihan barang dan vendor.
- Demi memenuhi tuntutan tersebut, diperlukan teknologi kecerdasan artifisial yang mengintegrasikan ekosistem rantai pasok. Hal-hal yang bisa terwujudkan:
- Distribusi barang menjadi jauh lebih cepat dengan didukung *forecasting* berdasarkan analisis faktor internal (data pesanan) dan eksternal (cuaca, hari libur nasional, dan lain-lain);
- Bisnis dapat mengakomodasi kustomisasi massal. Pendekatan dan pemasaran dapat dikelompokkan berdasarkan karakteristik/keunikan setiap konsumen;
- Minimnya *human error* dan tercapainya efisiensi optimal karena adanya otomatisasi, pemakaian kendaraan tanpa pengemudi, komputasi awan, dan transparansi informasi;
- Terciptanya tenaga kerja dengan kualitas lebih tinggi karena waktu yang awalnya dipakai untuk mengerjakan tugas monoton yang memakan waktu dapat dialokasikan ke pekerjaan yang lebih strategis;
- Rantai pasok dapat dijadikan lini bisnis yang baru, di mana perusahaan menjual jasa manajemen rantai pasok yang lebih *cost-effective*.

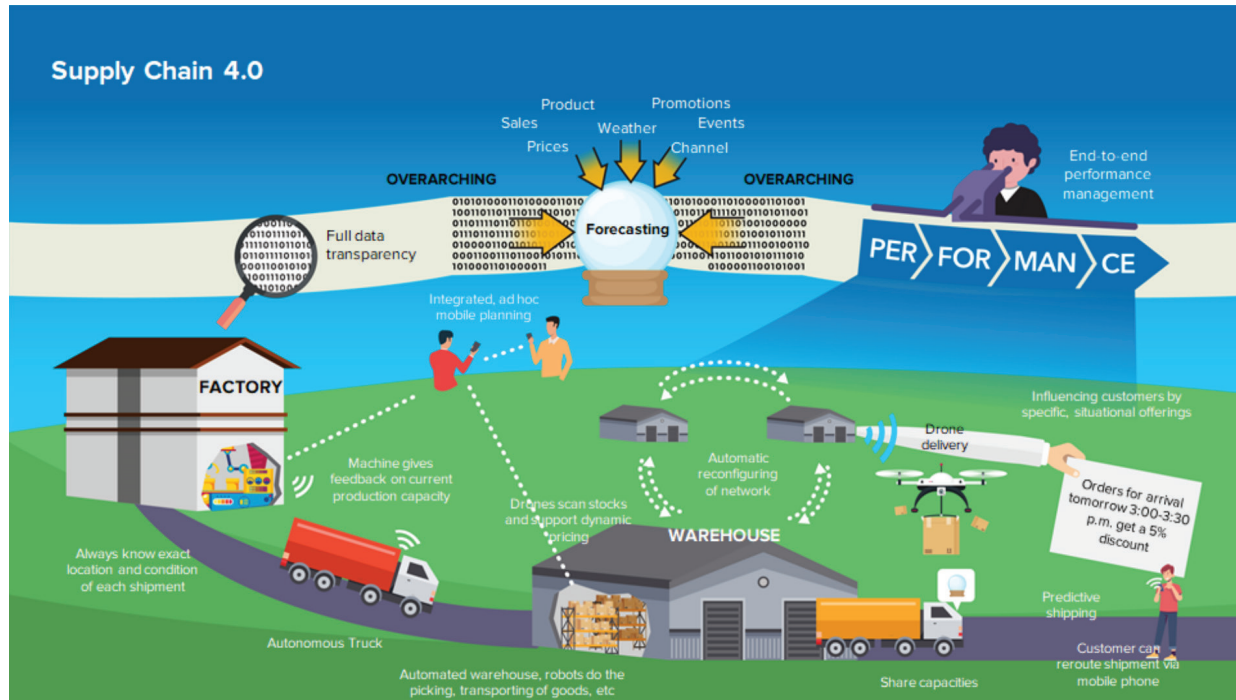
Dalam rangka implementasi teknologi kecerdasan artifisial di sektor rantai pasok, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan:

a. Cetak Biru Pengembangan Sistem Logistik Nasional (Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2012)

Sistem Logistik Nasional diharapkan dapat berperan dalam mencapai sasaran Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2010-2014, menunjang implementasi Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI), serta mewujudkan visi ekonomi Indonesia 2025 (RPJPN).

b. Tantangan Rantai Pasok di Indonesia

- Indonesia terdiri atas 17 ribu lebih pulau dengan penyediaan infrastruktur rantai pasok yang rendah;
- Adanya pungutan tidak resmi yang menyebabkan ekonomi biaya tinggi;
- Tingginya waktu pelayanan ekspor-impor dan hambatan operasional di pelabuhan;
- Terbatasnya kapasitas dan jaringan pelayanan penyedia jasa logistik nasional;



Gambar 6-8. Kerangka Berpikir Implementasi Kecerdasan Artifisial di Sektor Rantai Pasok [Alicke et al. 2016]

- Terjadinya kelangkaan stok dan fluktuasi harga bahan pokok;
- Tingginya disparitas harga di daerah perbatasan, terpencil, dan terluar.

Untuk mencapai hasil maksimal program Peta Jalan Implementasi Teknologi Kecerdasan Artifisial pada Sektor Rantai Pasok, pemenuhan sumber daya (*resources*) dan fasilitas pendukungnya (*enabler*) mencakup sebagai berikut.

- Penyelarasan dan Integrasi Pelaku Utama Rantai Pasok:** Peningkatan transparansi akan memastikan perkiraan sumber daya yang lebih tepat.
- Sistem Manajemen Pergudangan dan Sistem Manajemen Transportasi (TMS):** Interaksi antara sistem manajemen pesan, pusat distribusi, dan gudang dapat dibangun melalui TMS. Pengurangan biaya tambahan dapat dicapai dengan mengintegrasikan TMS dengan sistem manajemen gudang dan sistem manajemen perdagangan global.
- Sistem Transportasi Cerdas (ITS):** Penting untuk meningkatkan keamanan, kecepatan perjalanan, dan arus lalu lintas, serta mengurangi polusi udara. Pengumpulan pulsa elektronik, pengumpulan data kendaraan, sistem manajemen lalu lintas, *transit signal priority*, dan *emergency vehicle preemption* adalah beberapa aplikasi ITS.
- Sistem Perlindungan Keamanan Informasi:** karena solusi teknologi baru selalu membawa kerentanan, yang sebagian besar waktu untuk mengungkapkan risiko keamanan yang tidak terduga (Goodrich dan Tamassia, 2014).

**INTEGRASI TEKNOLOGI
KECERDASAN ARTIFISIAL
DAN BLOCKCHAIN,
MEMUNGKINKAN
PELANGGAN
MENDAPATKAN PASOKAN
ENERGI DAN UTILITAS
DENGAN SPESIFIKASI
YANG SESUAI,
JUMLAH YANG TEPAT
DAN KUALITAS YANG
MEMADAI.**

B.4. Bidang Keuangan dan Retail

Tujuan yang hendak dicapai dalam pemanfaatan kecerdasan artifisial di sektor ini adalah *mewujudkan ekonomi dan keuangan inklusif di seluruh penjuru Indonesia dengan dukungan inovasi teknologi kecerdasan artifisial.*

Sektor keuangan dan retail merupakan sedikit dari beberapa bidang yang disebut sebagai pengadopsi awal kecerdasan artifisial (*AI early adopters*), saat kecerdasan artifisial siap untuk dimanfaatkan. Budaya digitalisasi data sudah berlangsung cukup lama pada kedua bidang tersebut. Data keuangan dalam format digital sudah tersedia selama puluhan tahun sehingga memungkinkan pengembangan aplikasi kecerdasan artifisial seperti *credit scoring*, *financial forecasting*, *fraud detection and prevention*, dan *customer service chatbot*. Sedangkan sektor retail didukung dengan munculnya banyak *e-commerce* dalam satu dasawarsa terakhir, sehingga memungkinkan toko-toko retail tradisional berjualan secara daring serta mengoleksi banyak data tentang produk, transaksi, dan pelanggan. Ini memungkinkan pemanfaatan aplikasi-aplikasi kecerdasan artifisial: *customer segmentation* untuk kebutuhan *marketing*, personalisasi dan rekomendasi produk serta iklan untuk *plangent*, *demand prediction*, dan sebagainya.

Dengan fungsi vital ini, sektor keuangan dan retail memberikan pengaruh langsung yang sangat signifikan untuk memastikan keberlanjutan pembangunan nasional di segala sektor secara menyeluruh. Pemerintah perlu melanjutkan pembangunan berkesinambungan di sektor keuangan dan retail dengan dukungan teknologi terkini secara tepat guna dan optimal sesuai dengan sasaran strategis pembangunan nasional. Inklusi ekonomi dan finansial merupakan salah satu isu utama sektor keuangan dan retail, yang dapat diukur dalam berbagai dimensi, termasuk kepemilikan akun, penggunaan akun, dan penetrasi akun keuangan.

Menurut World Bank, diperkirakan 100 juta orang di Indonesia belum memiliki akses perbankan. Jika dibandingkan dengan beberapa negara tetangga di ASEAN, penetrasi akun keuangan di Indonesia masih tergolong rendah. Ini merupakan salah satu faktor pendorong penetrasi perbankan dan retail dari negara-negara yang tergabung dalam ASEAN untuk menguasai pasar di Indonesia, yang menjadi ancaman atas tumbuhnya sektor keuangan dan retail nasional.

Untuk mencapai visi tersebut, perlu dilakukan terobosan pada sektor keuangan dan retail dengan fokus pada empat sasaran strategis, yaitu (a) peningkatan layanan, (b) optimasi biaya, (c) peningkatan pendapatan, baik dari produk baru, produk yang disempurnakan, maupun dari nilai tambah terhadap layanan baru, serta (d) manajemen risiko yang andal, sangat kuat, berkesinambungan, dan tepat sasaran. Penerapan terobosan tersebut didukung dengan teknologi kecerdasan artifisial sehingga dapat membantu

percepatan pemenuhan sasaran-sasaran strategis.

- Implementasi teknologi kecerdasan artifisial memiliki peran strategis pada sektor keuangan dan retail dengan berlandaskan kerangka berpikir (*framework*) sebagai berikut.
- Eksplorasi (*exploration*): tahapan implementasi teknologi kecerdasan artifisial untuk mendukung eksplorasi lebih jauh pemanfaatan potensi yang tersedia pada sektor keuangan dan retail;
- Optimisasi (*optimization*): tahapan implementasi teknologi kecerdasan artifisial untuk mendukung optimasi sistem keuangan dan retail agar menjadi lebih efektif, efisien, serta memberikan nilai tambah terhadap bisnis;
- Transformasi (*transformation*): teknologi kecerdasan artifisial untuk mendukung sektor keuangan dan retail dalam melakukan transformasi agar dapat beradaptasi dengan tantangan saat ini.

B.5. Bidang Pertahanan dan Keamanan

Tujuan yang hendak dicapai dalam pemanfaatan kecerdasan artifisial di sektor ini adalah *mewujudkan postur pertahanan dan keamanan yang kuat, adaptif, dan lincah dengan dukungan inovasi teknologi kecerdasan artifisial.*

Riset dan inovasi industri di bidang pertahanan dan keamanan dilaksanakan industri-industri pertahanan yang berada di bawah kewenangan Komite Kebijakan Industri Pertahanan (KKIP). Merujuk pada Buku Putih Pertahanan Indonesia dan Kebijakan Umum Pertahanan Negara (Jakumhaneg) 2015-2019, pembangunan industri pertahanan belum diarahkan ke teknologi kecerdasan artifisial, baik pada aspek penelitian dan pengembangan, pengaplikasian, maupun pengimplementasiannya pada alat peralatan

	Exploration	Optimization	Transformation
Revenue Generation	Personalized Add-on & Product Offering	Client Acquisition Digital Account Opening Solution Sales Analytics	Churn Prediction Credit Analytics Credit Scoring
Cost Optimization	Investment Management	Fraud Detection & Surveillance Automated Reporting Administration Automation	Preventive Pattern Analysis
Customer Experience	Real-time Service Adjustment Customer Profiling	Account Management Marketing Campaign Financial Inclusion	Market sentiment Analytic Chatbot Financial Advisory Services
Good Corporate Governance	Fraud Monitoring & Detection	Advanced Risk Management	Advanced Risk and Fraud Program Management & Action

Gambar 6-9. Kerangka Berpikir Rencana Aplikasi Kecerdasan Artifisial pada Sektor Keuangan

**DENGAN DIBENTUKNYA
KOLABORASI RISET
DAN INOVASI INDUSTRI
KECERDASAN
ARTIFISIAL (KORI-KA),
INDUSTRI PERTAHANAN
DIHARAPKAN MENJADI
SALAH SATU KOMPONEN
DALAM QUAD-HELIX.**

pertahanan dan keamanan (alpalhankam). Di samping itu, belum ada kebijakan di lingkungan Tentara Nasional Indonesia (TNI) dan Kepolisian Negara Republik Indonesia (Polri) mengenai penguasaan pada teknologi kecerdasan artifisial.

Memperhatikan arahan Presiden pada 7 Juli 2020 bahwa TNI dan Polri harus segera menguasai teknologi kecerdasan artifisial, *big data*, dan otomasi, kebijakan pada industri pertahanan wajib diarahkan ke penelitian dan pengembangan, pengaplikasian, serta pengimplementasiannya pada alpalhankam. Untuk itu, diharapkan riset dan inovasi industri bidang hankam akan mampu menghasilkan beragam produk berbasis teknologi kecerdasan artifisial guna mendukung TNI melaksanakan tugas-tugasnya dalam pertahanan militer dan nirmiliter serta mendukung Polri dalam tugas-tugas keamanan dan ketertiban masyarakat (kamtibmas).

Dengan dibentuknya Kolaborasi Riset dan Inovasi Industri Kecerdasan Artifisial (KORI-KA), industri pertahanan diharapkan menjadi salah satu komponen dalam *quad helix*, yakni KKIP menjadi komponen pemerintah, sedangkan industri-industri pertahanan menjadi komponen industri.

Kunci penting dalam penyelenggaraan hankam adalah penangkalan (*deterrent*) sehingga harus dibangun satu postur hankam yang kuat, adaptif, dan lincah, yang didukung kemampuan alpalhankam yang *state-of-the-art*, kekuatan alpalhankam yang memadai untuk mempertahankan NKRI dari upaya pelanggaran kedaulatan oleh pihak asing dan menjaga kamtibmas dari gangguan dalam negeri, serta disposisi kekuatan dan kemampuan yang seimbang di seluruh wilayah NKRI. Maka, riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial bidang hankam difokuskan pada pemanfaatan kecerdasan artifisial pada aspek-aspek analisis intelijen, pengambilan keputusan, wahana-wahana mandiri cerdas, baik bergerak sendiri maupun berkelompok (*swarm*), yang beroperasi di beragam media, persenjataan maju, dukungan logistik, pemeliharaan prediktif, pengadaan, serta komunikasi aman dalam kerangka *Cognitive Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance* (Cognitive C4ISR) guna mendukung operasionalisasi *network-centric warfare*, baik pada tataran strategis, operasional, maupun taktis.

Secara umum, adapun hal-hal yang perlu ditindaklanjuti untuk mencapai tujuan pengembangan teknologi kecerdasan artifisial di berbagai sektor sebagaimana yang telah dijelaskan, yaitu sebagai berikut:

1. Inisiasi dan implementasi proyek percontohan riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial pada sektor publik dan sektor industri unggulan;
2. Implementasi program inovasi kecerdasan artifisial skala nasional secara berkelanjutan, baik untuk sektor publik maupun sektor industri unggulan;

3. Percepatan adopsi inovasi kecerdasan artifisial ke semua sektor publik dan sektor industri unggulan.

6. 2. 3.

MENINGKATKAN IMPLEMENTASI SISTEM INOVASI KECERDASAN ARTIFISIAL NASIONAL

Sasaran ini mencakup perumusan kebijakan sistem inovasi nasional khusus untuk pengembangan kecerdasan artifisial, penguatan seluruh sumber daya dan faktor pemungkin (*enabler*) yang dibutuhkan, serta pengukuran dampak keberhasilan dari riset dan inovasi kecerdasan artifisial terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Program-program yang perlu dilaksanakan yaitu sebagai berikut:

1. Inisiasi kebijakan sistem inovasi nasional untuk kecerdasan artifisial;
2. Penyempurnaan kebijakan sistem inovasi nasional pada aspek kecerdasan artifisial;
3. Penetapan simpul-simpul riset dan inovasi per sektor industri unggulan;
4. Perencanaan integrasi ekosistem riset dan inovasi kecerdasan artifisial antarsektor;
5. Orkestrasi ekosistem riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial antarsektor secara berkelanjutan;
6. Perumusan kebijakan *sandboxing* untuk menuju kemandirian riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial;
7. Penguatan seluruh sumber daya dan *enabler*, termasuk kebijakan-kebijakan yang dibutuhkan untuk strategi jangka panjang;
8. Pengukuran dampak keberhasilan dari riset dan inovasi kecerdasan artifisial terhadap PDB secara berkala.

BAB 7

BIDANG PRIORITAS KECERDASAN ARTIFISIAL

BIDANG-BIDANG PRIORITAS MEMILIKI PRASYARAT YANG SANGAT BAIK UNTUK MENGIMPLEMENTASIKAN KECERDASAN ARTIFISIAL, SEPERTI KETERSEDIAAN DATA SET UNTUK PEMODELAN.

Bidang prioritas adalah bidang spesifik yang dipilih dan memungkinkan untuk pengembangan dan pemanfaatan kecerdasan artifisial langsung. Bidang-bidang prioritas memiliki prasyarat yang sangat baik untuk mengimplementasikan kecerdasan artifisial, seperti ketersediaan *dataset* untuk pemodelan. Bidang-bidang ini juga memiliki posisi strategis di tingkat nasional karena merupakan bidang prioritas dalam rencana-rencana induk nasional dan peraturan-peraturan pemerintah yang sudah diterbitkan dan dijalankan, seperti Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024, Rencana Induk Riset Nasional (RIRN), Road Map Kementerian Perindustrian RI (*Making Indonesia 4.0*), Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik, dan Peraturan Satu Data Indonesia. Selain itu, bidang prioritas tertentu dapat ditetapkan karena adanya kebutuhan yang mendesak atau momentum khusus, seperti bidang kesehatan yang dipicu prioritasnya oleh situasi pandemi Covid-19 di dunia.

Kelompok kerja strategi nasional kecerdasan artifisial mengkaji dan menetapkan bidang-bidang prioritas yang dapat menjadi agenda pembangunan nasional dalam mewujudkan Visi Indonesia 2045. Kajian ini dibuat berdasarkan parameter-parameter sebagai berikut.

- Kesesuaian dengan SWOT nasional untuk kecerdasan artifisial;
- Visi Indonesia 2045 dan misi strategis kecerdasan artifisial nasional;
- Program prioritas pembangunan nasional dalam RPJMN dan industri 4.0;
- Kesiapan teknologi pendukung kecerdasan artifisial (termasuk infrastruktur dan *dataset*) serta potensi pasar di Indonesia;
- Dampak pada ekonomi dan masyarakat;
- Kesesuaian dengan kondisi saat ini (pandemi Covid-19 menghadapi kehidupan *New Normal*);
- Kesesuaian dengan regulasi lain (IKN, RIRN, RIPIN, dan lainnya). IKN adalah ibu kota baru negara, RIRN adalah Rencana Induk (Perpres

Nomor 38 Tahun 2018) Riset Nasional, dan RIPIN adalah Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional.

Posisi Indonesia dalam penguasaan kecerdasan artifisial di lingkungan internasional berangkat dari dasar-dasar tersebut. Pengembangan dan pemanfaatan kecerdasan artifisial ditetapkan pada lima bidang prioritas nasional.

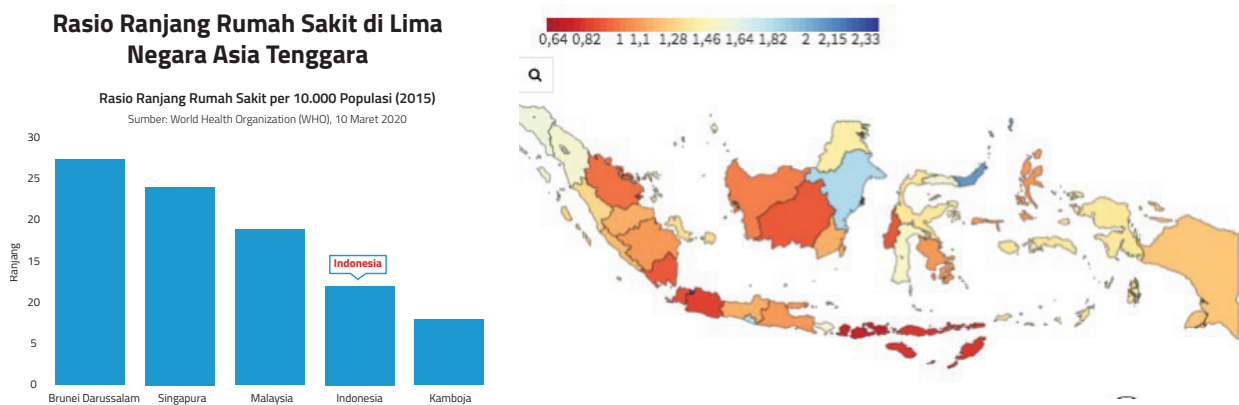
Lima Bidang Prioritas Kecerdasan Artifisial Indonesia:

1. Kesehatan
2. Reformasi Birokrasi
3. Pendidikan dan Riset
4. Ketahanan Pangan
5. Mobilitas dan Kota Pintar

Seluruh misi strategis nasional diarahkan ke bidang-bidang tersebut agar lebih mendapat prioritas daripada bidang lain. Kementerian atau institusi yang terkait dengan bidang ini akan mengambil peran untuk melaksanakan dan menyelesaikan bidang-bidang prioritas tersebut.

7. 1. BIDANG PRIORITAS KESEHATAN

Setiap orang berhak memperoleh pelayanan kesehatan sebagai kebutuhan dasar yang dilindungi UUD 1945. Dengan cakupan kesehatan semesta (*universal health coverage*), diharapkan pelayanan kesehatan dapat lebih mudah dijangkau oleh semua penduduk Indonesia. Pemangku kepentingan dalam pelayanan kesehatan terdiri atas pemerintah, penyedia kesehatan, pembayar, dan pasien, yakni kita semua—karena setiap orang bisa saja suatu saat menjadi pasien.



Gambar 7-1. Rasio Ranjang RS di Indonesia di antara 5 negara Asia Tenggara lainnya dan persebaran di wilayah Indonesia, diambil dari visualisasi berdasarkan data Kementerian Kesehatan

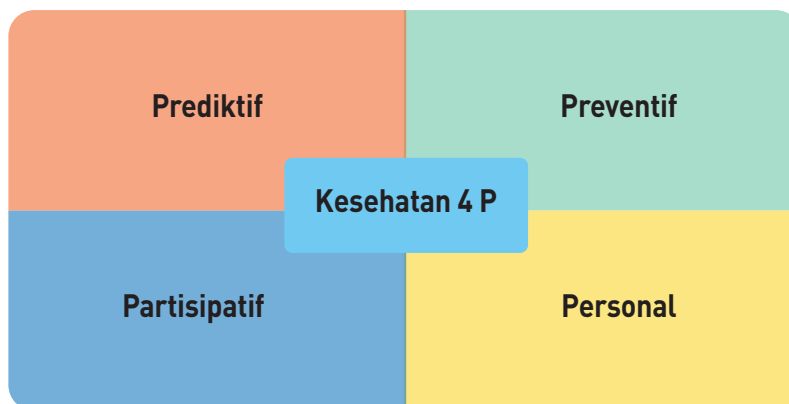
Rasio ranjang rumah sakit terhadap populasi menjadi tolok ukur kapasitas suatu wilayah dalam melayani pasien rawat inap. Dalam hal ini, Badan Kesehatan Dunia atau WHO memberikan standar ketersediaan 1 tempat tidur per 1.000 penduduk. Sebagian besar wilayah Indonesia ternyata belum mencapai standar ini dan hal itu terjadi baik di wilayah dengan kepadatan penduduk tinggi maupun rendah. Hal ini menunjukkan infrastruktur pelayanan kesehatan yang masih terbatas, karena kelas rumah sakit terkait dengan jumlah ranjang dan kemutakhiran pelayanan yang dapat diberikan.

Tenaga kesehatan menjadi ujung tombak pelayanan dengan rasio jumlah dokter saat ini adalah 86 per 100.000 penduduk menurut data Konsil Kedokteran Indonesia. Angka ini masih di bawah rekomendasi WHO, yakni 100 per 100.000 penduduk. Yang menjadi kendala adalah distribusi yang tidak merata. Berdasarkan data Kementerian Kesehatan, saat ini 70 persen tenaga kesehatan dari berbagai profesi, seperti dokter, dokter gigi, perawat, bidan, dan apoteker, berada di Pulau Jawa dan Sumatera saja. Tentu kita tidak bisa membandingkan kecukupan tenaga kesehatan hanya berdasarkan rasio jumlah penduduk, karena pelayanan kesehatan perlu menjangkau seluruh wilayah dan semua penduduk Indonesia, bahkan di area yang terpencil.

Indonesia perlu mengalami perubahan pelayanan kesehatan dari yang

berorientasi pada fasilitas kesehatan menjadi berorientasi pada pasien, dan pengobatan dari yang berorientasi pada penyakit menjadi berorientasi pada pribadi. Perlu terwujud 4P Kesehatan, yakni Prediktif, Preventif, Personal, dan Partisipatif.

Gambar 7-2. Pendekatan masa kini Kesehatan 4P untuk pelayanan kesehatan yang lebih baik



Kesehatan Prediktif mempelajari dan menangani risiko penyakit dari genetik yang dimiliki setiap orang. Tanda-tanda penyakit dideteksi sebelum menjadi nyata, sehingga kualitas hidup yang baik dapat terpelihara. Hal ini terkait dengan P berikutnya, yakni Kesehatan Preventif. Setelah kondisi penyakit diprediksi, dilakukan pencegahan dengan gaya hidup yang sehat. Setiap pribadi berbeda, yang menyebabkan pendekatan kesehatan kini perlu personal dan partisipatif. Pengobatan tidak berlaku secara umum, tetapi terfokus pada setiap individu dan dioptimalkan berdasarkan prediksi yang telah diketahui. Untuk menjalankan hal ini, partisipasi dari individu tersebut menjadi sangat penting. Pemahaman atas informasi serta keaktifan untuk menjalani gaya hidup sehat dan pengobatan bila diperlukan menjadi kunci kesuksesan.

Untuk menerapkan 4P Kesehatan, dibutuhkan banyak data dari pribadi, baik secara genetik maupun dari berbagai sensor fisik yang ada. Buat meningkatkan partisipasi setiap pasien, rumah sakit dapat memanfaatkan sistem teknologi informasi dan komunikasi (TIK), seperti sistem rumah sakit cerdas (*smart hospital*) yang menerapkan *eHealth* dan *telemedicine*. Sistem rumah sakit cerdas akan banyak memberikan kemudahan akses layanan yang lebih personal dan menerapkan upaya preventif, bahkan pada penyakit kronis, sebelum terjadi penyakit yang katastropik.

Kecerdasan artifisial memiliki peran penting dalam mengolah dan memberikan wawasan dari *big data* yang dikumpulkan melalui genetika dan sensor dalam kerangka 4P Kesehatan. Perubahan paradigma kesehatan ini berperan besar dalam memajukan kualitas hidup penduduk Indonesia. Untuk itu, Indonesia membutuhkan berbagai tindakan sebagai bentuk kesiapan dalam merealisasi layanan kesehatan di masa depan. Kecerdasan artifisial mengolah data menjadi informasi, sehingga ketersediaan data adalah keharusan.

KETERSEDIAAN DATA KESEHATAN SECARA NASIONAL SANGAT PENTING UNTUK BERBAGAI HAL SEPerti PENGAMBILAN KEBIJAKAN, PENGALOKASIAN ANGGARAN DAN PEMBUATAN PROGRAM.

Salah satu hal yang sangat penting adalah adanya interoperabilitas data kesehatan. Ketersediaan data kesehatan secara nasional sangat penting untuk berbagai hal, seperti pengambilan kebijakan, pengalokasian anggaran, dan pembuatan program. Salah satu kendala dalam integrasi data adalah tidak samanya format data yang digunakan untuk menyimpan data kesehatan. Ke depan, Indonesia perlu mempunyai standar interoperabilitas yang digunakan dalam bidang kesehatan yang juga mengadopsi standar internasional. Integrasi data bukan berarti semua data dikumpulkan dalam satu wadah, melainkan diperlukan interoperabilitas antarsistem teknologi informasi yang sudah ada saat ini, dengan tetap menjaga integritas dan keamanan data di setiap lokasi, baik secara fisik maupun sistem. Untuk mewujudkan hal ini, juga diperlukan regulasi yang mengharuskan setiap institusi kesehatan mengikuti standar interoperabilitas yang sudah ditetapkan. Buat menjamin keamanan data kesehatan yang disimpan, perlu ditetapkan sistem pengamanan yang tinggi agar tidak ada risiko diambilnya data pasien oleh pihak mana pun.

Isu penting lain adalah Indonesia memerlukan badan otoritas khusus yang mengatur dan membuat regulasi tentang data kesehatan yang independen, semacam Otoritas Jasa Keuangan (OJK) di bidang keuangan. Kemudian, dari sisi hukum, diperlukan beberapa peraturan yang dikeluarkan Kementerian Kesehatan untuk menjadi landasan bagi penerapan kebijakan teknologi kesehatan digital (*healthtech*) secara komprehensif: telemedisin, interoperabilitas data nasional, pengembangan inovasi sistem informasi dan alat kesehatan dalam negeri, peredaran obat dan alat kesehatan secara daring, sistem laboratorium nasional, data untuk penelitian, *anonymous data*, dan kebutuhan peraturan terkait lainnya.

Penerapan kecerdasan artifisial dalam kerangka 4P Kesehatan sangat erat kaitannya dengan RPJMN 2020-2024, yang telah menetapkan visi kedua, yaitu pembangunan SDM dengan menjamin kesehatan ibu hamil, kesehatan bayi, kesehatan balita, kesehatan anak usia sekolah, penurunan *stunting*-kematian ibu-kematian bayi, peningkatan kualitas pendidikan, vokasi, pembangunan lembaga manajemen talenta Indonesia, dan dukungan bagi diaspora bertalenta tinggi. Pada visi kedua ini, pemerintah menekankan pembangunan kesehatan, yang masuk pelayanan dasar di samping pendidikan. Selanjutnya, visi di atas diimplementasikan dalam Rencana Strategis Kementerian Kesehatan 2020-2024 dengan menetapkan berbagai sasaran dan merencanakan upaya-upaya strategis untuk merealisasi setiap sasaran. Upaya-upaya strategis yang bisa dibantu dengan penggunaan teknologi informasi dan komunikasi adalah sebagai berikut.

1. Pelaksanaan transformasi digital pelayanan kesehatan dan program kesehatan masyarakat dari segi profesi dan organisasi pelaksana yang terkait; digitalisasi rekam medis dan pemanfaatan rekam medis daring sampai tercapai pada interoperabilitas data kesehatan;

2. Penguatan program pelayanan gizi di posyandu untuk menurunkan angka kematian ibu, angka kematian bayi, dan *stunting* dengan memanfaatkan surveilans dan kecerdasan artifisial;
3. Pemanfaatan inovasi teknologi dalam pelayanan kesehatan yang meliputi perluasan sistem rujukan daring, termasuk integrasi fasilitas kesehatan swasta dalam sistem rujukan, dan sistem rujukan khusus untuk daerah dengan karakteristik geografis tertentu, seperti kepulauan dan pegunungan;
4. Perluasan cakupan dan pengembangan jenis layanan telemedisin untuk yang bergerak dalam kerangka 4P Kesehatan, pemanfaatan kecerdasan artifisial sebagai alat bantu, serta perluasan pelayanan kesehatan bergerak dan gugus pulau;
5. Sinergi data dasar kependudukan, basis data terpadu, serta data BPJS Kesehatan dan Ketenagakerjaan, termasuk integrasi data Jaminan Kesehatan Nasional dengan sistem informasi kesehatan dan pemanfaatan data pelayanan BPJS Kesehatan sebagai dasar pertimbangan penyusunan kebijakan bagi pemangku kepentingan;
6. Perluasan cakupan deteksi dini penyakit menular dan penyakit tidak menular, termasuk pencapaian cakupan Standar Pelayanan Minimal Bidang Kesehatan;
7. Pengembangan *real time* surveilans melalui penguatan sistem surveilans nasional dan penguatan sistem jejaring laboratorium nasional, termasuk penguatan laboratorium kesehatan masyarakat;
8. Penguatan program pencegahan dan penanganan penyakit dengan kesehatan tradisional terintegrasi jamu, herbal lokal, dan deteksi yang didukung kecerdasan artifisial;
9. Pengembangan kemandirian produksi alat kesehatan, sistem kecerdasan artifisial, dan penelitian pengobatan berbasis kearifan lokal dalam negeri.

**TELEMEDISIN
MERUPAKAN
ISTILAH LAMA YANG
BERTUJUAN UNTUK
MEMBERIKAN LAYANAN
KESEHATAN KEPADA
MASYARAKAT YANG
BERADA PADA LOKASI
YANG BERBEDA
DENGAN DOKTER ATAU
PENYEDIA LAYANAN.**

PENGEMBANGAN DAN PEMANFAATAN INOVASI KECERDASAN ARTIFISIAL DI BIDANG KESEHATAN

Dashboard Ketahanan Kesehatan

Dashboard ini untuk menampilkan peta penyebaran daerah yang memiliki ketahanan kesehatan dengan beberapa indikator, misalnya jumlah penyebaran penyakit dan sarana penunjang, termasuk peta penyebaran Covid-19 dan solusi untuk membatasi penyebaran Covid-19. Data bisa diambil dari Kementerian Kesehatan yang telah bekerja sama dengan Kemenkominfo, Kementerian BUMN, BNPB, Polri, dan Kemenhan, juga didukung teknologi dari perusahaan swasta, BUMN, dan perusahaan rintisan.

Pemanfaatan big data analytics dan kecerdasan artifisial meliputi:

- a. *Alert system* untuk penyebaran Covid-19 dengan menggunakan aplikasi dan *machine learning*;
- b. Kemudahan akses ketersediaan fasilitas kesehatan menggunakan antarmuka konversasi;
- c. Rekomendasi akses serta pemanfaatan sarana dan tenaga medis;
- d. Mesin rekomendasi untuk pencegahan pandemi.

Indikator ketahanan kesehatan:

- a. Pola penyebaran dan *index recovery* penyakit pandemi;
- b. Pola penyediaan dan perbaikan sarana kesehatan;
- c. Pola penanganan kesehatan;
- d. Pola dukungan rumah sakit, klinik, apotek, dan *healthtech*;
- e. Pola dukungan masyarakat terhadap kesehatan;
- f. Jumlah petugas kesehatan (dokter, bidan, dan tenaga medis lain);
- g. Indeks kesehatan masyarakat.

Pengembangan Berbagai Aplikasi *Healthtech* Berbasis *Machine Learning* untuk Mendukung atau Menegakkan Diagnosis yang Dilakukan Dokter dengan Kerangka 4P Kesehatan yang Didukung Telemedisin

Telemedisin merupakan istilah lama yang mengacu pada pemberian layanan kesehatan kepada masyarakat yang berada di lokasi yang berbeda dengan lokasi dokter atau penyedia layanan. Dengan perkembangan komputer dan tersedianya jaringan telekomunikasi berkecepatan tinggi, layanan telemedisin menjadi lebih lengkap sehingga dapat mendukung peran partisipasi pasien dari yang paling sederhana berupa layanan konsultasi sampai yang kompleks dengan *healthtech*, misalnya di bidang radiologi (teleradiologi) atau untuk pembedahan (telesurgeri). Dengan adanya pandemi Covid-19 di Indonesia mulai Maret 2020, peran

telemedisin menjadi sangat vital. Layanan kesehatan masih tetap bisa dinikmati masyarakat, baik yang terkait dengan Covid-19 maupun yang tidak.

Pengembangan Sistem Interoperabilitas Data Medis yang Aman Secara Nasional

Salah satu hal yang paling dikhawatirkan pada penyimpanan dan transmisi data medis adalah masalah keamanan data. Untuk itu, perlu dilakukan pengembangan metode pengamanan data medis yang lebih baik. Metode pengamanan yang berbasis *blockchain* dan kecerdasan artifisial bisa menjadi kombinasi yang aman untuk pengamanan data medis. Konsep transaksi data berbasis *blockchain* dan *smart contract* menjamin setiap perubahan pada data dan akses kepada data medis selalu diketahui, dicatat, dan mendapat izin dari pihak yang terlibat. Kecerdasan artifisial bermanfaat untuk mendeteksi usaha mengakses ataupun memanfaatkan data.

Kecerdasan Artifisial dalam Kerangka 4P Kesehatan

Pengembangan pemanfaatan kecerdasan artifisial sangat penting untuk mempelajari data genetika, mendeteksi kemungkinan penyakit yang akan timbul, dan mempelajari perilaku risiko kesehatan setiap pribadi. Semua ini memberikan wawasan yang mendalam bagi tenaga kesehatan dan pribadi yang terkait. Kemudian, dalam pengobatan personal, kecerdasan artifisial menyesuaikan farmakogenetika yang digunakan. Untuk meningkatkan partisipasi, wawasan dan informasi kepada pribadi yang terkait disajikan sesuai dengan tingkat pemahaman yang sudah dipelajari kecerdasan artifisial.

7. 2. BIDANG PRIORITAS REFORMASI BIROKRASI

REFORMASI BIROKRASI YANG MERUPAKAN SALAH SATU UPAYA PEMERINTAH UNTUK MEMBENTUK PEMERINTAHAN YANG BAIK DAN BERSIH INI, BERTUJUAN UNTUK MENCIPTAKAN BIROKRASI YANG PROFESIONAL

Gerakan reformasi di Indonesia yang didukung mahasiswa pada 1998 telah berhasil menumbangkan rezim Orde Baru yang pada saat itu berkuasa di Indonesia. Gerakan ini diawali dengan terjadinya krisis ekonomi yang dialami Indonesia pada 1997, yang berkembang menjadi krisis multidimensi. Masyarakat Indonesia saat itu sangat “gerah” terhadap penyelenggaraan pemerintahan yang sarat dengan praktik korupsi, kolusi, dan nepotisme (KKN). Masyarakat menuntut pemerintah yang baru dapat menghapus praktik-praktik KKN serta melakukan reformasi dalam kehidupan berbangsa dan bernegara, yang salah satunya adalah penyelenggaraan pemerintahan di Indonesia yang bersih. Hal ini tentu saja juga menuntut adanya perubahan sistem birokrasi di Indonesia agar terwujud birokrasi yang akuntabel, bersih, dan efisien melalui reformasi birokrasi.

Kondisi birokrasi Indonesia di awal era reformasi ternyata belum banyak berubah. Masih banyak ditemukan birokrat yang arogan dan menganggap rakyatlah yang membutuhkannya. Praktik KKN juga masih banyak terjadi. Melihat kondisi tersebut, pada 2011, pemerintah di bawah Presiden Susilo Bambang Yudhoyono merumuskan sebuah peraturan untuk menjadi landasan dalam pelaksanaan reformasi birokrasi di Indonesia, yaitu Peraturan Presiden Nomor 80 Tahun 2011 tentang Grand Design Reformasi Birokrasi Indonesia 2010-2025.

Reformasi birokrasi yang merupakan salah satu upaya pemerintah untuk membentuk pemerintahan yang baik dan bersih ini bertujuan menciptakan birokrasi yang profesional dengan karakteristik, berintegrasi, berkinerja tinggi, bebas dan bersih KKN, mampu melayani publik, netral, sejahtera, berdedikasi, serta memegang teguh nilai-nilai dasar dan kode etik aparatur negara. Secara ringkas, visi reformasi birokrasi adalah terwujudnya pemerintahan kelas dunia, sedangkan misi reformasi birokrasi Indonesia adalah sebagai berikut.

1. Membentuk/menyempurnakan peraturan perundang-undangan dalam rangka mewujudkan tata kelola pemerintahan yang baik;
2. Melakukan penataan dan penguatan organisasi, tata laksana, manajemen sumber daya manusia aparatur, pengawasan, akuntabilitas, kualitas pelayanan publik, pola pikir, dan mental budaya;
3. Mengembangkan mekanisme kontrol yang efektif;
4. Mengelola sengketa administrasi secara efektif dan efisien.

Untuk memperkuat Perpres Nomor 80 Tahun 2011, pemerintah menerbitkan Peraturan Presiden Nomor 95 Tahun 2018 tentang Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE). Perpres ini menjadi salah satu upaya pemerintah dalam mewujudkan tata kelola pemerintahan yang bersih, efektif, transparan, dan akuntabel serta pelayanan publik yang berkualitas dan tepercaya, melalui dukungan pemanfaatan TIK dalam sistem pemerintahan secara terpadu. Kebijakan ini menekankan prinsip-prinsip berbagi pakai, terintegrasi dan menyeluruh, serta berkesinambungan dalam pengembangan SPBE, yang merupakan fondasi dan prasyarat utama dalam melakukan transformasi menuju *digital government* di Indonesia.

Visi SPBE adalah terwujudnya sistem pemerintahan berbasis elektronik yang terpadu dan menyeluruh untuk mencapai birokrasi dan pelayanan publik yang berkinerja tinggi. Visi ini juga sekaligus mendukung salah satu pilar Visi Indonesia Emas 2045, yaitu Pemantapan Ketahanan Nasional dan Tata Kelola Pemerintahan.

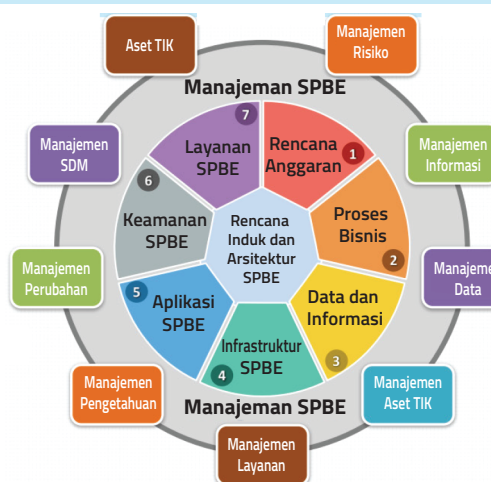
KERANGKA PERATURAN PRESIDEN

Tata Kelola SPBE

Kerangka kerja yang memastikan terlaksananya pengaturan, pengarahannya, dan pengendalian dalam penerapan SPBE secara terpadu

Tata Kelola SPBE

Melaksanakan pengelolaan unsur-unsur SPBE secara efisien, efektif, dan berkesinambungan



Penyelenggaraan SPBE

- Tim Koordinasi SPBE Nasional
- Pelaksana SPBE di Instansi Pusat dan Pemerintah Daerah

Penyelenggaraan SPBE

- Implementasi SPBE yang terintegrasi meliputi:
- Integrasi perencanaan, penganggaran, pengadaan
 - Integrasi data kepegawaian
 - Integrasi kearsipan
 - Integrasi pengaduan publik
 - Pembangunan Pusat Data Nasional

Gambar 7-3. Kerangka Peraturan Presiden tentang SPBE

Dalam Kompas100 CEO Forum di Jakarta, Kamis, 28 November 2019, Presiden Republik Indonesia Joko Widodo memerintahkan lembaga pemerintah menghapus dua jajaran pegawai negeri pada 2020 dan mengganti peran mereka dengan kecerdasan artifisial dalam upaya memotong birokrasi yang menghambat investasi. Pernyataan Presiden Jokowi tersebut diperkuat sebuah analisis lembaga internasional (Deloitte University Press, 2019) yang menjelaskan bagaimana kecerdasan artifisial dapat memberikan keuntungan kepada pemerintah.

Salah satu inovasi dari kecerdasan artifisial tersebut adalah penciptaan robotika dan otomasi kognitif yang memungkinkan mesin mereplikasi tindakan dan keputusan manusia, membebaskan orang dari tugas manual,

untuk melakukan pekerjaan yang membutuhkan kemampuan manusia yang unik. Sebagai contoh, kita dapat mengotomatiskan entri data dengan pengenalan tulisan tangan secara otomatis, menangani penjadwalan dengan algoritma perencanaan dan optimasi, serta menggunakan pengenalan suara, pemrosesan bahasa alami, dan teknologi tanya-jawab untuk menyediakan layanan masyarakat.

Hal tadi sekaligus memberikan sinyal adanya kebutuhan kajian pengembangan dan penerapan teknologi kecerdasan artifisial untuk mengganti fungsi-fungsi birokrasi di pemerintahan, khususnya dalam rangka membantu pemerintah menghasilkan keputusan dan kebijakan yang cepat dan akurat.

PENGEMBANGAN DAN PEMANFAATAN INOVASI KECERDASAN ARTIFISIAL DI LAYANAN DAN ADMINISTRASI PEMERINTAHAN

Pengembangan Platform *Chatbot* untuk Layanan Pemerintahan

BPPT saat ini mengembangkan sebuah platform *chatbot* pemerintahan yang nantinya dapat digunakan untuk pengembangan-pengembangan *chatbot* yang diterapkan di institusi pemerintah. *Chatbot* sendiri dapat digunakan sebagai pengganti peran manusia yang biasanya menyediakan waktu untuk melayani informasi interaktif masyarakat. *Chatbot* tidak sebatas digunakan untuk layanan informasi, tetapi juga dapat memberikan akses cepat ke data publik, menyerahkan keluhan/laporan masyarakat kepada yang berwenang, menyerahkan formulir, dan melakukan pembayaran pajak atau tagihan.

Chatbot pemerintahan dapat melayani komunikasi dua arah dengan masyarakat dalam bahasa Indonesia untuk konteks pemerintahan dan menyediakan waktu komunikasi selama 24 jam 7 hari bagi masyarakat. Dengan *chatbot*, pemerintah dapat menyelesaikan permasalahan masyarakat lebih cepat dan memberikan layanan publik lebih mudah. *Chatbot* juga mudah diintegrasikan dan pengelolaannya tidak mahal.

Pengembangan Sistem Otomasi Proses Robotik di Pemerintahan

Sistem otomasi proses robotik merupakan peluang yang lebih tepat bagi pemerintah. Sistem ini memanfaatkan perangkat lunak dan sering disebut sebagai *bot* yang mengotomatisasi jenis tugas yang biasanya kita lakukan sendiri. Sistem ini meniru langkah-langkah yang akan kita ambil untuk menyelesaikan berbagai tugas digital—mengisi formulir atau pesanan pembelian, memotong dan menempelkan informasi dari satu *spreadsheet* ke yang lain, ataupun mengakses banyak basis data—secara akurat dan cepat.

Pengembangan Kecerdasan Artifisial untuk Pengelolaan Anggaran Pemerintah

Menyeleksi dan mengevaluasi proposal anggaran, baik pemerintah pusat maupun pemerintah daerah, adalah pekerjaan yang membebani pegawai pemerintah. Proses seleksi dan evaluasi harus melalui pemeriksaan dan identifikasi ketidakwajaran dalam usulan anggaran. Kecerdasan artifisial yang mampu mendeteksi ketidakwajaran anggaran pemerintah akan sangat membantu meringankan proses evaluasi. Dengan begitu, pemborosan anggaran pemerintah dapat dicegah. Untuk ini, dibutuhkan *dataset* anggaran dan referensinya yang efektif untuk pembuatan model.

BEBERAPA TEKNOLOGI KECERDASAN ARTIFISIAL DAPAT MEMBANTU TATA- KELOLA MONITORING KINERJA PEGAWAI PEMERINTAHAN.

Selain mendeteksi ketidakwajaran anggaran, kecerdasan artificial dapat berperan membantu pendeteksian penyalahgunaan anggaran, audit anggaran, analisis anggaran, penyediaan *template* rencana anggaran, dan laporan anggaran.

***Personal Identification* menggunakan Pengenalan Wajah, Suara, dan Tipe Biometrik Lain**

Kecerdasan artificial dapat membantu pemerintah dalam mengidentifikasi penduduk menggunakan biometrik. Kecerdasan artificial yang bisa diterapkan antara lain pengenalan sidik jari, wajah, suara, dan selaput pelangi mata.

Dalam rangka mendukung reformasi birokrasi yang harus sesuai dengan kemajuan transformasi digital di birokrasi pemerintahan, beberapa teknologi kecerdasan artificial dapat membantu tata kelola *monitoring* kinerja pegawai pemerintahan. Salah satu teknologi tersebut adalah sistem aplikasi presensi aparatur sipil negara (ASN) dengan menggunakan teknologi pengenalan wajah (*face biometric*) dan pelacak lokasi keberadaan (*GPS tracker*). Dengan teknologi ini, ASN dapat melakukan pelaporan presensinya secara *real time* di mana pun ia berada dengan menggunakan perangkat telepon seluler yang dilengkapi koneksi Internet, kamera, dan sistem GPS. Untuk memastikan presensi ASN tersebut bukan berasal dari sebuah gambar foto yang direkam kamera, sistem aplikasi presensi dibantu sebuah *life object detection*.

Analisis Sentimen

Sistem analisis sentimen memanfaatkan data dari media sosial sehingga tren masyarakat terhadap kebijakan pemerintah atau pelaksanaan suatu program pemerintah dapat dilihat.

Analisis *Big Data* Pemerintahan

Sistem analisis *big data* memanfaatkan data dari berbagai sumber, baik data terstruktur yang dimiliki pemerintah maupun data tak terstruktur dan dinamis yang diambil dari berbagai media sosial dan situs Internet. Sistem ini dapat digunakan untuk membantu pemerintah dalam mengambil keputusan.

7. 3. BIDANG PRIORITAS PENDIDIKAN DAN RISET

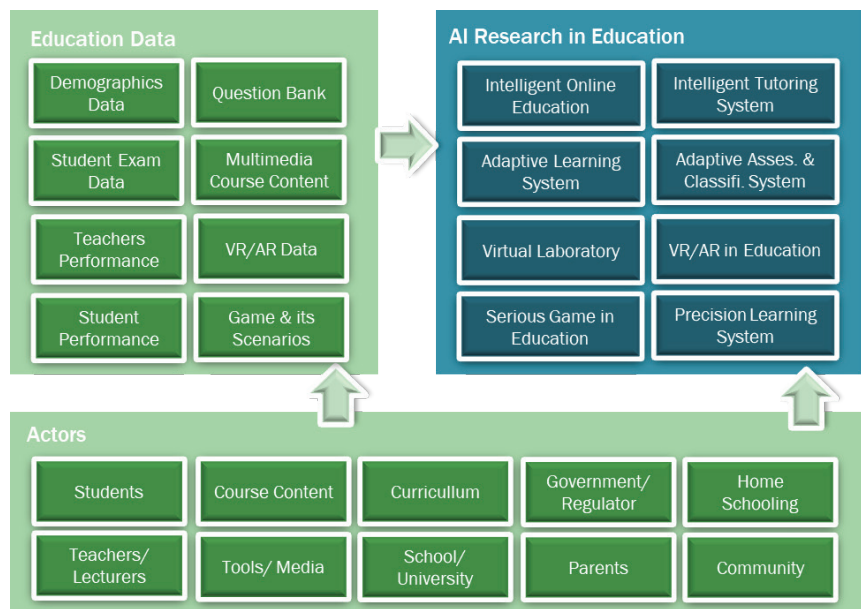
Pendidikan dan riset dipilih sebagai salah satu bidang prioritas kecerdasan artifisial Indonesia karena pendidikan merupakan kebutuhan dasar manusia. Di samping itu, pemerintah menyediakan anggaran yang besar pada pendidikan. Pendidikan penting untuk menyiapkan SDM yang berkualitas, dari level pendidikan dasar hingga pendidikan tinggi. Pendidikan tinggi yang dilaksanakan perguruan tinggi mencakup *tridharma*, yaitu pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat.

Sekalipun masih ada tantangan pengelolaan data pendidikan yang dominan secara manual, kebutuhan teknologi kecerdasan artifisial di masa depan sangat penting karena layanan pendidikan akan mengalami perubahan. Layanan pendidikan yang saat ini berbasis kelas nantinya bergeser ke pendidikan berbasis anak didik. Lebih jauh, pendidikan bisa mengarah ke *precision learning*, yang mengambil istilah dari bidang kesehatan. Dalam *precision learning*, selain memperhitungkan aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik siswa, pembelajaran memperhitungkan *behaviour* atau kebiasaan siswa sehari-hari. Kemudian, dengan banyaknya data yang bisa diambil dari siswa melalui gawai, komputer, ataupun *digital footprint* siswa, akan banyak informasi yang didapatkan dari siswa secara individual. Pembelajaran formal di sekolah perlahan akan bergeser dari dalam ke luar sekolah, yang saat ini sudah diakui pemerintah dengan adanya *homeschooling* dengan sistem evaluasi yang distandardisasi. Kecerdasan artifisial akan berperan besar dalam perubahan pendidikan di masa depan. Berbagai aplikasi kecerdasan artifisial dalam bidang pendidikan ditunjukkan pada Gambar 7-4, di antaranya *Intelligent Online Education*, *Smart Course Content with AR/VR*, *Virtual Laboratory*, *Adaptive Learning System*, *Adaptive Assessment System*, *Adaptive Classification System*, *Serious Game in Education*, dan *Precision Learning System*.

Kecerdasan artifisial sangat dibutuhkan setidaknya untuk menjawab beberapa tantangan dalam memajukan bidang pendidikan, seperti yang tercantum dalam Rencana Strategis Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Tantangan-tantangan tersebut bisa dijawab dengan solusi-solusi sebagai berikut.

1. Pengembangan berbagai konten multimedia, *game* edukasi, dan *adaptive assessment* untuk pembelajaran sebagai pengalaman menyenangkan, bukan pembelajaran sebagai beban;
2. Pengembangan data pendidikan terintegrasi, materi pelajaran terkoordinasi, bank soal terintegrasi, dan penggunaan metode evaluasi

Gambar 7-4. Peta Aplikasi Kecerdasan Artifisial di Bidang Pendidikan



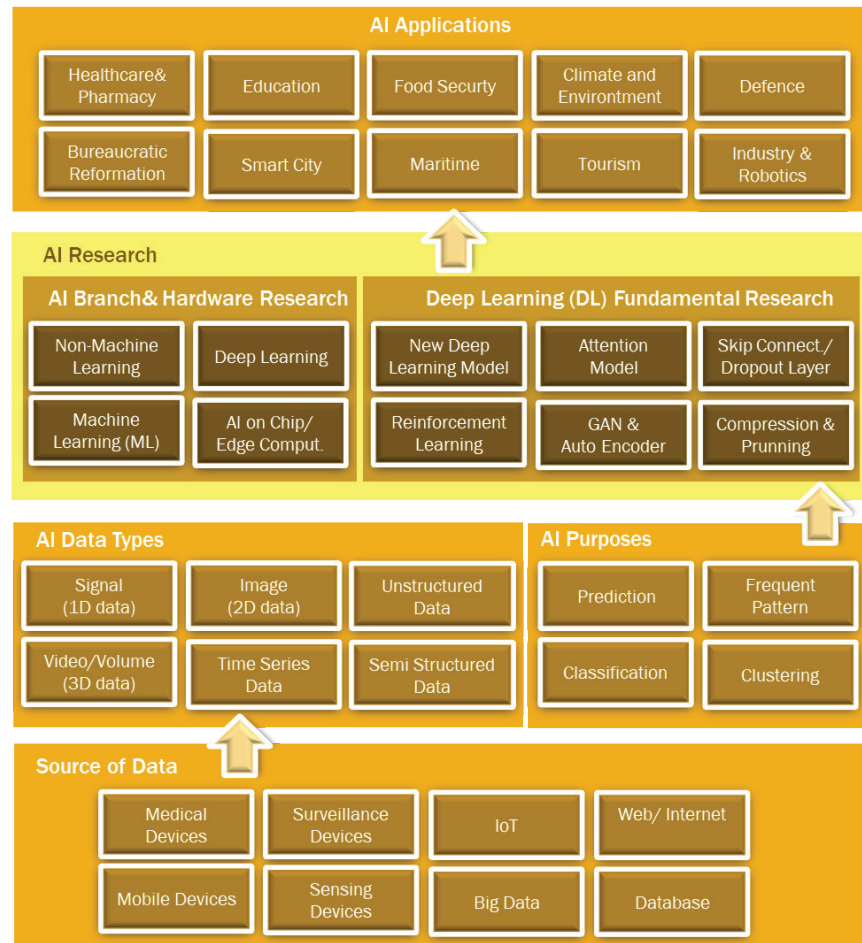
cerdas untuk mewujudkan sistem pendidikan yang terbuka (pemangku kepentingan bekerja sama), bukan sistem pendidikan yang tertutup (pemangku kepentingan bertindak sendiri-sendiri);

3. Pengembangan sistem penilaian adaptif (*adaptive assessment*) dan sistem klasifikasi siswa cerdas (*intelligent student classification*) untuk menjadikan guru sebagai fasilitator pembelajaran, bukan guru sebagai penerus pengetahuan;
4. Pengembangan sistem pembelajaran presisi (*precision learning system*) untuk mewujudkan pendekatan yang berpusat pada peserta didik dan personalisasi, bukan pendekatan pedagogi yang bersifat pukul rata (*one size fits all*);
5. Penerapan pembelajaran jarak jauh dengan bantuan teknologi yang tidak mengharuskan kehadiran tatap muka, seperti yang sudah diterapkan selama masa pandemi Covid-19 pada 2020.

Selain pengembangan dan penerapan aplikasi kecerdasan artifisial di dunia pendidikan, masih terbuka lebar kesempatan riset-riset inovasi di bidang kecerdasan artifisial. Kecerdasan artifisial berkembang pesat dengan diperkenalkannya *subset* dari kecerdasan artifisial, yaitu *machine learning*. Kemudian, dengan dukungan komputasi tinggi oleh GPU, teknik *deep learning* yang merupakan *subset* dari *machine learning* berkembang pesat. Riset-riset dapat melakukan eksplorasi pada metode-metode baru kecerdasan artifisial yang tidak lepas dari kebutuhan atau *use case* baru.

Indonesia dengan jumlah penduduk yang besar, dengan keberagaman budaya, bahasa, makanan, tujuan wisata, sumber daya alam, dan lain-lain, merupakan

**KECERDASAN
ARTIFISIAL SANGAT
DIBUTUHKAN
SETIDAKNYA UNTUK
MENJAWAB BEBERAPA
TANTANGAN UNTUK
MEMAJUKAN BIDANG
PENDIDIKAN**



Gambar 7-5. Riset di Bidang Kecerdasan Artifisial

sumber dari kebutuhan atau *use case* baru yang beragam. Dari data yang beragam ini, ada beberapa yang khas Indonesia karena keunikannya, seperti bahasa, aksara, dan tarian. Keberagaman dan keunikan data khas Indonesia ini tentu menjadi topik riset yang menarik di bidang kecerdasan artifisial untuk bisa menghasilkan metode baru ataupun memperbaiki metode yang sudah ada.

Gambar 7-5 menampilkan beberapa pilihan untuk melakukan riset di bagian metode kecerdasan artifisial secara umum, di bagian *machine learning*, di bagian *deep learning*, dan riset yang terkait dengan *hardware*, misalnya *AI on chip*. Penelitian di bidang *deep learning* mencakup pengembangan model baru dari *deep learning*, *attention model*, *reinforcement learning*, ataupun riset mengenai optimasi model.

PENGGUNAAN VIRTUAL REALITY (VR) DAN AUGMENTED REALITY (AR) SUDAH SANGAT MASIF UNTUK BERBAGAI BIDANG TERMASUK UNTUK PENDIDIKAN.

PENGEMBANGAN DAN PEMANFAATAN INOVASI KECERDASAN ARTIFISIAL DI BIDANG PENDIDIKAN DAN RISET

Intelligent Online Education

Masa pandemi Covid-19 pada awal 2020 memaksa pembelajaran dilakukan dari rumah. Pemberian materi pelajaran dilakukan secara daring. Guru memindahkan pembelajaran dari tatap muka langsung (*offline*) menjadi tatap muka virtual secara daring dalam mode sinkronus. Untuk membantu guru dalam melaksanakan pembelajaran daring, kecerdasan artifisial bisa diaplikasikan ke materi pelajaran, metode asesmen hasil pembelajaran, serta klasifikasi siswa berdasarkan hasil asesmen.

Smart Course Content with AR/VR

Penggunaan *virtual reality* (VR) dan *augmented reality* (AR) sudah sangat masif untuk berbagai bidang, termasuk pendidikan. VR bisa digunakan untuk membuat modul pelatihan, termasuk praktikum dan pembelajaran. Dalam bidang medis, misalnya, riset menyatakan bahwa penggunaan VR dalam simulasi pembedahan dapat mempercepat penguasaan keterampilan pembedahan seorang dokter dibanding tanpa penggunaan VR.

Virtual Laboratory

1. Laboratorium dan kegiatan praktikum bisa ditempatkan di ruang virtual dalam bentuk *virtual laboratory* (*Vlab*). Walaupun saat ini tidak bisa memberikan pengalaman dalam aspek psikomotorik kepada praktikan, *Vlab* terbukti mampu membantu pembelajaran daring, terutama di masa pandemi Covid-19. *Vlab* bisa menampilkan konten multimedia yang sarat informasi sehingga bisa memberikan pemahaman lebih kepada praktikan. Dengan penggunaan *virtual reality* dan *augmented reality*, praktikan bisa mendapat sensasi nyata seperti berada di industri.

Adaptive Learning System

Sistem pembelajaran yang adaptif menyesuaikan kemampuan siswa. Siswa akan diberi materi yang sesuai dengan kemampuannya, dengan tingkat kesulitan yang dapat dinaikkan atau diturunkan berdasarkan hasil evaluasi.

Adaptive Assessment System

Sistem penilaian adaptif sering digunakan untuk mengukur kemampuan siswa dengan memilih pertanyaan yang cocok untuk setiap siswa. Tingkat kesulitan soal bisa disesuaikan dengan persepsi tingkat kesulitan soal yang tidak sama antarsiswa. Sistem penilaian adaptif ini dapat digunakan untuk menilai seberapa tepat pencapaian kompetensi siswa.

Intelligent Student Classification

Klasifikasi siswa diperlukan untuk mengetahui kelas siswa berdasarkan kemampuan tertentu sehingga pemberian materi pelajaran bisa disesuaikan dengan kelasnya. Klasifikasi kemampuan ini ditentukan berdasarkan hasil evaluasi yang tidak hanya ditentukan berdasarkan nilai benar, tetapi juga berdasarkan fitur lain seperti kecepatan menjawab, kebenaran dalam menjawab, dan banyaknya pengulangan atau permintaan bantuan.

Serious Game in Education

Game dapat digunakan untuk membantu proses pembelajaran, baik untuk mata pelajaran yang bersifat hafalan seperti bahasa Inggris dan biologi maupun mata pelajaran yang bersifat analitis dan sintesis seperti fisika dan matematika. Penguasaan materi bisa dipercepat secara signifikan.

Precision Learning System

Dalam pembelajaran yang menitikberatkan siswa secara personal ini, materi disesuaikan dengan karakteristik siswa karena ada siswa yang masuk kelas *auditory learner*, *visual learner*, atau *kinesthetic learner*. Selain kelas tersebut, ada beberapa atribut psikologis yang memengaruhi kecepatan siswa dalam memahami materi belajar. Berbagai atribut yang terkait dengan siswa ini akan direkam, kemudian jenis materi yang cocok akan dipilihkan untuk siswa tersebut.

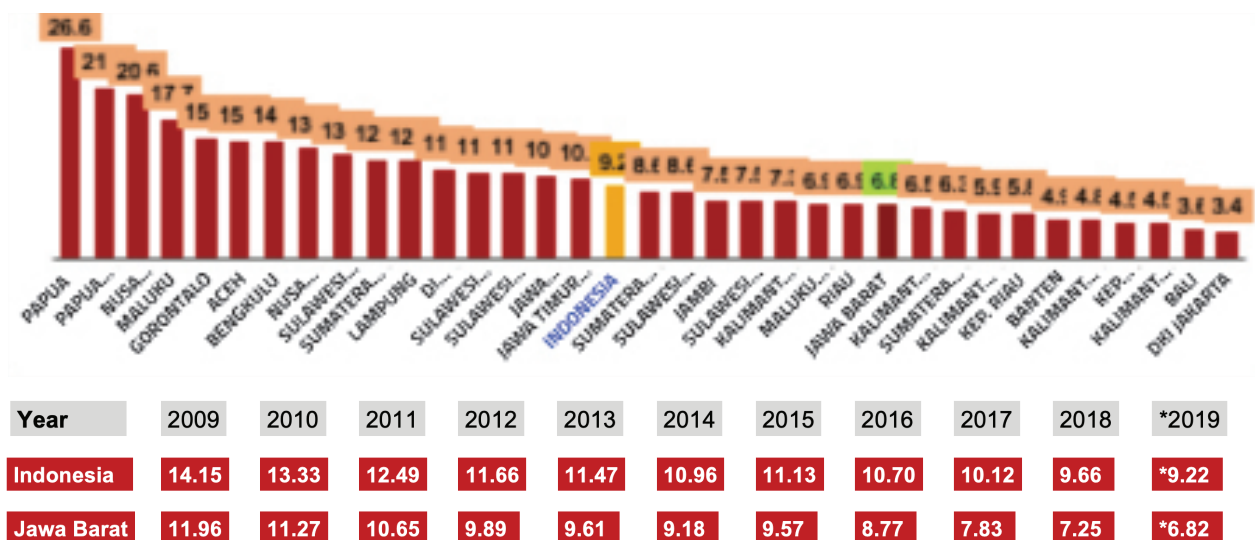
7. 4. BIDANG PRIORITAS KETAHANAN PANGAN

SISTEM KECERDASAN ARTIFISIAL DAPAT MEMBERIKAN ALERT SYSTEM UNTUK JENIS PANGAN YANG MINUS DAN PERLU ADA ALOKASI SUPPLY, MEMBERIKAN BATAS MINIMUM KETERSEDIAAN PANGAN 9 JENIS MAKANAN POKOK

Beberapa *insight* tentang ketahanan pangan nasional memberikan gambaran peta penyebaran daerah yang rawan pangan dengan beberapa indikator. Indikator tersebut di antaranya jumlah suplai atau ketersediaan pangan, akses pangan, dan pemanfaatan pangan di setiap daerah. Sistem kecerdasan artifisial dapat memberikan *alert system* untuk jenis pangan yang minus dan perlu ada alokasi suplai, memberikan batas minimum ketersediaan sembilan jenis makanan pokok atau lainnya yang bisa menyebabkan kenaikan harga dan inflasi, serta memberikan rekomendasi akses dan pemanfaatan pangan melalui *demand and supply* yang seimbang untuk setiap daerah. Beberapa variabel ketahanan pangan yang dianalisis adalah rasio konsumsi terhadap ketersediaan bersih per kapita per hari, persentase penduduk di bawah garis kemiskinan, serta persentase rumah tangga dengan pengeluaran pangan lebih dari 65 persen pendapatan.

Sejak 2015, persentase penduduk miskin di Indonesia terus mengalami penurunan. Hingga 2019, persentase kemiskinan rata-rata provinsi ada di angka 9,22 persen (BPS, Dukcapil, 2019). Lima provinsi dengan jumlah penduduk miskin paling banyak didominasi provinsi di wilayah Indonesia timur. Sedangkan provinsi dengan persentase penduduk miskin paling kecil adalah Kalimantan Selatan, Bali, dan DKI Jakarta. Jawa Barat, sebagai provinsi dengan tingkat kepadatan penduduk paling tinggi di Indonesia, juga mengalami penurunan persentase jumlah penduduk miskin dari tahun ke tahun. Meskipun terjadi penurunan yang konsisten dalam angka ini, pemerintah harus terus menerapkan berbagai program, termasuk bagaimana teknologi, khususnya kecerdasan artifisial, dapat menjadi *enabler* dalam menekan tingkat kemiskinan Indonesia, khususnya di daerah-daerah yang masih memiliki angka yang tinggi.

Gambar 7-6. Persentase Kemiskinan Provinsi-Provinsi di Indonesia

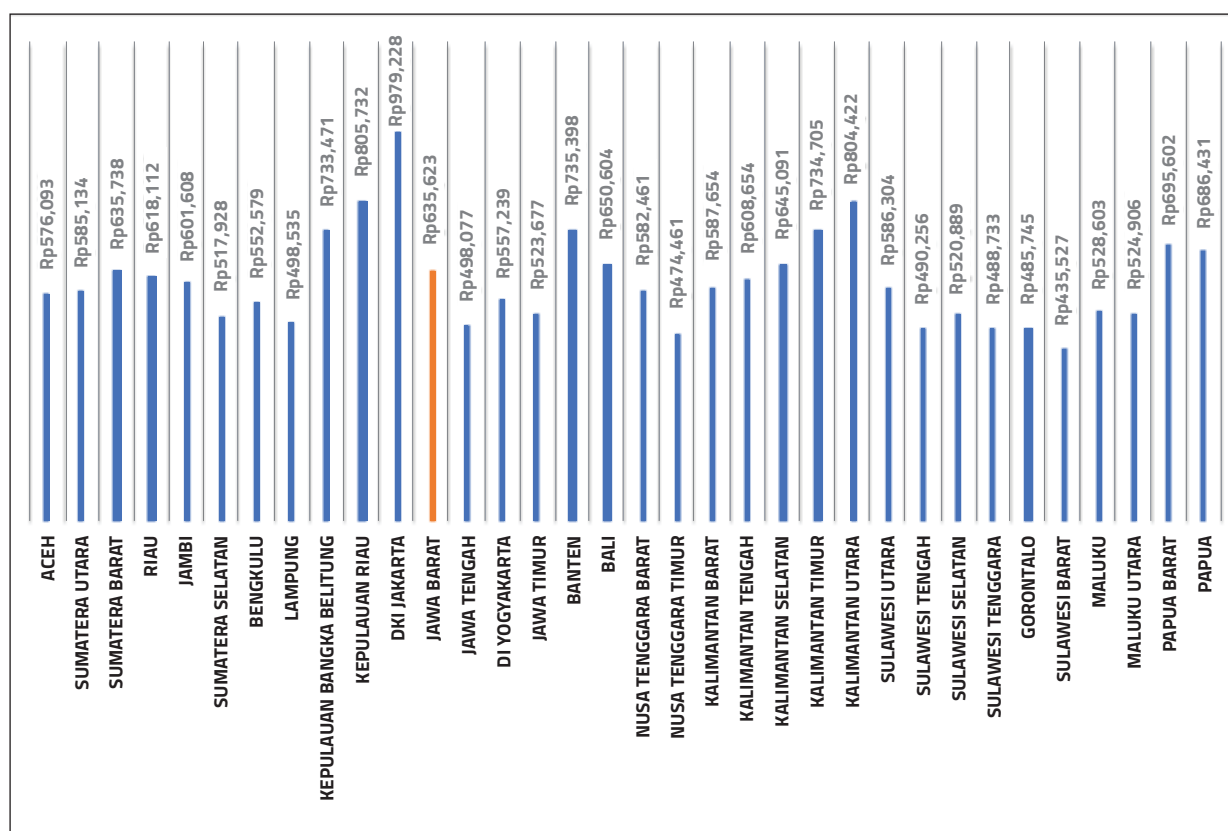


Kecerdasan artifisial dapat membantu mengidentifikasi kawasan atau daerah yang paling membutuhkan bantuan. Upaya mengatasi kemiskinan di daerah tertentu dapat dibantu melalui kecerdasan artifisial, misalnya dengan meningkatkan jumlah lahan pertanian di daerah tertentu dan mempelajari keterampilan baru untuk mendukung masyarakat. Kecerdasan artifisial juga dapat membantu mendistribusikan bantuan di daerah miskin atau di daerah yang terkena wabah penyakit/pandemi dan bencana alam yang berdampak pada ekonomi penduduk.

Identifikasi kemiskinan dan daerah-daerah yang paling membutuhkan pangan adalah komponen kunci untuk mengatasi masalah kemiskinan. Citra satelit melalui kecerdasan artifisial dapat membantu melakukan hal ini. Banyak sekali gambar yang diambil satelit dapat membantu mengidentifikasi daerah miskin dan makmur. Citra daerah dengan kepadatan cahaya yang tinggi di malam hari biasanya lebih kaya daripada daerah dengan kegelapan. Ini juga menggambarkan ada-tidaknya akses listrik di suatu daerah. Kecerdasan artifisial, dalam hal ini, dapat membantu mengidentifikasi daerah yang paling membutuhkan bantuan, juga membantu organisasi dan pekerja di lapangan untuk mengukur seberapa efektif upaya mereka dalam memerangi kemiskinan.

Ketahanan pangan nasional juga diindikasikan dengan proporsi pengeluaran pangan tiap provinsi di Indonesia. Proporsi pengeluaran pangan pada 2018 dapat dilihat dalam Gambar 7-7 (BPS, Dukcapil, 2018).

Gambar 7-7. Proporsi Pengeluaran Pangan Provinsi-Provinsi di Indonesia



**CITRA SATELIT
DALAM KOMBINASI
DENGAN TEKNOLOGI
KECERDASAN
ARTIFISIAL SANGAT
MEMBANTU
PEMERINTAH
DALAM MENGATASI
KERENTANAN PANGAN
DENGAN MEMBERIKAN
PEMAHAMAN
KETAHANAN PANGAN
SUATU WILAYAH.**

Bila kita lihat Gambar 7-7, tiga daerah dengan pengeluaran pangan terendah per bulan adalah Sulawesi Barat, Nusa Tenggara Timur, dan Gorontalo. Sedangkan daerah dengan pengeluaran tertinggi adalah DKI Jakarta, Kepulauan Riau, dan Kalimantan Utara.

Kembali di sini bahwa citra satelit dalam kombinasi dengan teknologi kecerdasan artifisial sangat membantu pemerintah dalam mengatasi kerentanan pangan dengan memberikan pemahaman ketahanan pangan suatu wilayah. Kecerdasan artifisial juga digunakan untuk memprediksi hasil panen dan produksi pangan di masa depan. Kecerdasan artifisial digunakan untuk membangun sistem penilaian risiko kredit untuk membantu petani yang tidak memiliki sejarah kredit atau jaminan, dalam mendapatkan akses ke pinjaman dari lembaga keuangan.

Untuk mendukung implementasi kecerdasan artifisial dalam ketahanan pangan, diperlukan suatu sistem basis data *big data* yang kuat yang disebut dengan nama *life cycle inventory* (LCI). *Big data* tersebut kemudian menjadi basis data pangan nasional yang membantu memprediksi dampak serta optimasi permasalahan di sektor pangan, seperti *availability* (ketersediaan), *acceptability* (penerimaan), *affordability* (keterjangkauan), *accessibility* (kemudahan akses), dan *sustainability* (keberlanjutan).

Teknik penilaian dampak daur hidup tersebut dikenal sebagai *life cycle impact assessment* (LCIA). Dalam sejumlah implementasi awal akhir-akhir ini, LCIA sangat mendukung dalam pengelolaan lahan pertanian, pemilihan tanaman pertanian, prediksi iklim, serta rantai pasok dan distribusi stok pangan nasional hingga jenis dan tingkat konsumsi pangan sampai ke konsumen akhir. Pemanfaatan kecerdasan artifisial mentransformasi data statis LCI menjadi dinamis dan *real time*. Dengan pemanfaatan teknologi ini, pemodelan *impact assessment* dalam skala yang lebih besar untuk bidang pangan dapat dianalisis lebih dini, detail, dan komprehensif dengan *genetic algorithm* dalam bentuk regionalisasi (wilayah), transformasi proses, serta *temporally specific impact data* berbasis waktu.

PENGEMBANGAN DAN PEMANFAATAN INOVASI KECERDASAN ARTIFISIAL DI BIDANG KETAHANAN PANGAN

Peningkatan Produktivitas Lahan dan Pemanfaatan Sumber Daya Lebih Efisien

Kecerdasan artifisial dimanfaatkan dalam meningkatkan produktivitas lahan. Dengan lahan yang ada, produktivitas meningkat dengan memanfaatkan *non-chemical* pada lahan. Produktivitas ini juga menyangkut bagaimana kecerdasan artifisial dapat mengatasi kerusakan lingkungan akibat pertanian.

Kecerdasan Artifisial untuk Inklusi Keuangan Petani Berpenghasilan Kecil

Kecerdasan artifisial dimanfaatkan untuk memberikan peluang kepada petani yang tidak memiliki kolateral dalam mendapatkan akses ke fasilitas keuangan dan perbankan.

Citra Satelit untuk Menentukan Daerah Tertinggal

Kecerdasan artifisial dimanfaatkan pada citra satelit untuk mengidentifikasi daerah yang telah mendapatkan akses listrik dan daerah yang belum mendapatkannya. Citra ini juga dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi komoditas yang ditanam dalam suatu wilayah dan prediksi panen setiap komoditas.

Prediksi Kegagalan Panen

Dari data histori dan kombinasi dengan berbagai variabel seperti cuaca, kecerdasan artifisial dapat dimanfaatkan untuk memprediksi kegagalan panen suatu wilayah. Penyebaran penyakit baru pangan juga dapat diantisipasi dan diprediksi sehingga kegagalan panen dapat diminimalisasi sekecil mungkin.

Prediksi Stok Pangan dan Mesin Rekomendasi

Kecerdasan artifisial dapat dimanfaatkan untuk memprediksi stok bahan pokok di seluruh kota. Dari data prediksi ini, relokasi ketersediaan pangan dapat dilakukan dengan menyampaikan mesin rekomendasi sehingga tidak ada daerah yang sampai kekurangan pangan.

7. 5. BIDANG PRIORITAS MOBILITAS DAN KOTA CERDAS

KONSEP KOTA CERDAS TELAH DIKEMBANGKAN OLEH BERBAGAI KOTA, BAHKAN KEMENTERIAN KOMINFO TELAH MELAKUKAN GERAKAN PENGEMBANGAN 100 KOTA CERDAS INDONESIA SEJAK 2017.

TANTANGAN PENGELOLAAN KOTA

Urbanisasi telah memengaruhi kondisi perkotaan di hampir seluruh belahan dunia. Jumlah penduduk yang hidup di perkotaan sejak 2010 telah melebihi 50 persen, bahkan sudah mendekati 60 persen, dibanding yang hidup di perdesaan. Jika lajunya masih seperti sekarang, jumlah penduduk yang hidup di perkotaan pada 2050 mendekati 70 persen. Sementara itu, perkotaan memerlukan sekitar 70 persen dari total energi dan mengeluarkan 80 persen karbon yang akan memanaskan lingkungan dunia. Daya dukung untuk perkotaan dalam pengelolaan sampah, mobilitas, dan aktivitas lain memerlukan perhatian yang cukup besar.

Kompleksitas pengelolaan perkotaan menjadi lebih rumit saat sumber daya perkotaan sangat terbatas, sementara kebutuhan terus meningkat. Kota merupakan suatu sistem besar dari sistem pendukung seperti sistem lingkungan, sosial, ekonomi, energi, kesehatan, dan transportasi. Tantangan dan persoalan kota tiap hari atau bahkan tiap detik adalah jumlah penduduk dan komponen pendukung kota seperti jalan, sungai, bangunan, rumah sakit, pasar, dan kendaraan.

Hal ini memerlukan solusi yang lebih cerdas dan gegas. Sejak 2010, solusi yang lebih cerdas untuk menjawab tantangan kota diperkenalkan beberapa industri ataupun lembaga penelitian melalui pengembangan kota cerdas atau *smart city*.

Teknologi pemungkin (*enabler*) telah hadir sebagai solusi disruptif, seperti *Internet of Things* (IoT), kecerdasan artifisial, *big data*, dan *cloud computing*. Persoalan kota segera dapat diketahui secara *real time* (waktu nyata) melalui IoT dan dipahami melalui pembelajaran mesin (*machine learning*), kecerdasan artifisial, dan lainnya untuk dapat mendukung pengambilan tindakan atau keputusan sesuai dengan solusi yang paling optimal. Konsep kota cerdas telah dikembangkan di berbagai kota, bahkan Kementerian Kominfo telah melakukan gerakan pengembangan 100 Kota Cerdas Indonesia sejak 2017. Bappenas telah merencanakan juga kota cerdas dan berkelanjutan sebagai salah satu perencanaan pembangunan nasional hingga 2045. Beberapa negara juga menjadikan pembangunan kota cerdas sebagai salah satu prioritas pembangunan.

Pada dasarnya, kota cerdas adalah kota yang bisa mengelola berbagai sumber daya kota secara efisien dan efektif menggunakan solusi cerdas



Arah Kebijakan Perkotaan Nasional 2045



Kebijakan Perkotaan Nasional 2020-2045		
<p>Misi 1: Mendorong sistem perkotaan nasional yang seimbang, menyejahterakan dan berkeadilan</p> <ul style="list-style-type: none"> • penguatan pusat kegiatan nasional/metropolitan yang berdaya saing global • pengembangan kota sedang, kota besar, dan metropolitan di luar Jawa yang terkoneksi dengan baik • pengembangan pusat pemerintahan nasional yang baru • Pengembangan keterkaitan desa-kota yang tidak eksploitatif dan saling menguntungkan • penerapan sempadan pertumbuhan perkotaan secara tegas 	<p>Misi 2: Mendorong perkotaan yang layak huni, inklusif dan berbudaya</p> <ul style="list-style-type: none"> • perwujudan kawasan permukiman yang layak untuk semua • peningkatan akses sistem transportasi dan mobilitas perkotaan bagi semua • penyediaan layanan sosial dasar untuk semua • peningkatan lingkungan perkotaan yang aman dan tenteram • perlindungan dan pemeliharaan warisan budaya dan alam • pengembangan budaya berkota yang bertanggungjawab 	
<p>Misi 3: Mendorong perkotaan yang maju dan menyejahterakan</p> <ul style="list-style-type: none"> • peningkatan produktivitas ekonomi, lapangan kerja layak, dan peluanghidupan di perkotaan • penciptaan kondisi dan ruang kota yang kondusif • pemberdayaan sektor ekonomi informal di perkotaan 	<p>Misi 4: Mendorong perkotaan yang hijau dan tangguh</p> <ul style="list-style-type: none"> • penyediaan dan pemanfaatan energi terbarukan dan berkelanjutan • penyediaan RTH dan ruang publik • pemanfaatan SDA berkelanjutan dan pengendalian pencemaran lingkungan • peningkatan ketangguhan kota terhadap perubahan iklim dan risiko bencana 	<p>Misi 5: Mewujudkan Tata Kelola Perkotaan Transparan, Akuntabel, Cerdas, Terpadu</p> <ul style="list-style-type: none"> • pengembangan kerangka regulasi perkotaan yang terpadu • pengembangan kerangka pendanaan pembangunan yang inovatif dan berkelanjutan • peningkatan kapasitas kelembagaan perkotaan di tingkat nasional dan daerah • pemanfaatan pengembangan pengetahuan dan teknologi secara cerdas

Gambar 7-8. Arah Pembangunan Perkotaan di Indonesia 2045

sedemikian rupa sehingga kualitas kehidupan kota meningkat. Solusi cerdas dapat dimaknai sebagai konstelasi antara teknologi, tata kelola, manusia, dan data cerdas. Teknologi kecerdasan menjadi salah satu komponen penting untuk memberikan solusi tantangan kota. Indonesia dengan 98 kota dan 416 kabupaten memerlukan teknologi kecerdasan sebagai bagian dalam pembangunan.

Pembangunan perkotaan cerdas ini merupakan bagian dari salah satu tujuan pembangunan nasional yang tersurat dalam pembukaan Undang-Undang Dasar 1945, yaitu mencerdaskan kehidupan bangsa, yang tentu termasuk pembangunan kota cerdas dan yang terkait seperti kabupaten dan desa cerdas.

Lebih lanjut, pergerakan (mobilitas) manusia atau barang juga menjadi isu utama di perkotaan, bahkan secara nasional. Kemacetan di beberapa kota besar Indonesia telah memberikan kerugian per tahun sekitar Rp 56 triliun (World Bank/Kata Data). Hal ini memerlukan solusi cerdas untuk pergerakan penumpang, baik melalui transportasi publik maupun wahana transportasi cerdas yang lebih efisien, terkolaborasi, dan terintegrasi.

Selain itu, pergerakan barang melalui sistem logistik di Indonesia juga belum efisien dan efektif. Hal ini terbukti dari biaya logistik di Indonesia yang masih berkisar 24 persen dari produk domestik bruto (PDB). Di antara negara-negara ASEAN, biaya di Indonesia itu termasuk mahal. Sebagai contoh, biaya logistik di Thailand hanya sekitar 14 persen dari PDB, sementara di Malaysia, Filipina, dan India sekitar 13 persen.

Sistem logistik yang efektif dan efisien memerlukan solusi cerdas, baik dari sisi teknologi, tata kelola, orang, maupun data yang akurat.

**PELUANG
PEMANFAATAN KA
CUKUP LUAS DARI
SAAT PENILAIAN
AWAL, PERINGATAN
DINI, MAUPUN PASCA
KEBENCANAAN.**

PENGEMBANGAN DAN PEMANFAATAN INOVASI KECERDASAN ARTIFISIAL UNTUK BIDANG MOBILITAS DAN KOTA CERDAS

Pemanfaatan Kecerdasan Artifisial untuk Manajemen Lalu Lintas Cerdas

Kecerdasan artifisial yang dikombinasikan dengan *Internet of Things* dapat menghadirkan solusi manajemen lalu lintas cerdas untuk memastikan penduduk kota dapat berpindah dari satu titik ke titik lain di kota itu seaman dan seefisien mungkin. Kemacetan sudah mulai menjadi permasalahan besar di beberapa kota di Indonesia. Potensi adopsi solusi kecerdasan artifisial dapat dimulai dengan pengambilan data melalui kamera televisi sirkuit tertutup (CCTV) ataupun sensor data lain yang dapat dengan cepat memberikan sinyal data dari lalu lintas, yang dapat berguna untuk sistem manajemen lalu lintas pusat, sistem data terbuka untuk pengguna jalan, optimasi antrean melalui integrasi dengan konfigurasi lampu lalu lintas, evaluasi penggunaan jalan, dan lain-lain. Selain dari kebutuhan data, kecerdasan artifisial dapat dikembangkan untuk diintegrasikan ke dalam operasionalisasi lalu lintas, seperti dalam bentuk tilang elektronik, sistem jalan berbayar dengan tarif yang dinamis, dan sistem parkir cerdas.

Pemanfaatan Kecerdasan Artifisial untuk Manajemen Limbah Cerdas

Pengumpulan, pengelolaan, serta pembuangan limbah yang optimal adalah komponen kritical dalam kualitas layanan kota. Peningkatan populasi perkotaan meningkatkan kompleksitas dan kuantitas permasalahan ini. Penerapan kecerdasan artifisial untuk daur ulang dan pengelolaan limbah yang cerdas dapat mendukung sistem pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Salah satu contohnya penerapan sensor dan perangkat yang dipasang di tempat sampah yang mengirim pemberitahuan kepada pihak penanggung jawab agar segera mengirim truk pengangkut sampah. Penerapan kecerdasan artifisial juga dapat mendukung pemisahan limbah kertas, plastik, gelas, dan sisa makanan di setiap tempat sampah.

Pemanfaatan Kecerdasan Artifisial untuk Manajemen Risiko Kebencanaan

Peluang pemanfaatan kecerdasan artifisial cukup luas dari saat penilaian awal, peringatan dini, sampai pasca-kebencanaan. Kecerdasan artifisial dapat digunakan untuk membantu memetakan secara cepat dari posisi aerial bagaimana suatu tata kota atau lingkungan sekitarnya berpotensi mengalami kebakaran. Kecerdasan artifisial berpeluang dilatih dengan bantuan data seismik untuk menganalisis pola dan besarnya gempa bumi serta memprediksi lokasi gempa dan gempa susulan. Kecerdasan artifisial juga berpeluang memprediksi dan memantau banjir dengan bantuan catatan curah hujan dan simulasi banjir. Kecerdasan artifisial

dapat dikembangkan untuk memprediksi letusan gunung berapi dengan bantuan data seismik dan informasi geologis. Pada pasca-bencana, kecerdasan artifisial juga dapat dimanfaatkan untuk pemetaan cepat tingkat dan klasifikasi kerusakan, pemetaan jalur optimal untuk bantuan, serta manajemen identifikasi korban dan keluarga.

Pemanfaatan Kecerdasan Artifisial untuk Manajemen Informasi Warga

Saat ini, pendekatan berbasis masyarakat merupakan bagian integral dari perancangan dan pengembangan kota pintar. Untuk mengimbangi perubahan kebutuhan warga dan pengembangan bisnis baru, kota kini berusaha menjadi tidak hanya pintar, tetapi juga inovatif dan cepat. Kecerdasan artifisial yang mampu memahami pandangan, keluhan, dan masukan yang melibatkan warga atau aset dengan lingkungan mereka akan memegang peran penting.

Pemanfaatan Kecerdasan Artifisial untuk Penilaian Kualitas Kerja Kontraktor

Salah satu eksplorasi yang sedang dilakukan di dunia saat ini adalah bagaimana kecerdasan artifisial dapat memberikan bukti konsep dalam upaya membantu pemerintah meninjau kinerja kontraktor di masa lalu, yang dapat digunakan untuk melakukan penilaian kredit ke depan.

Pemanfaatan Kecerdasan Artifisial untuk Manajemen Tata Ruang

Untuk tata kelola ruang kota, pembelajaran mesin dan kecerdasan artifisial makin sering digunakan untuk memberikan analisis secara langsung tentang bagaimana kota berubah dalam praktik, misalnya, melalui konversi area hijau menjadi struktur bangunan. Pendekatan melalui analisis spasial dilakukan dengan mengajari komputer apa yang harus dicari dalam citra satelit ataupun dengan kombinasi dari data lain, seperti lalu lintas manusia, lalu lintas kendaraan, penggunaan energi, kriminalitas, dan bencana. Kecerdasan artifisial dapat mengungkapkan bagaimana perkembangan kota aktual selaras dengan perencanaan dan penetapan wilayah atau preventif terhadap dampak kebencanaan, misalnya wilayah yang paling rentan banjir.

Pemanfaatan Kecerdasan Artifisial untuk Manajemen Operasional Fasilitas Publik

Perkotaan dapat memanfaatkan kecerdasan artifisial, layanan berbasis *cloud*, dan perangkat *Internet of Things* seperti sensor, lampu, dan meteran yang terhubung untuk mengumpulkan dan menganalisis data. Kota-kota kemudian menggunakan data ini untuk meningkatkan infrastruktur, utilitas publik, layanan, dan lain-lain.

PROGRAM PERCEPATAN DAN PETA JALAN

8. 1. PROGRAM PERCEPATAN KECERDASAN ARTIFISIAL

Program percepatan atau *quick win* kecerdasan artifisial merupakan suatu inisiatif kegiatan yang menggambarkan percepatan pelaksanaan program dari empat area fokus dan lima bidang prioritas yang dapat segera diwujudkan. Program percepatan ditetapkan dalam rangka mendukung keberjalanan dan kesuksesan program utama. *Quick win* bertujuan membangun momentum awal dan kepercayaan diri serta memberikan pandangan positif bagi semua pemangku kepentingan terhadap program-program dalam strategi nasional kecerdasan artifisial. Acuan-acuan penetapan *quick win* berdasarkan tujuh parameter pertimbangan pemilihan program:

1. Durasi pelaksanaan program maksimal satu tahun;
2. Kompleksitas yang tidak terlalu tinggi dari aspek teknologi, perizinan, lingkup kerja, kemudahan koordinasi dari pemangku kepentingan, dan lain-lain;
3. Risiko kegiatan atau luaran kegiatan yang rendah dari aspek keamanan informasi, pergeseran lapangan kerja, kemanusiaan, dan tingkat keberhasilan kegiatan;
4. Kesiapan sumber daya kegiatan yang berasal dari sumber daya manusia (termasuk tenaga ahli), infrastruktur, data, dan teknologi pendukung;
5. Dampak yang cukup besar pada ekonomi (penyerapan tenaga kerja, penyerapan inovasi oleh industri dan layanan publik) dan manfaat-manfaat sosial;
6. Biaya implementasi yang rendah yang dapat diperoleh dari dana pemerintah atau swasta;
7. Pelaksanaan program yang sudah dijalankan oleh pihak pemerintah atau swasta, baik secara mandiri maupun kolaborasi, seperti *quad helix* atau *penta helix*.

**QUICK-WINS
BERTUJUAN UNTUK
MEMBANGUN
MOMENTUM AWAL,
KEPERCAYAAN DIRI,
SERTA MEMBERIKAN
PANDANGAN POSITIF
BAGI SELURUH
PEMANGKU
KEPENTINGAN**

Quick win diharapkan menjadi pendorong untuk keberhasilan misi-misi yang berasal dari area fokus strategi nasional kecerdasan artifisial, yaitu Etika dan

Kebijakan, Pengembangan Talenta, Infrastruktur dan Data, serta Riset dan Inovasi Industri. Selain itu, *quick win* menjadi pendorong terlaksananya semua program di bidang prioritas, yaitu Layanan Kesehatan, Reformasi Birokrasi, Pendidikan dan Riset, Ketahanan Pangan, serta Mobilitas dan Kota Pintar.

1. ETIKA DAN KEBIJAKAN KECERDASAN ARTIFISIAL

Program: Penguatan Aspek Keamanan Data Pribadi Melalui Pengesahan RUU Perlindungan Data Pribadi dan Pengawasannya

Luaran: Undang-Undang mengenai Perlindungan Data Pribadi

Palaksana:

- Kementerian Komunikasi dan Informatika
- Dewan Perwakilan Rakyat

Deskripsi dan mekanisme pencapaian:

- Data merupakan bahan utama untuk melatih kecerdasan artifisial.
- Makin berkembangnya pemanfaatan dunia digital kemudian akan berdampak pada potensi meningkatnya pemanfaatan kecerdasan artifisial. Pengaturan mengenai data pribadi yang merupakan kepemilikan dari individu menjadi makin penting.
- Pada tahap sekarang sudah dilakukan pengajuan dan pembahasan oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika dengan Dewan Perwakilan Rakyat.
- Maka, langkah paling realistis adalah melanjutkan pembahasan dan pengesahan Rancangan Undang-Undang mengenai Perlindungan Data Pribadi di Dewan Perwakilan Rakyat.
- Setelah undang-undang disahkan, pelaksanaannya wajib dilakukan dengan maksimal melalui kerja sama pengawasan oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika dengan Badan Siber dan Sandi Negara untuk memastikan adanya keamanan sehingga pertumbuhan kecerdasan artifisial didasari kepercayaan publik yang tinggi terhadap keamanan datanya.

2. PENGEMBANGAN TALENTA KECERDASAN ARTIFISIAL

Program: Pemetaan Supply-Demand Talenta Kecerdasan Artifisial

Luaran: Peta talenta kecerdasan artifisial nasional untuk pekerja, peneliti, dan wirausaha yang dikaitkan dengan industri berbasis kecerdasan artifisial existing untuk diarahkan menjadi peta okupasi kecerdasan artifisial

**QUICK-WINS
DIHARAPKAN MENJADI
PENDORONG UNTUK
KEBERHASILAN MISI-
MISI YANG BERASAL
DARI AREA FOKUS
ATRATEGI NASIONAL
KECERDASAN
ARTIFISIAL**

Pelaksana:

- Kementerian/lembaga (sebagai regulator)
Pemetaan kecerdasan artifisial nasional untuk pekerja, PIC: Kemnaker
Pemetaan kecerdasan artifisial nasional untuk peneliti, PIC: Kementerian Riset dan Teknologi
Pemetaan kecerdasan artifisial nasional untuk wirausaha, PIC: Kemenparekraf
- Orkestrator ekosistem (sebagai implementator)
Organisasi profesi, asosiasi industri, lembaga pendidikan, lembaga pelatihan

Deskripsi dan mekanisme pencapaian:

- Pemetaan talenta kecerdasan artifisial dilakukan melalui dua mekanisme, yakni talenta berperan aktif dan pasif.
- Yang dimaksud dengan pemetaan dengan talenta berperan pasif adalah talenta mendata dirinya melalui program yang disediakan pemerintah (melalui aplikasi dan sebagainya), yang mampu mendapat semua talenta yang ada di seluruh Indonesia melalui lembaga pendidikan (lulusannya) dan melalui industri (pekerja). Output dari kegiatan ini adalah memperoleh data talenta dan industri (tanpa *link and match*) serta klasifikasi talenta berdasarkan definisi oleh regulator.
- Yang dimaksud dengan pemetaan dengan talenta berperan aktif adalah talenta mendata dirinya melalui program asesmen yang disediakan orkestrator ekosistem. Kriteria kompetensi talentanya telah didefinisikan industri kecerdasan artifisial sesuai dengan keperluannya (*recruitment system*). Output kegiatan ini adalah memperoleh data talenta dan industri yang telah *link and match* (langsung bekerja), telah jelas kebutuhan kompetensinya (definisi dari industri), dan melalui seleksi diketahui jumlah yang berminat serta jumlah yang diterima (kualitas suplai).
- Objektifnya: peta okupasi, standar kompetensi, skema sertifikasi kompetensi dan analisis talenta pekerja, peneliti dan wirausaha.

3. INFRASTRUKTUR DAN DATA KECERDASAN ARTIFISIAL

Program: Pengembangan Infrastruktur Berbagi Pakai untuk Pembelajaran Mesin Kecerdasan Artifisial

Luaran: Tersedianya suatu platform di mana institusi produsen data digital menyampaikan metadata, contoh data, dan terdapat layanan komputasi

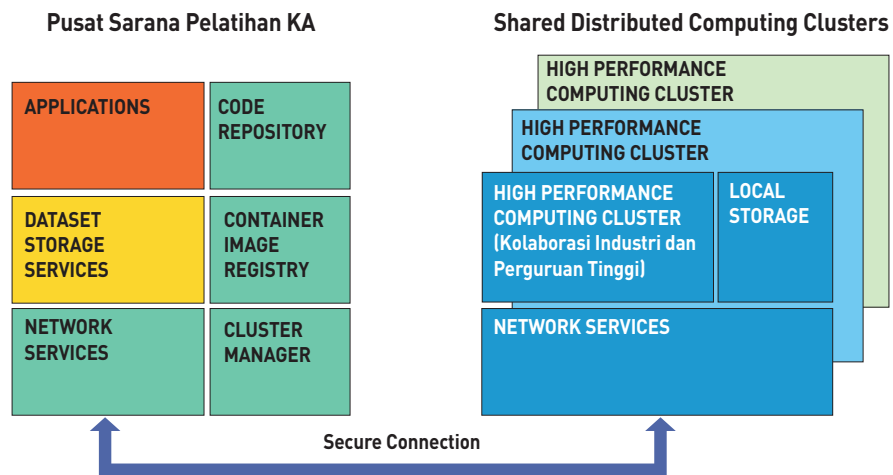
Pelaksana: Utama: Kemenparekraf
Konsultatif: Kemendikbud, Kementerian Riset dan Teknologi, Kemenperin, industri nasional

Deskripsi dan mekanisme pencapaian:

Quick win ini adalah pengembangan platform yang berisi sosialisasi pemetaan standar kompetensi dan indikator pencapaiannya, penyediaan data latih, serta algoritma terbuka kecerdasan artifisial yang telah dikembangkan di Indonesia. Infrastruktur yang digunakan adalah permulaan dari suatu infrastruktur berbagi pakai yang juga menyediakan layanan komputasi bagi pengembangan ataupun pembelajaran kecerdasan artifisial.

Ada kolaborasi antara industri sponsor dan perguruan tinggi nasional, lembaga litbangjirap, serta entitas lain untuk menyediakan akses ke “High Performance Computing Cluster” di setiap instansi, data latih, dan algoritma kecerdasan artifisial. Institusi pelaksana menyediakan sarana platform untuk sistem, perangkat lunak, dan perangkat keras sebagai “Pusat Sarana Pelatihan Kecerdasan Artifisial”.

Gambar 8-1. Pusat Sarana Pelatihan Kecerdasan Artifisial



4. RISET DAN INOVASI INDUSTRI KECERDASAN ARTIFISIAL

Program:	Kecerdasan Artifisial untuk Prediksi Tsunami
Luaran:	Sistem Peringatan Dini Tsunami Berbasis Kecerdasan Artifisial
Pelaksana:	BMKG, BNPB, BIG, KKP, BPPT, LIPI, perguruan tinggi, kalangan swasta

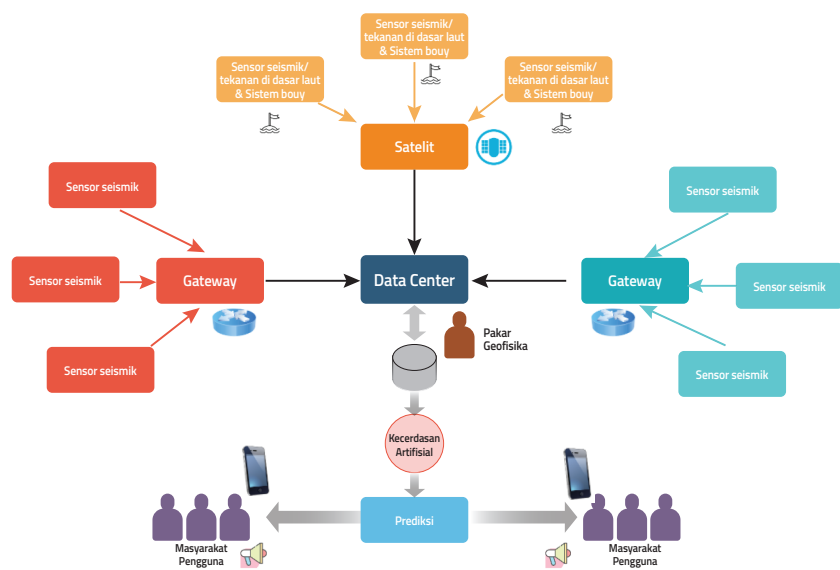
Deskripsi dan mekanisme pencapaian:

Penggunaan kecerdasan artifisial untuk informasi publik yang terkait dengan manajemen kebencanaan antara lain prediksi terjadinya tsunami. Di Indonesia, sebagai wilayah yang berada di cincin api, terdapat banyak aktivitas seismik yang terdiri atas busur vulkanis dan palung di dasar laut,

**PENGGUNAAN
KECERDASAN
ARTIFISIAL UNTUK
INFORMASI PUBLIK
TERKAIT MANAJEMEN
KEBENCANAAN, SALAH
SATUNYA ADALAH
PREDIKSI TERJADINYA
TSUNAMI.**

yang mengakibatkan sering terjadi gempa bumi. Beberapa gempa bumi telah mengakibatkan korban dalam jumlah sangat besar, di samping kerugian materiel. Untuk meminimalkan korban akibat tsunami, di Indonesia telah dikembangkan *tsunami early warning system* (TEWS). TEWS merupakan informasi gempa bumi yang disebarkan secara otomatis dan bersifat *real time*. Parameter gempa dimutakhirkan melalui analisis oleh ahli/pakar geofisika terhadap semua data gelombang seismik yang terekam dari stasiun *remote* dan terkirim ke pusat analisis data. Data historis serta data dari sensor seismik dan sensor lain dapat ditambahkan untuk menghasilkan *big data*, yang akan selalu tumbuh berdasarkan waktu. Dari *big data* ini dapat dibentuk *dataset* berdasarkan data masa lalu dan anotasi yang dilakukan ahli geofisika. Selanjutnya, model kecerdasan artifisial untuk prediksi tsunami dapat dibangun berdasarkan *dataset* dengan pendekatan *machine learning* melalui ekstraksi fitur bentuk gelombang seismik dan ketinggian air laut, atau dengan menggunakan pendekatan *deep learning*. Model prediksi dengan kecerdasan artifisial yang dikembangkan dapat dikombinasikan dengan model yang didasari prinsip geofisika. Dalam konteks ini, kecerdasan artifisial dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan prediksi yang lebih cepat dan akurat tentang terjadinya tsunami.

Gambar 8-2. Kecerdasan Artifisial untuk Prediksi Tsunami



Program: Kecerdasan Artifisial untuk Optimasi Penyelenggaraan Pertanian

Luaran: Sistem Kecerdasan Artifisial untuk Optimasi Penyelenggaraan Pertanian

Pelaksana: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN, Kementan, Kemendag, Kemenperin, BPPT, LIPI, BMKG, BIG, Bulog, BPS, perguruan tinggi, kalangan swasta

Deskripsi dan mekanisme pencapaian:

Ketahanan pangan adalah tonggak kemandirian berbangsa dan prasyarat kelangsungan kehidupan bernegara. Kecerdasan artifisial dapat berperan penting untuk memajukan industri pertanian di Indonesia guna mencapai tujuan tersebut dengan cara menyelesaikan berbagai ketidakpastian yang dihadapi para pelaku: petani, prosesor, dan distributor yang terlibat dalam rantai pasok pangan. Saat ini, masalah yang dihadapi para pihak tersebut bukan lagi ketersediaan data, melainkan kekurangan konteks untuk bereaksi tepat waktu terhadap permintaan para peretail dan pelanggan.

Penggunaan kecerdasan artifisial untuk mengolah data volume besar secara cepat dan menyeluruh dapat membantu para pengambil keputusan dan pembuat kebijakan berfokus pada peningkatan produksi pangan, baik dari segi jumlah dan mutu maupun waktu tanam dan panen mulai bibit sampai ke pasar. Untuk itu, perlu diciptakan segera sebuah platform kecerdasan artifisial yang terdiri atas bermacam-macam aplikasi pengolahan dan pertukaran data dari berbagai sistem sumber data yang saling terhubung. Hasil pemrosesan data seperti geolokasi, jenis tanah, bibit, dan pupuk, sensor lingkungan, serangan hama, iklim, dan penginderaan jarak jauh dapat dipakai untuk meningkatkan efisiensi operasi pertanian, seperti optimasi pengairan, manajemen vektor hama dan penyakit, dan pemupukan.

Optimasi rantai pasok pangan pun dapat dilakukan dengan menggunakan hasil pengolahan data prakiraan cuaca, harga komoditas, pembiayaan, asuransi, transportasi, penyimpanan, permintaan konsumen, serta kebijakan pemerintah untuk manajemen buruh, pabrik, gudang, logistik dan kontrak pangan. Untuk prioritas realisasi *quick win* dengan waktu implementasi 6-9 bulan, diusulkan agar platform kecerdasan artifisial dapat diterapkan pada tanaman pangan makanan pokok Indonesia, yang dimulai dari padi, untuk aspek-aspek kesehatan tanaman serta perkiraan waktu dan volume panennya.

Gambar 8-3. Solusi Kecerdasan Artifisial untuk Pertanian



Platform KA/ML dapat memberikan prakiraan hasil paling awal & akurat yang tersedia

PANDEMI COVID-19
MENJADI MOMEN
PERCEPATAN
TEKNOLOGI
KECERDASAN
ARTIFISIAL KHUSUSNYA
MENGUNAKAN
CHATBOT UNTUK
MEMBANTU ORANG-
ORANG DI BERBAGAI
BELAHAN DUNIA.

5. BIDANG PRIORITAS LAYANAN KESEHATAN: SMART HEALTHCARE

Program: Pengembangan Sistem *Chatbot* untuk Penanganan Covid-19: Informasi Publik, Manajemen Protokol Kesehatan, dan Telekonsultasi Dokter

Luaran: Sistem *Chatbot* untuk Penanganan Covid-19

Pelaksana: Industri, Kemenkes, Gugus Nasional Covid-19

Deskripsi dan mekanisme pencapaian:

Dengan dunia modern yang sangat terhubung dan padat informasi, penyebaran informasi yang akurat dan terkini menjadi tantangan kita bersama. Apalagi, masyarakat Indonesia memiliki keterbatasan literasi sehingga informasi perlu disampaikan berulang-ulang, dan sering pertanyaan yang sama diajukan terus-menerus. Pada saat pandemi Covid-19, penggunaan aplikasi layanan kesehatan dengan dukungan *chatbot* yang mampu memberikan informasi tepat selama 24 jam terbukti sangat bermanfaat, baik dari segi publik maupun swasta, untuk meminimalkan risiko. Kemajuan pemrosesan bahasa alami atau *natural language processing* (NLP) saat ini memungkinkan antarmuka yang intuitif bagi 83 persen pengguna Internet Indonesia yang memakai aplikasi pesan singkat WhatsApp. Selain itu, implementasi *embed web chat* dapat dilakukan pada aplikasi lain yang didorong penggunaannya kepada publik.

Selain informasinya terkurasi dan terarah, *chatbot* ini mudah diakses dengan referensi dari media sosial dan media elektronik resmi lainnya. Sistem penapisan dengan pertanyaan yang sesuai dengan acuan Kementerian Kesehatan membantu mengarahkan ke pelaksanaan pemeriksaan di fasilitas kesehatan terdekat. Layanan *chatbot* ini terwujud dengan kerja sama erat antara pemerintah daerah, fasilitas kesehatan dengan tenaga medis profesional, acuan informasi resmi dari akademisi, dan perusahaan yang menyediakan platform.

Dataset yang diperlukan adalah acuan informasi, pelayanan fasilitas kesehatan, dan protokol kesehatan yang telah disepakati. Dalam pelaksanaannya, infrastruktur membutuhkan pelatihan bahasa Indonesia yang tepat dengan model percakapan yang telah dikembangkan sehingga dapat disesuaikan dengan algoritma dalam protokol kesehatan. Rujukan kepada tenaga kesehatan profesional diperlukan apabila terdapat hasil penapisan yang membutuhkan konfirmasi langsung, misalnya ada kecurigaan kasus atau kegagalan pada proses penapisan. Selain itu, sistem akan membantu pengguna mendapatkan akses kebutuhan manajemen rujukan kasus, konsultasi kesehatan langsung, ataupun informasi yang lebih spesifik yang perlu ditangani agen profesional.

Pandemi Covid-19 menjadi momen percepatan teknologi kecerdasan artifisial, khususnya menggunakan *chatbot*, untuk membantu orang di berbagai belahan dunia agar makin nyaman menggunakan fasilitas untuk mengakses perawatan kesehatan. Ketika kita sudah melampaui pandemi ini, adopsinya dalam aplikasi perawatan kesehatan yang lebih luas akan terus tumbuh. Maka, perlu selalu dipersiapkan bagaimana kebijakan pemangku kepentingan publik dan swasta agar bersama-sama menciptakan kerangka kerja tata kelola yang memaksimalkan manfaat ini sambil meminimalkan risiko.

6. BIDANG PRIORITAS REFORMASI BIROKRASI: SMART GOVERNMENT

Program:	Pengembangan Sistem Administrasi Pemerintahan Berbasis Kecerdasan Artifisial
Luaran:	Sistem Platform <i>Chatbot</i> Pemerintahan dan Sistem Presensi ASN berbasis Kecerdasan Artifisial
Pelaksana:	BPPT, industri, lembaga pemerintah terkait sebagai pengguna

Deskripsi dan mekanisme pencapaian:

Ada dua inovasi penting yang bisa diajukan sebagai luaran pengembangan sistem administrasi pemerintahan berbasis kecerdasan artifisial, yakni sistem platform *chatbot* pemerintahan dan sistem presensi aparatur sipil negara (ASN) menggunakan teknologi pengenalan wajah. Kedua teknologi itu saat ini dalam proses pengembangan oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT).

Menurut survei APJII 2017, 89,35 persen responden menyatakan bahwa aplikasi *chatting* adalah aplikasi yang paling digemari dalam pemanfaatan layanan Internet. Hal ini memberikan ruang kesempatan bahwa layanan publik pemerintahan dapat diakses semudah menggunakan aplikasi *chatting* populer di kalangan masyarakat tanpa harus menginstal aplikasi baru atau mengakses situs tertentu.

Teknologi yang dapat mendorong layanan publik tersebut adalah *chatbot*. *Chatbot* merupakan salah satu solusi teknologi yang dapat diimplementasikan saat ini untuk memenuhi layanan pemerintah yang prima, cepat, konsisten, dan memiliki ketersediaan waktu yang tinggi. Fungsi-fungsi pemerintah terdiri atas pengaturan, pelayanan, dan pemberdayaan yang disesuaikan dengan tupoksi masing-masing.

Saat ini, ada lembaga riset pemerintah yang telah memiliki sumber daya *dataset* bahasa dan mengembangkan sebuah rancangan inovasi platform *chatbot* pemerintahan. Platform ini memiliki fitur-fitur yang dibutuhkan

SISTEM KLASIFIKASI SISWA CERDAS YANG MEMANFAATKAN METODE DALAM KECERDASAN ARTIFISIAL SUDAH DIKEMBANGKAN.

untuk pengembangan *chatbot* pemerintahan. Platform tersebut bertujuan membantu pengembangan *chatbot* lembaga-lembaga pemerintahan dengan lebih mudah dan cepat. Platform *chatbot* pemerintahan dikembangkan berbasis aplikasi *open source*.

Sementara itu, sistem presensi ASN berbasis pengenalan wajah menjadi solusi pada situasi pandemi Covid-19. ASN diwajibkan tetap berkinerja baik sekalipun diminta bekerja di rumah. Sistem presensi berbasis pengenalan wajah ini menyertakan fitur-fitur untuk pelacakan lokasi keberadaan ASN dan pendeteksian objek hidup saat perekaman oleh kamera *gadget*. Dengan demikian, presensi ASN tersebut dapat teruji dan tervalidasi dengan tepat.

Dalam pengembangan kedua inovasi tersebut, BPPT dapat berkolaborasi dengan industri dan lembaga pengguna agar pengembangan inovasi-inovasi itu dapat diselesaikan dalam waktu yang lebih cepat. Industri rintisan membantu menyediakan sumber daya pengembangan dan model awal serta proses komersialisasi, sedangkan lembaga pemerintahan membantu sebagai pengguna dalam menyediakan *dataset* yang efektif untuk pengembangan model-model yang dibutuhkan pada sistem inovasi kecerdasan artifisial.

7. BIDANG PRIORITAS PENDIDIKAN DAN RISET: SMART EDUCATION

Program: Pengembangan *Intelligent Online Education* Berbasis Kecerdasan Artifisial

Luaran: Sistem Pembelajaran Daring Cerdas

Pelaksana: Perguruan tinggi, Kemendikbud, industri

Deskripsi dan mekanisme pencapaian:

Masa pandemi Covid-19 pada awal 2020 memaksa pembelajaran dilakukan dari rumah. Pemberian materi pelajaran dilakukan secara daring. Guru memindahkan pembelajaran dari tatap muka langsung (*face to face*) menjadi tatap muka virtual secara daring dalam mode sinkronus. Untuk membantu guru dalam melaksanakan pembelajaran daring, kecerdasan artifisial bisa diaplikasikan pada metode asesmen hasil pembelajaran dan klasifikasi siswa berdasarkan hasil asesmen. Klasifikasi siswa sangat diperlukan untuk berbagai kebutuhan, baik oleh sekolah maupun oleh guru, dalam perencanaan pembelajaran dan pendistribusian siswa ke kelas.

Saat ini, klasifikasi dilakukan secara manual berdasarkan nilai akhir yang diperoleh siswa, yang tentu kurang merefleksikan kondisi sebenarnya siswa. Sistem klasifikasi siswa cerdas yang memanfaatkan metode dalam kecerdasan artifisial sudah dikembangkan. Tahapan dimulai dengan menentukan mata

pelajaran yang digunakan dalam proses klasifikasi, kemudian melakukan pembuatan bank soal dan penentuan tingkat kesulitan soal, lalu dilanjutkan dengan proses asesmen berbasis komputer untuk siswa. Asesmen menerapkan sistem asesmen adaptif yang memperhitungkan beberapa fitur, seperti tingkat kemampuan siswa dalam menjawab soal, kompetensi yang diuji, waktu dalam menjawab, dan tingkat kesulitan pertanyaan. Berbagai fitur ini akan digunakan dalam proses klasifikasi siswa menggunakan beberapa metode klasifikasi dalam kecerdasan artifisial.

Sistem yang sudah dikembangkan baru melibatkan siswa dan guru dari beberapa sekolah dasar serta hanya berdasarkan mata pelajaran matematika. Difusi secara nasional dari sistem ini akan sangat bermanfaat bagi guru, sekolah, dan pemangku kepentingan lain seperti dinas pendidikan daerah dan kementerian. Hal ini bisa dilakukan dengan melibatkan sekolah dan guru dalam pembuatan bank soal untuk berbagai mata pelajaran dan menerapkannya pada siswa dari berbagai sekolah di pelbagai daerah di Indonesia.

8. BIDANG PRIORITAS KETAHANAN PANGAN: *SMART AGRICULTURE*

Program: Pengembangan Sistem Prediksi Panen Padi Memanfaatkan Citra Satelit

Luaran: Sistem Kecerdasan Artifisial untuk Memprediksi Panen Tanaman per Wilayah

Pelaksana: Kementerian Pertanian, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, industri, komunitas tani

Deskripsi dan mekanisme pencapaian:

Sistem prediksi lokasi lahan tanam yang cocok dan jenis varietas yang cocok untuk lahan tertentu, termasuk prediksi hasil panen, penyakit tanaman, dan hama, dengan menggunakan kecerdasan artifisial membantu analisis dan perhitungan potensi pencapaian dan optimalisasi target produksi tanaman di daerah-daerah.

Sistem ini dikembangkan melalui pemrosesan gambar dari foto-foto yang diambil dari udara atau satelit, termasuk pengolahan data kualitas gelombang sinar matahari, benih tanaman, dan lahan di laboratorium. Sistem akan menggabungkan informasi-informasi lain, seperti kualitas tanah, cuaca setempat, dan pemilihan teknologi otomatisasi.

Selain untuk memprediksi hasil panen, hasil olah data serta gambar-gambar yang diambil dari udara dan satelit dapat diolah untuk memberikan informasi tentang wilayah tanaman atau peruntukan tanaman tersebut.

TEKNOLOGI COMPUTER VISION BERBASIS AI MEMUNGKINKAN PEMERINTAH MELAKUKAN MEKANISME PENGAWASAN SECARA LEBIH OPTIMAL DIBANDINGKAN METODE KONVENSIONAL SEPERTI MENEMPATKAN PETUGAS DI BANYAK TITIK.

9. BIDANG PRIORITAS MOBILITAS DAN KOTA PINTAR: SMART CITY

Program: Pengembangan Sistem Deteksi Masker Menggunakan CCTV Publik untuk Pemantauan di Daerah PSBB

Luaran: Sistem Deteksi Masker menggunakan Teknologi Pendeteksi Objek

Pelaksana: Industri, pemerintah daerah, BPPT

Deskripsi dan mekanisme pencapaian:

Salah satu tantangan untuk pendisiplinan masyarakat menghadapi pandemi Covid-19, khususnya dalam mematuhi protokol kesehatan yang menerapkan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB), adalah keterbatasan kemampuan cakupan *monitoring* mobilitas publik oleh pemerintah, terkait dengan perilaku masyarakat, khususnya dalam penggunaan masker (*face mask*). Penggunaan masker merupakan salah satu komponen protokol kesehatan utama dalam upaya pencegahan Covid-19, bahkan di beberapa negara telah menjadi kewajiban.

Teknologi *computer vision* berbasis kecerdasan artifisial memungkinkan pemerintah melakukan mekanisme pengawasan secara lebih optimal dibandingkan dengan metode konvensional, seperti menempatkan petugas di banyak titik. Pendekatan solusi berupa deteksi masker melalui teknologi kecerdasan artifisial ini sangat berpotensi membantu penerapan protokol kesehatan di masa *New Normal*.

Deteksi masker dapat mengotomasi proses pemantauan yang dapat menghasilkan *output* deteksi wajah yang memakai atau yang tidak memakai masker, yang dilengkapi sistem peringatan. Solusi ini dapat diterapkan di beberapa daerah di Indonesia yang telah memiliki infrastruktur CCTV yang memadai. *Output* berupa analisis dapat disajikan dalam bentuk *dashboard* yang bisa menjadi acuan berbasis data (*data-driven reference*) bagi pemerintah dalam menyusun regulasi atau kebijakan.

Program: Pengembangan Kecerdasan Artifisial untuk Mitigasi Kebakaran Hutan Lahan Gambut

Luaran: Sistem Deteksi Kebakaran Hutan Menggunakan Kecerdasan Artifisial

Pelaksana: BPPT, BMKG, pemerintah daerah, industri

Deskripsi dan mekanisme pencapaian:

Kebakaran hutan merupakan salah satu jenis bencana yang menjadi perhatian serius di Indonesia, terutama karena kita memiliki hutan yang sangat luas dan yang secara historis cukup sering mengalami kebakaran, ditambah dengan perubahan iklim yang beberapa kali menciptakan cuaca ekstrem yang mendukung terjadinya kebakaran.

Kebakaran dapat terjadi baik secara alami maupun karena manusia. Umumnya kebakaran alami dimulai dengan petir, dengan sebagian kecil berasal dari pembakaran spontan. Sedangkan kebakaran yang disebabkan oleh manusia terjadi karena berbagai cara, seperti perbuatan merokok, rekreasi, atau persiapan tanah untuk pertanian. Kebakaran yang disebabkan oleh manusia mewakili bagian terbesar dari kebakaran, tetapi kebakaran yang disebabkan oleh alam mewakili area lahan terbakar yang lebih besar. Hal ini terjadi karena kebakaran dengan penyebab manusia terdeteksi lebih awal, sementara kebakaran alami dapat memakan waktu berjam-jam untuk diidentifikasi pihak yang berwenang. Apa pun penyebabnya, ketika hutan mulai terbakar, api dapat menyebar dengan cepat mencapai kecepatan hingga 23 kilometer per jam dan mencapai suhu 800 derajat Celsius.

Kecerdasan artifisial dapat dimanfaatkan untuk pendeteksian cepat dan perencanaan aksi penanganan. Pendeteksian dapat dilakukan dari berbagai macam data *input*, baik dari cuaca, temperatur, maupun visual. Terdapat banyak *input* dari sensor, kamera di menara, citra satelit, dan lain-lain.

8. 2. PETA JALAN PROGRAM KECERDASAN ARTIFISIAL

PETA jalan atau *road map* program kecerdasan artificial adalah dokumen panduan untuk melaksanakan strategi kecerdasan artificial yang berupa program inisiatif sejak 2020 sampai 2045 bagi semua pemangku kepentingan di Indonesia. Peta jalan untuk strategi kecerdasan artificial dibagi dalam tiga bagian, yaitu peta jalan area fokus untuk pelaksanaan 2020-2024 dan 2025-2045 serta bidang prioritas untuk pelaksanaan 2020-2024.

8. 2. 1. PETA JALAN AREA FOKUS PROGRAM KECERDASAN ARTIFISIAL 2020-2024

Peta jalan area fokus untuk tahun 2020-2024 terdiri atas 4 area fokus dengan 18 *output* dan 83 program inisiasi, yakni area fokus etika dan kebijakan dengan kode 1 sebanyak 9 program, pengembangan talenta dengan kode 2 sebanyak 19 program, infrastruktur dan data dengan kode 3 sebanyak 17 program, serta riset dan inovasi industri dengan kode 4 sebanyak 38 program.

Tabel 8-1. Peta Jalan Area Fokus program Kecerdasan Artificial 2020-2024

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
1	Penguatan Etika dan Manajemen Keamanan Informasi							
	1001	Audit dan kliring oleh BPPT sebelum Komisi Etik terbentuk	Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi					
	1002	Penerapan peraturan Sistem Manajemen Pengamanan Informasi, perubahan peraturan menteri menjadi peraturan badan	Kemenkominfo, Badan Siber dan Sandi Negara					
	1003	Pengesahan Rancangan Undang-Undang Perlindungan Data Pribadi	Kemenkominfo					
	1004	Usul rumusan nilai etika (<i>code of conduct</i>) asosiasi kecerdasan artificial Indonesia	Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, organisasi asosiasi kecerdasan artificial					
2	Tersedianya Sistem Kecerdasan Artificial Nasional yang Mendorong Orkestrasi Penerapan Kecerdasan Artificial untuk Kementerian/Lembaga Terkait dan <i>Stakeholder</i> Lain (Organisasi Non-Pemerintah, Dunia Usaha, Akademisi)							
	1105	Pengesahan Stranas Kecerdasan Artificial menjadi peraturan presiden	Kementerian Riset dan Teknologi, Kemenkumham					
	1106	Pembentukan Komisi Etik	Kementerian Riset dan Teknologi					

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
2	Tersedianya Sistem Kecerdasan Artifisial Nasional yang Mendorong Orkestrasi Penerapan Kecerdasan Artifisial untuk Kementerian/Lembaga Terkait dan Stakeholder Lain (Organisasi Non-Pemerintah, Dunia Usaha, Akademisi)							
	1107	Pengesahan RUU Keamanan dan Ketahanan Siber	Badan Siber dan Sandi Negara					
	1108	Pembentukan organisasi di luar bentuk kementerian/lembaga dan lingkungan pemerintah yang membantu orkestrasi ekosistem kecerdasan artifisial Indonesia	Organisasi asosiasi kecerdasan artifisial, Kementerian Riset dan Teknologi, Kemenkumham					
3	Terbentuknya Pengawasan Kebijakan Kecerdasan Artifisial							
	1209	Optimasi fungsi pengawasan dan regulasi dari pemerintah (kementerian/lembaga terkait dan Komisi Etik) dan stakeholder lain (organisasi non-pemerintah, dunia usaha, akademisi)	Kementerian/lembaga terkait dan Komisi Etik dibantu universitas, pelaku usaha, dan organisasi asosiasi kecerdasan artifisial					
4	Pengembangan Skema Kompetensi Kecerdasan Artifisial							
	2001	Kajian kebutuhan talenta dari industri dan kebutuhan pasar kecerdasan artifisial	Kemendikbud, Kementerian Riset dan Teknologi, perguruan tinggi, asosiasi industri					
	2002	Kajian tenaga kerja nasional di bidang kecerdasan artifisial	Kemnaker, Kemendikbud, asosiasi industri					
	2003	Kajian talenta peneliti di bidang kecerdasan artifisial	Kementerian Riset dan Teknologi, Kemendikbud, LIPI, BPPT, perguruan tinggi, asosiasi					
	2004	Kajian talenta wirausaha di bidang kecerdasan artifisial	Kemenparekraf, Kemendikbud, Kementerian Riset dan Teknologi, asosiasi					
	2005	Penyusunan peta okupasi bidang kecerdasan artifisial	Kemenkominfo, BNSP, KAN, Kemenko PMK, asosiasi industri, lembaga profesi					
	2006	Penyusunan standar kompetensi bidang kecerdasan artifisial	Kemenkominfo, BNSP, KAN, asosiasi industri, lembaga profesi					
5	Pengembangan SDM Talenta Kecerdasan Artifisial Nasional							
	2107	Pengembangan basis data dan analisis talenta kecerdasan artifisial nasional terpadu (<i>talent pool</i>)	Kemendikbud, Kementerian Riset dan Teknologi, Kemnaker, asosiasi, lembaga profesi					
	2108	Penyusunan strategi implementasi manajemen talenta nasional di bidang kecerdasan artifisial	KSP, Kementerian PPN/Bappenas, Kemendikbud, Kementerian Riset dan Teknologi, asosiasi industri					
	2109	Penguatan pendidikan karakter dasar dan <i>computational thinking</i> di Dikdasmen	Kemendikbud, perguruan tinggi					
	2110	Pengembangan karakter kebangsaan talenta kecerdasan artifisial nasional	BPIP, Kemendikbud, asosiasi					
	2111	Peningkatan jumlah talenta kecerdasan artifisial tersertifikasi kompetensi	BNSP, KAN, Kemnaker, asosiasi					

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
6	Pengembangan Ekosistem Pembelajaran Kecerdasan Artifisial Terintegrasi							
	2212	Pengembangan sistem manajemen pengetahuan di bidang kecerdasan artifisial	Kemendikbud, Kementerian Riset dan Teknologi, perguruan tinggi, asosiasi industri					
	2213	Pengembangan materi ajar bidang kecerdasan artifisial	Kemendikbud, perguruan tinggi, asosiasi industri					
	2214	Penyediaan data latih untuk pembelajaran kecerdasan artifisial	Kemendikbud, Kementerian Riset dan Teknologi, industri, perguruan tinggi, asosiasi industri					
	2215	Pembangunan infrastruktur pengembangan kecerdasan artifisial untuk pembelajaran	Kemenkominfo, Kemendikbud, perguruan tinggi, asosiasi					
	2216	Penyediaan studi kasus terbimbing oleh industri untuk pembelajaran talenta wirausaha	Kemenparekraf, Kemenperin, asosiasi industri, LP					
7	Pengembangan Ekosistem Inovasi Kecerdasan Artifisial Terintegrasi							
	2317	Penyusunan skema insentif talenta peneliti bidang kecerdasan artifisial	Kementerian Riset dan Teknologi, Kemendikbud, Kemenkeu, perguruan tinggi, asosiasi industri					
	2318	Penyusunan skema insentif kolaborasi kecerdasan artifisial untuk industri dan pendidikan tinggi	Kemenperin, perguruan tinggi, asosiasi industri					
	2319	Pembentukan konsorsium kolaborasi <i>quad helix</i> (ABGC) untuk bidang pengembangan talenta kecerdasan artifisial	Kemenko Perekonomian, asosiasi industri, lembaga profesi					
8	Terwujudnya Kemampuan Negara untuk Mengakses Seluruh Data yang Dibutuhkan untuk Kepentingan Strategisnya							
	3001	Penentuan Lembaga Pengawas dan Pengatur Sektor (LPPS) sesuai dengan PP No. 71/2019	Utama: Kemenkominfo Konsultatif:					
	a.	Menentukan kesepakatan dalam panitia antara instansi pemerintah dan swasta sektor-sektor pembangunan	Kementerian di bidang prioritas, Kemenko Polhukam, Kemenko Perekonomian					
	b.	Menetapkan LPPS setiap sektor melalui SK/ peraturan perundangan						
	c.	Menentukan data strategis di sektor masing-masing						
	3002	Melakukan kajian tentang kedaulatan jaringan berbasis IP	Utama: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN					
	a.	Melaksanakan kajian tentang <i>global IP</i> (ICANN)						
	b.	Mempersiapkan pengelolaan <i>local IP</i>						
	c.	Melaksanakan <i>pilot project</i>						

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
9	Tersedianya Infrastruktur dan Platform Berbagi Pakai untuk Layanan Pembelajaran Mesin Kecerdasan Artifisial (<i>AI Machine Learning</i>)							
	3103	Pembentukan presidium/ <i>council</i> pemilik-pemilik <i>data center</i>	Utama: Kemenkominfo					
	a.	Menyepakati dalam forum komunikasi dan pembentukan presidium	Konsultatif: Kemendikbud, KADIN					
	b.	Pembentukan embrio infrastruktur dan platform berbagi pakai						
	c.	Pengembangan fasilitas <i>AI training processing cluster</i> berbagi pakai						
	3104	Pemetaan dan standarisasi skema interkoneksi antara infrastruktur komunikasi privat, publik, dan strategis M2M/IoT	Utama: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN Konsultatif: Kemenkominfo					
	a.	Kajian skema interkoneksi						
	b.	Definisi konsep dan <i>proof-of-concept</i>						
	c.	Uji coba/ <i>pilot project</i>						
	d.	Penulisan SNI skema interkoneksi						
	3105	Kajian konsep "Rendertoken" atau aplikasi infrastruktur berbagi pakai	Utama: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN					
	a.	Kajian dan <i>proof-of-concept</i>						
	b.	<i>Pilot project</i>						
	3106	Pembuatan standar integrasi infrastruktur untuk <i>cloud computing infrastructure</i>	Utama: Kemenkominfo Konsultatif: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN					
	a.	Kajian teknologi <i>multi/hybrid cloud</i>						
	b.	Konsep dan definisi integrasi antar- <i>cloud</i>						
	c.	<i>Proof-of-concept</i> dan uji coba integrasi antar- <i>cloud</i>						
	d.	Kajian dan pengembangan platform untuk meningkatkan efisiensi penyimpanan, otomatisasi persiapan dan pengolahan, akurasi pencarian, katalog metadata, dan pengambilan data						

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
9	Tersedianya Infrastruktur dan Platform Berbagi Pakai untuk Layanan Pembelajaran Mesin Kecerdasan Artifisial (<i>AI Machine Learning</i>)							
	3107	Pengembangan laboratorium <i>computing</i> di universitas	Utama: Kemendikbud					
		a. Pembuatan standar desain laboratorium <i>computing</i>						
		b. Terbentuknya kolaborasi antara beberapa industri sebagai sponsor dan academia sebagai <i>host</i> untuk membangun laboratorium <i>cloud computing</i> dan kecerdasan artifisial di universitas prima dan daerah di luar Jawa						
		c. Terbentuknya konsorsium antara universitas prima dan daerah untuk kerja sama dalam riset serta pengembangan algoritma dan aplikasi praktis berbasis kecerdasan artifisial untuk lima bidang prioritas						
		d. Pengembangan lebih lanjut jaringan interkoneksi di antara laboratorium universitas (IdREN) sehingga ada kemampuan untuk berbagi beban <i>computing (load sharing)</i> serta data antara universitas prima dan daerah						
		e. Terbentuknya kolaborasi antara universitas internasional dan dalam negeri untuk kerja sama dalam riset serta pengembangan algoritma dan aplikasi praktis berbasis kecerdasan artifisial untuk lima bidang prioritas						
	3108	Pembangunan Indonesian National AI Supercomputer Center	Utama: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN					
		a. <i>Feasibility study</i> dan kajian kebutuhan	Konsultatif: Kemenkominfo, asosiasi					
		b. Desain dan dokumen pengadaan						
		c. Pengadaan, instalasi, dan komisioning (tahap 1, 2, 3, 4)						

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
9	Tersedianya Infrastruktur dan Platform Berbagi Pakai untuk Layanan Pembelajaran Mesin Kecerdasan Artifisial (<i>AI Machine Learning</i>)							
	3109	Pengembangan sarana belajar kecerdasan artifisial <i>online</i> ataupun <i>offline</i> , <i>online training</i> , dan <i>online certification</i> .	Utama: Kemendiknas Konsultatif: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN, Kemenperin, industri nasional					
	a.	Kajian dan pemetaan standar kompetensi serta kompetensi dasar materi pembelajaran						
	b.	Rancangan materi pembelajaran dan indikator pencapaian						
	c.	Pengumpulan data latih digital yang tersedia di Indonesia						
	d.	Pengumpulan algoritma yang terbuka untuk umum						
	3110	Pengembangan pedoman dan kode etik penggunaan <i>cloud</i> publik dan infrastruktur kecerdasan artifisial nasional	Utama: Kemenkominfo Konsultatif: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN, universitas, asosiasi					
	a.	Kajian tentang batasan layanan yang dapat diletakkan di <i>cloud</i> publik						
	b.	Penulisan pedoman dan kode etik penggunaan <i>cloud</i> publik dan infrastruktur kecerdasan artifisial nasional						
10	Terwujudnya Keterbukaan Pertukaran Data Digital Setiap Penyelenggara Sistem Elektronik Pelayanan Publik yang Rahasia dan Aman Datanya							
	3211	Penguatan dan implementasi PP 71/2019 tentang Penyelenggaraan Sistem dan Transaksi Elektronik	Utama: Kemenkominfo					
	a.	Penambahan syarat adanya API dalam PM Kominfo 34/2014 tentang Pendaftaran Sistem Elektronik						
	b.	Pembuatan sistem pendaftaran dan pencatatan metode komunikasi data untuk penyelenggara sistem elektronik						

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
10	Terwujudnya Keterbukaan Pertukaran Data Digital Setiap Penyelenggara Sistem Elektronik Pelayanan Publik yang Rahasia dan Aman Datanya							
	3212	Melakukan kajian dan pendefinisian standardisasi skema data dan antarmuka sistem pertukaran data (<i>SOA, service oriented architecture, atau REST APIs</i>)	Utama: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN Konsultatif: Kemenkominfo					
		a. Kajian skema pertukaran data						
		b. Definisi konsep dan <i>proof-of-concept</i>						
		c. Uji coba/ <i>pilot project</i>						
		d. Penulisan SNI skema pertukaran data						
	3213	Pembentukan Dewan Kecerdasan Artifisial (DKA) sebagai <i>data governance council</i> yang melakukan arbitrase antara produsen dan konsumen data	Utama: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN Konsultatif: Asosiasi					
		a. Pembentukan forum komunikasi dan AD/ART						
		b. Pendefinisian kriteria dan mekanisme arbitrase						
		c. Pelaksanaan arbitrase antara produsen dan konsumen data						
	3214	Melakukan kajian dan sosialisasi penggunaan <i>masking/anonymous data</i> dalam pertukaran data	Utama: Kemenkominfo Konsultatif: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN					
		a. Kajian tentang batasan privasi data dan anonimitas dalam pertukaran data						
		b. Pembuatan pedoman dan petunjuk teknis tentang privasi dalam pertukaran data						
		c. Sosialisasi dan implementasi						
11	Tersedianya Sistem Penghubung Data antara Produsen dan Konsumen Data							
	3315	Mendorong dan mempromosikan bisnis baru pengelola sistem penghubung ini (<i>data broker</i>) yang akan berfokus sebagai perantara antara produsen dan konsumen data	Utama: Kemenperindag Konsultatif: Kemenkominfo, Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN					
		a. Terbentuknya forum komunikasi <i>sharing data</i> pemerintah dan industri						
		b. Terbentuknya sistem penghubung pemerintah						
		c. Turunan regulasi tentang <i>data broker</i> dalam bentuk PM Kominfo						

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
11	Tersedianya Sistem Penghubung Data antara Produsen dan Konsumen Data							
	3316	Sosialisasi dan penguatan implementasi Satu Data Indonesia	Utama: Bappenas Konsultatif: BPS, Kemenkeu, Kemenperindag					
	a.	Penentuan wali data untuk 5 sektor prioritas						
	b.	Pengembangan juklak dan juknis tata kelola data untuk 5 sektor prioritas						
	c.	Penentuan wali data dan pengembangan juklak dan juknis tata kelola data untuk sektor pembangunan lain						
	3317	Melakukan kajian, pendampingan, dan dukungan agar terbentuk infrastruktur komunikasi dan penyimpanan data yang aman, efisien, dan tangguh	Utama: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN Konsultatif: Kemenkominfo Utama: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN					
	a.	Kajian, pendampingan, dan dukungan untuk pengembangan <i>hybrid/virtual private cloud</i> (VPC) untuk pengamanan dan pengolahan data antar-infrastruktur	Konsultatif: Kemenkominfo					
	b.	Kajian untuk pengembangan fasilitas <i>data lake</i> dengan <i>open source</i>						
	c.	Kajian dan pengembangan platform untuk meningkatkan efisiensi penyimpanan, otomatisasi persiapan dan pengolahan, akurasi pencarian, katalog metadata, dan pengambilan data						
	d.	Kajian untuk pengembangan fasilitas <i>AI training processing cluster</i> untuk NLP, video, dan <i>remote sensing</i>						
	e.	Kajian untuk pengembangan fasilitas simulator dan <i>AI training self-driving car</i> untuk wilayah Indonesia						
	f.	Kajian untuk pengembangan fasilitas penyimpanan dan pengolahan data kesehatan publik, baik pada saat pandemi maupun saat normal						

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
12	Menguatnya Kolaborasi <i>Quad Helix</i> dalam Mendukung Riset dan Inovasi Teknologi Kecerdasan Artifisial							
	4001	Penyusunan kebijakan dan strategi nasional tentang tim orkestrator riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial (KORI-KA).	Penanggung jawab: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN Pelaksana: BPPT Konsultatif: Kementerian/ lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
	4002	Pembentukan orkestrator riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial (KORI-KA).						
	4003	Penguatan tata kelola riset dan industri inovasi unggulan						
13	Terwujudnya Produk, Solusi, dan Layanan Teknologi Kecerdasan Artifisial yang Terkait dengan Keberagaman dan Kearifan Lokal Indonesia							
	4104	Sektor publik (pendidikan, kesehatan, transportasi, dan administrasi publik).	Penanggung jawab: Kementerian Riset dan Teknologi /BRIN					
	a.	Inisiasi dan implementasi proyek percontohan	Pelaksana: BPPT					
	b.	Implementasi program inovasi kecerdasan artifisial skala nasional secara berkelanjutan	Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
	c.	Percepatan adopsi inovasi kecerdasan artifisial ke semua sektor						
	4105	Sektor industri unggulan (agro-maritim, energi dan utilitas, rantai pasok, keuangan dan retail, pertahanan dan keamanan)						
	a.	Inisiasi dan implementasi proyek percontohan						
	b.	Implementasi program inovasi kecerdasan artifisial skala nasional secara berkelanjutan						
	c.	Percepatan adopsi inovasi kecerdasan artifisial ke semua sektor						
14	Meningkatnya Implementasi Sistem Inovasi Kecerdasan Artifisial Nasional							
	4206	Inisiasi kebijakan sistem inovasi nasional untuk kecerdasan artifisial	Penanggung jawab: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN					
	4207	Penyempurnaan kebijakan sistem inovasi nasional pada aspek kecerdasan artifisial	Pelaksana: BPPT					
	4208	Penetapan simpul-simpul riset dan inovasi per sektor unggulan	Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
	4209	Perencanaan integrasi ekosistem riset dan inovasi kecerdasan artifisial antarsektor						

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
14	Meningkatnya Implementasi Sistem Inovasi Kecerdasan Artifisial Nasional							
	4210	Orkestrasi ekosistem riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial antarsektor secara berkelanjutan						
	4211	Perumusan kebijakan <i>sandboxing</i> untuk menuju kemandirian riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial						
15	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Administrasi dan Informasi Publik melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4312	<i>Process automation cognitive engagement</i>	Penanggung jawab: Kementerian PANRB, Kemendagri, Kemenkominfo Pelaksana: BPPT Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
	a.	Tanya-jawab otomatis dengan <i>chatbot</i> di setiap penyedia layanan administrasi publik						
	b.	Integrasi data spesifikasi layanan dan <i>knowledge base</i> tanya-jawab untuk otomasi <i>dispatch</i> permasalahan						
	4313	<i>Cognitive insights</i>						
	a.	Verifikasi identitas layanan berbasis biometrik di beberapa layanan dan daerah tertentu						
	b.	Standardisasi data hasil penerimaan sensor dari instansi-instansi tentang kebencanaan dan pemodelan prediksi (contoh: <i>early warning system</i>) per daerah						
	c.	<ul style="list-style-type: none"> Integrasi data biometrik lintas daerah sehingga mencegah terjadinya <i>fraud</i> identitas ganda Integrasi model prediksi atas kebencanaan menjadi basis pengetahuan untuk sistem pendukung keputusan lintas sektor seperti transportasi dan kesehatan 						

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
16	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Kesehatan melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4414	<i>Process automation</i>	Penanggung jawab: Kemenkes					
	a.	<ul style="list-style-type: none"> • Digitalisasi administrasi: <i>booking</i>, registrasi, pembayaran, pemindahan rumah sakit, surat keluar rumah sakit, booking kematian • Digitalisasi diagnostik: penggunaan PACS, RS <i>online</i> • Telemedis: teleradiologi 	Pelaksana: BPPT Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
	b.	<ul style="list-style-type: none"> • Ekosistem <i>dataset</i> untuk data pasien menggunakan <i>blockchain</i> untuk privasi data • Digitalisasi diagnostik: penggunaan PACS, RS <i>online</i> • Telemedis: teleradiologi, telepatologi, teledermatologi, telepsikiatri • <i>Apps/wearable sensors</i> • Desain obat/vaksin • Biomolekuler: desain protein melalui <i>reverse genetics</i> • Efek samping campuran obat • Membaca dokumen medis secara NLU untuk dukungan medis atau desain obat-obatan 						
	4415	<i>Cognitive insights</i>						
	a.	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostik: <i>X-ray</i> dan <i>CT-scan thorax</i> untuk pneumonia viral dan bakterial • Diagnostik mikroskopis sel darah • <i>Fraud</i>: asuransi BPJS, jumlah obat, jumlah klaim • Segmentasi: lokasi, jenis penyakit, penularan • Analisis operasional RS: prediksi permasalahan di rumah sakit 						

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
16	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Kesehatan melalui Riset dan Inovasi Industri							
		b. <ul style="list-style-type: none"> • Diagnostik: <i>X-ray</i> dan <i>CT-scan</i> untuk penyakit kanker, pengenalan bagian tubuh bayi dari ultrasonografi • Diagnostik mikroskopis sel darah dengan kecerdasan artifisial untuk deteksi kemungkinan kanker • <i>Fraud</i>: asuransi BPJS, jumlah obat, jumlah klaim • Prediksi waktu pasien keluar: efektivitas RS • Segmentasi: lokasi, jenis penyakit, penularan • Analisis sentimen: asuransi kesehatan • Analisis data pasien: perawatan yang tepat guna dan tepat waktu <i>ICU data analytics</i> 						
	4416	Cognitive engagement						
		a. <ul style="list-style-type: none"> • <i>Chatbots</i> di telemedis untuk administrasi dan segmentasi pasien • <i>Face recognition</i> • <i>Autonomous serving robot</i> • <i>Speech recognition</i> 						
		b. <ul style="list-style-type: none"> • <i>Virtual assistant</i>: mendapatkan gejala klinis lebih cepat • <i>Autonomous drone</i> untuk pengiriman obat ke daerah terpencil 						
17	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Pendidikan melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4517	<i>Process automation</i>	Penanggung jawab: Kemendikbud					
		a. <i>Plagiarism detection</i>	Pelaksana: BPPT					
		b. <ul style="list-style-type: none"> • <i>Plagiarism detection</i> • <i>AI-assisted study planning tools</i>, • <i>AI-assisted lesson planning tools</i> 	Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
	4518	Cognitive insights						
		a. <ul style="list-style-type: none"> • <i>Student admission analytics</i> • <i>Student performance analytics</i> • <i>Teacher performance analytics</i> • <i>Analytics for education policy</i> 						

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
17	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Pendidikan melalui Riset dan Inovasi Industri							
		b.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>.AI-assisted learning assessment tools</i> • <i>Student performance analytics</i> • <i>Teacher performance analytics</i> • <i>Analytics for education policy</i> 					
	4519	Cognitive engagement						
		a.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Chatbot tanya-jawab materi pembelajaran</i> • <i>Automated content (text) translator</i> • <i>Real time speech translator</i> • <i>Sistem pengenalan bahasa Isyarat</i> 					
		b.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Chatbot tanya-jawab materi pembelajaran</i> • <i>Sistem pembelajaran interaktif bagi penyandang disabilitas</i> • <i>Automated content (text) translator</i> • <i>Real time speech translator</i> • <i>Personalized learning system</i> 					
18	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Transportasi Publik melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4620	<i>Process automation</i>		Penanggung jawab: Kemenuh				
		a.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Diagnostic and control</i> • <i>Real time operations</i> • <i>Network planning and route design</i> 	Pelaksana: BPPT				
		b.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Improve the quality and efficiency of tasks undertaken by employees</i> 	Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait				
	4621	<i>Cognitive insights</i>						
		a.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Predictive maintenance</i> • <i>Automatic tunnel lining crack detection</i> • <i>Network and traffic reconfiguration</i> • <i>Road network and traffic</i> 					
		b.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Customer analytics and insights</i> • <i>Dispatch optimization</i> • <i>Mass transit data analytics</i> • <i>Mobility demand prediction</i> • <i>Automatic traffic monitoring</i> • <i>Scheduling and dispatch optimization</i> 					

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
18	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Transportasi Publik melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4622	<i>Cognitive engagement</i>						
	a.	<i>Scheduling and dispatching management</i>						
	b.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Provide efficient, safer, and cost effective services to customer</i> • <i>Advanced data analytics and accident risk prediction</i> • <i>Advanced risk and fraud management system</i> 						
19	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Pertanian dan Maritim melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4723	<i>Process automation</i>	Penanggung jawab: Kementan, KKP					
	a.	<i>Robot planters, harvesters, sprayers, fish sorting</i>	Pelaksana: BPPT					
	b.	<i>Post-harvest processing (drying, milling, sorting, blasting, packaging)</i>	Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
	4724	<i>Cognitive Insights</i>						
	a.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Predictive analytics kondisi tanah, air, laut, cuaca, curah hujan, dan arus</i> • <i>Precision agriculture: kebutuhan pupuk dan pestisida, perhitungan hasil panen dan tangkapan ikan</i> • <i>AI for smart food logistic</i> 						
	b.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Predictive analytics hasil panen dan tangkapan.</i> • <i>Prediksi keadaan alam yang ekstrem yang akan berpengaruh terhadap agro-maritim</i> 						
	4725	<i>Cognitive engagement</i>						
	a.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Farming and fishing scheduling</i> • <i>Chatbots for agro-maritim practical knowledge assessable by farmers and fisheries</i> 						
	b.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Intelligent Agro-Maritim Resource Planning (IARP)</i> • <i>Integrasi data dalam ekosistem agro-maritim untuk mengelola rantai pasok yang optimum</i> • <i>Pengujian mutu produk dengan non-destructive quality testing</i> 						

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
20	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Energi dan Utilitas melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4826	Process automation	Penanggung jawab: Kementerian ESDM, Kementerian PUPR					
	a.	Diagnostic and control						
	b.	Digital marketing Automated trading	Pelaksana: BPPT					
	4827	Cognitive insights						
	a.	<ul style="list-style-type: none"> • Predictive maintenance • Yield optimization • Load and demand prediction • Risk management and fraud detection 	Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
	b.	Customer insights Dispatch optimization						
	4828	Cognitive engagement						
	a.	Scheduling and dispatching management						
	b.	Market price forecasting for utilities and balancing providers						
21	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Rantai Pasok melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4929	Process automation	Penanggung jawab: Kemenperin					
	a.	Diagnostic and control Network Planning Perencanaan rute logistik		Pelaksana: BPPT				
	b.	Back-office automation	Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
	4930	Cognitive insights						
	a.	<ul style="list-style-type: none"> Predictive maintenance Automatic tunnel lining crack detection Network optimization and dynamic route planning Route mapping 						
	b.	<ul style="list-style-type: none"> Demand-based decision making Goods delivery optimization Mobility demand prediction 						
	4931	Cognitive engagement						
	a.	Scheduling and dispatching management						
	b.	<ul style="list-style-type: none"> Service recommendation Risk management based on advanced analytics 						

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
22	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Keuangan dan Retail melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4A32	<i>Process Automation</i>						
	a.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Back-office automation</i> • <i>Digital account opening solution</i> • <i>Complain handling automation</i> • <i>Underwriting</i> • <i>Global payments</i> • <i>Automated compliance</i> 	Penanggung jawab: Kemenkeu, Kemendag, Kementerian UMKM Pelaksana: BPPT Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
	b.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Account management</i> • <i>Front and back office collaboration and automation</i> • <i>Algorithmic trading</i> 						
	4A33	<i>Cognitive insights</i>						
	a.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Sales analytics</i> • <i>Credit analytics</i> • <i>Customer segmentation</i> • <i>E-commerce assortment</i> • <i>Active portfolio management</i> • <i>Fraud detection and prevention</i> 						
	b.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Credit scoring</i> • <i>Market sentiment analysis</i> • <i>Advanced fraud analytics</i> • <i>Customer retention</i> 						
	4A34	<i>Cognitive engagement</i>						
	a.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Product offering</i> • <i>Digital marketing campaign</i> • <i>Personalization and recommendation</i> • <i>Product development</i> • <i>Chatbot and virtual assistant</i> 						
	b.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Augmented customer experience</i> • <i>Personalized add-on</i> • <i>Real time service adjustment</i> • <i>Client acquisition</i> 						

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
22	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Keuangan dan Retail melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4A35	<i>Cognitive engagement</i>						
		a. <ul style="list-style-type: none"> • <i>Product offering</i> • <i>Digital marketing campaign</i> • <i>Personalization and recommendation</i> • <i>Product development</i> • <i>Chatbot and virtual assistant</i> 						
		b. <ul style="list-style-type: none"> • <i>Augmented customer experience</i> • <i>Personalized add-on</i> • <i>Real time service adjustment</i> • <i>Client acquisition</i> 						
23	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Pertahanan dan Keamanan melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4A36	<i>Process automation</i>	Penanggung jawab: Kemenhan, TNI, Polri Pelaksana: BPPT Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
		a. <ul style="list-style-type: none"> Analisis intelijen Pengambilan keputusan C4ISR Logistik Pemeliharaan prediktif Pengadaan 						
	4A37	<i>Cognitive insights</i>						
		a. <ul style="list-style-type: none"> Analisis intelijen Pengambilan keputusan <i>Cognitive C4ISR</i> 						
	4A38	<i>Cognitive engagement</i>						
		a. <ul style="list-style-type: none"> • <i>Cognitive C4ISR</i> • <i>Network-centric warfare (NCW)</i> • <i>Komunikasi aman</i> • <i>Cyber warfare</i> 						
		b. <ul style="list-style-type: none"> • <i>Cognitive C4ISR</i> • <i>Network-centric warfare (NCW)</i> • <i>Komunikasi aman</i> • <i>Wahana-wahana mandiri tunggal</i> • <i>Cyber warfare</i> 						

8. 2. 2.

PETA JALAN AREA FOKUS PROGRAM KECERDASAN ARTIFISIAL 2025-2045

Peta jalan area fokus untuk tahun 2025-2045 terdiri atas 4 area fokus dengan 18 *output* dan 48 program inisiasi, yakni area fokus etika dan kebijakan dengan kode 1 sebanyak 1 program, pengembangan talenta dengan kode 2 sebanyak 6 program, infrastruktur dan data dengan kode 3 sebanyak 9 program, serta riset dan inovasi industri dengan kode 4 sebanyak 32 program.

Tabel 8-2. Peta Jalan Area Fokus program Kecerdasan Artifisial 2025-2045

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2025	2030	2035	2040	2045
1	Terbentuknya Pengawasan Kebijakan Kecerdasan Artifisial							
	1001	Optimasi fungsi pengawasan dan regulasi dari pemerintah (kementerian/lembaga terkait dan Komisi Etik) dan <i>stakeholder</i> lain (organisasi non-pemerintah, dunia usaha, akademisi)	Kementerian/lembaga terkait dan Komisi Etik dibantu universitas, pelaku usaha, dan organisasi asosiasi kecerdasan artifisial					
2	Pengembangan SDM Talenta Kecerdasan Artifisial Nasional							
	2001	Pengembangan basis data dan analisis talenta kecerdasan artifisial nasional terpadu (<i>talent pool</i>)	Kemendikbud, Kementerian Riset dan Teknologi, Kemnaker, asosiasi, LP					
	2002	Penyusunan strategi implementasi manajemen talenta nasional di bidang kecerdasan artifisial	KSP, Kementerian PPN/ Bappenas, Kemendikbud, Kementerian Riset dan Teknologi, asosiasi industri					
	2003	Penguatan pendidikan karakter dasar dan <i>computational thinking</i> di Dikdasmen	Kemendikbud, perguruan tinggi					
	2004	Pengembangan karakter kebangsaan talenta kecerdasan artifisial nasional	BPPI, Kemendikbud, asosiasi					
	2005	Peningkatan jumlah talenta kecerdasan artifisial tersertifikasi kompetensi	BNSP, KAN, Kemnaker, asosiasi					
3	Pengembangan Ekosistem Pembelajaran Kecerdasan Artifisial Terintegrasi							
	2106	Pengembangan sistem manajemen pengetahuan di bidang kecerdasan artifisial	Kemendikbud, Kementerian Riset dan Teknologi, perguruan tinggi, asosiasi industri					
4	Tersedianya Infrastruktur dan Platform Berbagi Pakai untuk Pembelajaran Mesin Kecerdasan Artifisial (<i>AI Machine Learning</i>)							
	3001	Pembentukan presidium/ <i>council</i> pemilik-pemilik <i>data center</i> untuk perluasan infrastruktur dan platform berbagi pakai	Utama: Kemenkominfo Konsultatif: Kemendikbud, KADIN					
	3002	Pemetaan dan standarisasi skema interkoneksi antara infrastruktur komunikasi privat, publik, dan strategis M2M/IoT untuk penulisan SNI skema interkoneksi	Utama: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN Konsultatif: Kemenkominfo					

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2025	2030	2035	2040	2045
4	Tersedianya Infrastruktur dan Platform Berbagi Pakai untuk Pembelajaran Mesin Kecerdasan Artifisial (<i>AI Machine Learning</i>)							
	3003	Pembuatan standar integrasi infrastruktur untuk <i>cloud computing infrastructure</i> , untuk konsep dan definisi integrasi antar- <i>cloud</i>	Utama: Kemenkominfo Konsultatif: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN					
	3004	Pengembangan laboratorium <i>computing</i> di universitas	Utama: Kemendikbud					
	a.	Terbentuknya kolaborasi antara beberapa industri sebagai sponsor dan akademia sebagai <i>host</i> untuk membangun laboratorium <i>cloud computing</i> dan kecerdasan artifisial di universitas prima dan daerah di luar Jawa						
	b.	Pengembangan lebih lanjut jaringan interkoneksi di antara laboratorium universitas (<i>IdREN</i>) sehingga ada kemampuan untuk berbagi beban <i>computing (load sharing)</i> serta data antara universitas prima dan daerah						
	c.	Terbentuknya kolaborasi antara universitas internasional dan dalam negeri untuk kerja sama dalam riset serta pengembangan algoritma dan aplikasi praktis berbasis kecerdasan artifisial untuk lima bidang prioritas						
	3005	Pembangunan Indonesian National AI Supercomputer Center melalui pengadaan, instalasi, dan komisioning (tahap 1, 2, 3, 4)	Utama: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN Konsultatif: Kemenkominfo, asosiasi					
5	Terwujudnya Keterbukaan Pertukaran Data Digital yang Aman dan Rahasia							
	3106	Melakukan kajian dan pendefinisian standarisasi skema data dan antarmuka sistem pertukaran data (<i>SOA, service oriented architecture, atau REST APIs</i>) untuk penulisan SNI skema pertukaran data	Utama: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN Konsultatif: Kemenkominfo					
	3107	Pembentukan Dewan Kecerdasan Artifisial (DKA) sebagai <i>data governance council</i> untuk pelaksanaan arbitrase antara produsen dan konsumen data	Utama: Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN Konsultatif: Asosiasi					
6	Tersedianya Sistem Penghubung Data antara Produsen dan Konsumen Data							
	3208	Mendorong dan mempromosikan bisnis baru pengelola sistem penghubung ini (<i>data broker</i>) yang akan berfokus sebagai perantara antara produsen dan konsumen data	Utama: Kemenperindag Konsultatif: • Kemenkominfo • Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN					

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2025	2030	2035	2040	2045
6	Tersedianya Sistem Penghubung Data antara Produsen dan Konsumen Data							
	a.	Turunan regulasi tentang <i>data broker</i> dalam bentuk PM Kominfo						
	b.	Terbentuknya konsorsium <i>big data</i> Indonesia						
	c.	Terbentuknya BLU sistem penghubung oleh pemerintah						
	d.	Penambahan jumlah mitra yang terhubung dengan sistem penghubung pemerintah dan konsorsium <i>big data</i> Indonesia						
	3209	Sosialisasi dan penguatan implementasi Satu Data Indonesia untuk penentuan wali data serta pengembangan juklak dan juknis tata kelola data untuk sektor pembangunan lain	Utama: Bappenas Konsultatif: BPS, Kemenkeu, Kemenperindag					
7	Terwujudnya Produk, Solusi, dan Layanan Teknologi Kecerdasan Artifisial yang Terkait dengan Keberagaman dan Kearifan Lokal Indonesia							
	4001	Sektor publik (pendidikan, kesehatan, transportasi, dan administrasi publik)	Penanggung jawab: Kementerian/BRIN					
	a.	Implementasi program inovasi kecerdasan artifisial skala nasional secara berkelanjutan	Pelaksana: BPPT Konsultatif: Kementerian/ lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
	b.	Percepatan adopsi inovasi Kecerdasan Artifisial ke seluruh sektor.						
	4002	Sektor industri unggulan (agro-maritim, energi dan utilitas, rantai pasok, keuangan dan retail, pertahanan dan keamanan)						
	a.	Implementasi program inovasi kecerdasan artifisial skala nasional secara berkelanjutan						
	b.	Percepatan adopsi inovasi kecerdasan artifisial ke semua sektor						
8	Meningkatnya Implementasi Sistem Inovasi Kecerdasan Artifisial Nasional							
	4103	Orkestrasi ekosistem riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial antarsektor secara berkelanjutan.	Penanggung jawab: Kementerian/BRIN					
	4104	Penguatan semua sumber daya dan <i>enabler</i> , termasuk kebijakan-kebijakan, yang dibutuhkan untuk strategi jangka panjang	Pelaksana: BPPT Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
	4105	Pengukuran dampak kecerdasan artifisial terhadap PDB secara berkala						

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2025	2030	2035	2040	2045
9	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Administrasi dan Informasi Publik melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4206	<i>Process automation</i>	Penanggung jawab: Kementerian PANRB, Kemendagri, Kemenkominfo Pelaksana: BPPT					
		Integrasi data spesifikasi layanan dan <i>knowledge base</i> tanya-jawab untuk otomasi <i>dispatch</i> permasalahan						
	4207	<i>Cognitive insights</i>	Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
		Integrasi data biometrik lintas daerah sehingga mencegah terjadinya <i>fraud</i> identitas ganda Integrasi model prediksi atas kebencanaan menjadi basis pengetahuan untuk sistem pendukung keputusan lintas sektor seperti transportasi dan kesehatan						
	4208	<i>Cognitive engagement</i>						
		Integrasi data spesifikasi layanan dan <i>knowledge base</i> tanya-jawab untuk otomasi <i>dispatch</i> permasalahan						
10	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Kesehatan melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4309	<i>Process automation</i>	Penanggung jawab: Kemenkes Pelaksana: BPPT Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
		<ul style="list-style-type: none"> • <i>Apps/wearable multi-sensor/bio-sensor</i> • <i>Desain obat/vaksin</i> • <i>Biomolekuler: desain struktur 3-D molekul yang sesuai dengan reverse genetics</i> • <i>Efek samping campuran obat</i> 						
11	4310	<i>Cognitive insights</i>						
		<ul style="list-style-type: none"> • <i>Telediagnosis: darah, ultrasonic, X-ray, CT-scan, dan MRI untuk berbagai penyakit</i> • <i>Ekosistem big data pasien untuk semua klinik dan rumah sakit terintegrasi</i> • <i>Semua rumah sakit terhubung dengan sistem analisis jumlah ranjang yang kosong dan isi setiap saat dan bisa dimonitor semua calon pasien</i> 						
	4311	<i>Cognitive engagement</i>						
		<ul style="list-style-type: none"> • <i>Autonomous mobile atau drone ambulance</i> • <i>Perawat pribadi setiap saat secara real time di rumah dengan virtual tele-doctor</i> 						

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2025	2030	2035	2040	2045
12	Produk dan Layanan Kecerdasan Artificial Sektor Pendidikan melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4412	Process automation <ul style="list-style-type: none"> AI-assisted study planning tools AI-assisted lesson planning tools 	Penanggung jawab: Kemendikbud Pelaksana: BPPT Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
	4413	Cognitive insights <ul style="list-style-type: none"> Student admission analytics Student performance analytics Teacher performance analytics Analytics for education policy 						
12	4414	Cognitive engagement <ul style="list-style-type: none"> Chatbot tanya-jawab materi pembelajaran Sistem pembelajaran interaktif bagi penyandang disabilitas Automated content (text) translator Real time speech translator Personalized learning system 						
13	Produk dan Layanan Kecerdasan Artificial Sektor Transportasi Publik melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4515	Process automation <ul style="list-style-type: none"> Digital marketing Dynamic Pricing 	Penanggung jawab: Kemenuh Pelaksana: BPPT					
	4516	Cognitive insights <ul style="list-style-type: none"> Delay and congestion prediction Predictive optimization operations Intelligent-driving public bus 		Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait				
	4517	Cognitive engagement <ul style="list-style-type: none"> Provide efficient, safer, and cost effective services to customer Advanced data analytics and accident risk prediction Advanced risk and fraud management system 						
14	Produk dan Layanan Kecerdasan Artificial Sektor Pertanian dan Maritim melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4618	Process automation <ul style="list-style-type: none"> Post-harvest processing (drying, milling, sorting, blasting, packaging) 	Penanggung jawab: Kementan, KKP Pelaksana: BPPT					
	4619	Cognitive Insights <ul style="list-style-type: none"> Predictive analytics satellite vision Multi-spectral analysis for land and water remote sensing 		Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait				
	4620	Cognitive engagement <ul style="list-style-type: none"> Intelligent Agro-Maritim Resource Planning (IARP) Integrasi data dalam ekosistem agro-maritim untuk mengelola rantai pasok yang optimum Pengujian mutu produk dengan non-destructive quality testing 						

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2025	2030	2035	2040	2045
15	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Energi dan Utilitas melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4721	<i>Process automation</i>						
		<i>Dynamic pricing</i>						
15	4722	<i>Cognitive insights</i>	Penanggung jawab: Kementerian ESDM, Kementerian PUPR Pelaksana: BPPT Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
		<i>Renewable forecasting and optimization</i>						
	4723	<i>Cognitive engagement</i>						
		<i>Market price forecasting for utilities and balancing providers</i>						
16	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Rantai Pasok melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4824	<i>Process automation</i>	Penanggung jawab: Kemenperin Pelaksana: BPPT					
		<ul style="list-style-type: none"> <i>Digital marketing</i> <i>Dynamic pricing</i> 						
	4825	<i>Cognitive insights</i>	Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
		<ul style="list-style-type: none"> <i>Delay and congestion prediction</i> <i>Self-driving vehicles</i> 						
	4826	<i>Cognitive engagement</i>						
		<ul style="list-style-type: none"> <i>Service recommendation</i> <i>Risk management based on advanced analytics</i> 						
17	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Keuangan dan Retail melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4A27	<i>Process automation</i>	Penanggung jawab: Kemenkeu, Kemendag, Kementerian UMKM					
		<i>Edge banking</i>						
	4A28	<i>Cognitive Insights</i>	Pelaksana: BPPT Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
		<ul style="list-style-type: none"> <i>Intelligence partnership</i> <i>Future business insight</i> 						
	4A29	<i>Cognitive engagement</i>						
		<ul style="list-style-type: none"> <i>Advanced investment management</i> <i>Financial advisory services</i> <i>Advanced risk and fraud management</i> 						
18	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Pertahanan dan Keamanan melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4A30	<i>Process automation</i>	Penanggung jawab: Kemenhan, TNI, Polri Pelaksana: BPPT Konsultatif: Kementerian/lembaga, industri, perguruan tinggi, komunitas terkait					
		<ul style="list-style-type: none"> <i>Analisis Intelijen</i> <i>Pengambilan keputusan</i> <i>C4ISR</i> <i>Logistik</i> <i>Pemeliharaan prediktif</i> <i>Pengadaan</i> 						

No.	Kode	Program Inisiasi	Institusi Pelaksana	2025	2030	2035	2040	2045
18	Produk dan Layanan Kecerdasan Artifisial Sektor Pertahanan dan Keamanan melalui Riset dan Inovasi Industri							
	4A31	Cognitive insights						
		<ul style="list-style-type: none"> • Analisis intelijen • Pengambilan keputusan • Cognitive C4ISR • Pemeliharaan prediktif 						
	4A32	Cognitive engagement						
		<ul style="list-style-type: none"> • Cognitive C4ISR • Network-centric warfare (NCW) • Komunikasi aman • Wahana-wahana mandiri tunggal dan berkelompok • Cyber warfare 						

8. 2. 3.

PETA JALAN PROGRAM KECERDASAN ARTIFISIAL UNTUK BIDANG PRIORITAS 2020-2024

Peta jalan bidang prioritas untuk tahun 2020-2024 terdiri atas lima bidang prioritas dengan 16 *output* dan 58 program inisiasi, yakni bidang kesehatan sebanyak 16 program, bidang reformasi birokrasi 10 program, pendidikan 8 program, bidang ketahanan pangan 14 program, serta bidang mobilitas dan kota pintar sebanyak 10 program.

Tabel 8-3. Peta Jalan Program Kecerdasan Artifisial Bidang Prioritas 2020-2024

I. BIDANG KESEHATAN

No.	Program dan Subprogram	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
1. Persiapan Satu Data Kesehatan							
5001	Implementasi sistem rekam medis elektronik di fasilitas kesehatan milik pemerintah	Kemenkes, Kemenkominfo, BPPT, perhimpunan rumah sakit, asosiasi <i>healthtech</i> , asosiasi industri, dan profesi terkait lainnya					
5002	Regulasi rekam medis elektronik, interoperabilitas data kesehatan, dan pemanfaatan data bagi penelitian	Kemenkes, Kemenkominfo, BPPT, BSSN, perhimpunan rumah sakit, asosiasi <i>healthtech</i> , asosiasi industri, dan profesi terkait lainnya					
5003	Pelatihan penerapan rekam medis elektronik dan interoperabilitas data kesehatan	Kemenkes, Kemenkominfo, BPPT, perhimpunan rumah sakit, asosiasi <i>healthtech</i> , asosiasi industri, dan profesi terkait lainnya					
5004	Penerapan interoperabilitas data fase 1 di fasilitas kesehatan milik pemerintah	Kemenkes, perhimpunan rumah sakit, asosiasi <i>healthtech</i> , asosiasi industri, dan profesi terkait lainnya					
5005	Penerapan interoperabilitas data fase 2 di fasilitas kesehatan yang berlokasi di Pulau Jawa, Bali, dan Sumatera	Kemenkes, perhimpunan rumah sakit, asosiasi <i>healthtech</i> , asosiasi industri, dan profesi terkait lainnya					
5006	Penerapan interoperabilitas data fase 3 di seluruh fasilitas kesehatan wilayah Indonesia	Kemenkes, perhimpunan rumah sakit, asosiasi <i>healthtech</i> , asosiasi industri, dan profesi terkait lainnya					
2. Pengkajian 4P Kesehatan dengan Dukungan Kecerdasan Artifisial							
5007	Pemetaan genomik manusia Indonesia baik sehat maupun sakit dalam daur kehidupan lengkap (<i>predictive and personalized</i>)	Kemenkes, BPPT, perguruan tinggi dengan <i>center of excellence</i> riset medis dan genetika, asosiasi <i>healthtech</i> , dan industri rintisan terkait					
5008	Pemetaan algoritma medis gejala dan tanda-tanda untuk dukungan diagnosis oleh kecerdasan artifisial (<i>predictive, preventive, participatory</i>)	Kemenkes, BPPT, perguruan tinggi dengan <i>center of excellence</i> riset teknik biomedis, asosiasi kecerdasan artifisial, asosiasi <i>healthtech</i> , dan industri rintisan terkait					

No.	Program dan Subprogram	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
5009	Pemetaan data interpretasi sensor fisik pada manusia Indonesia baik sehat maupun sakit dalam daur kehidupan lengkap (<i>predictive and preventive</i>)	Kemenkes, BPPT, perguruan tinggi dengan <i>center of excellence</i> riset teknik biomedis, asosiasi <i>healthtech</i> , dan industri rintisan terkait					
5010	Pengolahan data penyakit menular endemik dengan data genomik manusia Indonesia dengan kecerdasan artifisial (<i>predictive</i>)	Kemenkes, BPPT, perguruan tinggi dengan <i>center of excellence</i> riset penyakit menular dan genetika, asosiasi kecerdasan artifisial, <i>healthtech</i> , dan industri rintisan terkait					
5011	Pengolahan data penyakit tidak menular dengan data perilaku kesehatan dengan kecerdasan artifisial (<i>predictive, preventive</i>)	Kemenkes, BPPT, perguruan tinggi dengan <i>center of excellence</i> riset penyakit tidak menular dan ilmu perilaku, asosiasi kecerdasan artifisial, asosiasi <i>healthtech</i> , dan industri rintisan terkait					
3. Penerapan Paradigma 4P pada Tenaga Kesehatan dan Fasilitas Kesehatan							
5012	Pelatihan dasar paradigma 4P bagi tenaga medis meliputi <i>big data</i> , AI, IoT, dan genetika	Kemenkes, BPPT, Kemenkominfo, perguruan tinggi, asosiasi <i>healthtech</i> , IDI, dan asosiasi profesi terkait lainnya					
5013	Pelatihan dasar paradigma 4P bagi fasilitas kesehatan dan tenaga kesehatan lainnya meliputi <i>big data</i> , AI, IoT, dan genetika	Kemenkes, BPPT, Kemenkominfo, perguruan tinggi, perhimpunan rumah sakit, asosiasi <i>healthtech</i> , IBI, PPNI, dan asosiasi industri serta profesi terkait lainnya					
5014	Implementasi kecerdasan artifisial sebagai alat bantu di fasilitas kesehatan	Kemenkes, BPPT, perguruan tinggi, perhimpunan rumah sakit, asosiasi <i>healthtech</i> , dan asosiasi industri terkait lainnya					
5015	Sistem pendukung kecerdasan artifisial dengan 4P Kesehatan di luar fasilitas kesehatan	Kemenkes, Kemenkominfo, BPPT, BSSN, perhimpunan rumah sakit, asosiasi <i>healthtech</i> , asosiasi industri, dan profesi terkait lainnya					
5016	Implementasi kecerdasan artifisial sebagai alat bantu langsung kepada masyarakat	Kemenkes, BPPT, Kemenkominfo, perkumpulan penderita, IDI, IBI, PPNI, asosiasi <i>healthtech</i> , dan asosiasi profesi terkait lainnya					

II. BIDANG REFORMASI BIROKRASI

No.	Program dan Subprogram	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
4. Inovasi Kecerdasan Artifisial untuk Layanan Publik							
5117	Conversational assistant: pengembangan platform chatbot pemerintahan	BPPT, universitas, industri					
5118	Conversational assistant: Pengembangan chatbot-chatbot untuk layanan pemerintahan, seperti perizinan, pengaturan, dan pemberdayaan	BPPT, universitas, industri, dan kementerian/ lembaga pemerintah lainnya					
5119	Robotic process automation: pengembangan platform bot untuk otomasi tugas-tugas layanan pemerintahan	BPPT, universitas, industri.					
5120	Robotic process automation: pengembangan bot untuk otomasi tugas-tugas layanan pemerintahan	BPPT, universitas, industri, dan kementerian/ lembaga pemerintah lainnya					
5. Inovasi Kecerdasan Artifisial untuk Tata Kelola ASN							
5121	Pengembangan sistem presensi online menggunakan teknologi pengenalan wajah dan pendeteksi objek hidup	BPPT, BKN, dan semua lembaga ASN lainnya					
5122	Pengembangan sistem penilaian kinerja ASN menggunakan kecerdasan artifisial	Kementerian PANRB dan semua lembaga ASN lain					
6. Inovasi Kecerdasan Artifisial sebagai Alat Bantu Pengambilan Keputusan atau Kebijakan							
5123	Pengembangan sistem analisis sentimen atas kebijakan pemerintahan	Universitas, BPPT, industri					
5124	Pengembangan sistem analisis big data pemerintahan	Universitas, BPPT, industri					
7. Inovasi Kecerdasan Artifisial untuk Menganalisis dan Mengaudit Anggaran Keuangan Pemerintahan							
5125	Pengembangan sistem deteksi ketidakwajaran anggaran pemerintah	BPPT, Kemendagri, Kemenkeu, pemerintah daerah, industri					
5126	Pengembangan sistem audit keuangan pemerintahan	Universitas, BPPT, Kemenkeu, BPK, BPKP, pemerintah daerah, industri					

III. BIDANG PENDIDIKAN

No.	Program dan Subprogram	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
8. Inovasi Kecerdasan Artifisial untuk Pendidikan							
5227	<i>Intelligent online education</i>	Kemendikbud, Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN, perguruan tinggi, sekolah, perusahaan rintisan					
5228	<i>Smart course content with AR/VR</i>	Perguruan tinggi, sekolah, perusahaan rintisan					
5229	<i>Virtual laboratory</i>	Perguruan tinggi, sekolah, perusahaan rintisan					
5230	<i>Adaptive learning system</i>	Kemendikbud, Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN, perguruan tinggi, sekolah, perusahaan rintisan					
5231	<i>Adaptive assessment system</i>	Kemendikbud, Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN, perguruan tinggi, sekolah, perusahaan rintisan					
5232	<i>Adaptive classification system</i>	Kemendikbud, Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN, perguruan tinggi, sekolah, perusahaan rintisan					
5233	<i>Serious game in education</i>	Perguruan tinggi, sekolah, perusahaan rintisan					
5234	<i>Precision learning system</i>	Perguruan tinggi, sekolah, perusahaan rintisan					

IV. BIDANG KETAHANAN PANGAN

No.	Program dan Subprogram	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
9. Peningkatan Produktivitas Lahan Pertanian							
5335	Analisis lahan vs produksi dari data <i>existing</i>	Kementan, Kemendagri, BPN					
5336	Digitalisasi lahan pertanian	Kementan, Kemendagri, BPN					
5337	Produktivitas lahan setelah digitalisasi dan pemanfaatan <i>blockchain</i>	Kementan, Kemendagri, BPN					
10. Kecerdasan Artifisial untuk Inklusi Keuangan Petani Kecil Berpenghasilan Kecil							
5338	Data tunggal pertanian	Kementan, Kemendes, Kemendagri					
5339	Integrasi ke Himbara	Kementan, Himbara					
5340	Implementasi dan evaluasi	Kementan, Himbara					

No.	Program dan Subprogram	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
10. Satellite Imaginary untuk Menentukan Daerah Tertinggal							
5340	Data <i>collection</i> dan data akuisisi	Kementan, <i>data providers</i> , Kemendagri					
5341	Penyiapan platform dan infrastruktur	Kementan, BUMN penyedia infrastruktur					
5342	Data analisis dan rekomendasi	Kementan, Kemendesa					
11. Prediksi Kegagalan Panen							
5343	Data akuisisi dari berbagai sumber data	BMKG, Kementan, Kemenperin					
5344	Penyiapan infrastruktur	Kementan					
5345	<i>Data analytics</i> dan kecerdasan artifisial	Kementan					
12. Prediksi Stok Pangan dan <i>Recommendation Engine</i>							
5346	<i>Data integration</i>	<i>E-commerce platform</i> , Bulog					
5347	Penyiapan infrastruktur	Kementan					
5348	<i>Data analytics and recommendation engine development</i>	Kementan					

V. BIDANG MOBILITAS DAN KOTA PINTAR

No.	Program dan Subprogram	Institusi Pelaksana	2020	2021	2022	2023	2024
13. Platform Sistem Cerdas untuk Kota dan Mobilitas serta Turunannya							
5449	Digitalisasi menyeluruh sistem administrasi pelayanan warga	Pemda, Kemenkominfo, Kemendagri, industri					
5450	Implementasi menyeluruh untuk sistem dengan integrasi terbuka (berbasis API) untuk pelayanan warga, transportasi, transaksi, dsb.	Pemda, Kemenkominfo, Kemendagri, industri					

5451	Kolaborasi menyeluruh untuk pertukaran data dengan pelaku inovasi/industri untuk mendukung manajemen kota (dengan sepeda <i>on demand</i> , transportasi <i>on demand</i> , tempat sampah cerdas, dsb.)	Pemda, Kemenkominfo, Kemenhub, industri					
5452	Integrasi data, perangkat fisik, dan operasional fasilitas publik (lampu merah dinamis, rute dinamis, tarif jalan dan parkir dinamis, dsb.)	Pemda, Kemenkominfo, Kemenhub, universitas, industri					
14. Pengindraan Cerdas untuk Kota dan Mobilitas							
5453	Sistem pengindraan untuk seluruh aset kota	Pemda, Kemenkominfo, universitas, industri					
5454	Sistem pengindraan untuk bencana	Pemda, Kemenkominfo, universitas, industri					
5455	Pemetaan tata ruang melalui kecerdasan artifisial	Pemda, Kemenkominfo, universitas, industri					
15. Analisis Cerdas untuk Kota dan Mobilitas							
5456	Sistem pendukung keputusan pelayanan masyarakat	Pemda, Kemenkominfo, universitas, industri					
5457	Sistem pendukung keputusan untuk kebencanaan	Pemda, Kemenkominfo, universitas, industri					
16. Infrastruktur Cerdas untuk Kota dan Mobilitas							
5458	Penyiapan infrastruktur	Pemda, Kemenkominfo					

8. 3. KELEMBAGAAN STRATEGI NASIONAL KECERDASAN ARTIFISIAL

UNTUK melaksanakan seluruh peta jalan strategi nasional kecerdasan artifisial, diperlukan sebuah organisasi yang dapat mengorkestrasi ekosistem kolaborasi *quadruple helix*, yang terdiri atas pemerintah, industri, akademisi, dan komunitas. Tugas dan fungsi kelembagaan kolaborasi *quadruple helix* adalah sebagai berikut.

- **Tugas dan Fungsi Pengawas dan Pengarah**

Memberikan koridor dan arahan dari mekanisme dan tata kelola organisasi pelaksana strategi nasional kecerdasan artifisial. Terdiri atas multikomponen perwakilan dari pemerintah, industri, akademisi, dan komunitas untuk menciptakan keseimbangan dan poros yang menyeluruh.

- **Tugas dan Fungsi Eksekusi**

Melakukan eksekusi program-program inisiatif strategi nasional kecerdasan artifisial sejak 2020 sampai 2045, yang anggotanya dapat berasal dari multikomponen perwakilan pemerintah, industri, akademisi, dan komunitas, dengan remunerasi swasta dan rekrutmen terbuka.

Prinsip-prinsip kelembagaan atau organisasi *quadruple helix* ini mempunyai beberapa persyaratan:

- Kolaborasi:** Terdiri atas gabungan entitas pemerintah, industri, akademisi, dan komunitas yang mampu menciptakan kolaborasi dalam implementasinya.
- Profesional dan transparan:** Menjunjung tinggi tata kelola yang transparan, profesional, teraudit, dan bertanggung jawab.
- Agile dan lincah:** Cepat dalam eksekusi dan terutama mampu melepaskan ketergantungan pada birokrasi.
- Independen:** Terbebas dari potensi pengaruh kepentingan individu, kelompok, ataupun politik.
- Kompetisi adil:** Menjauhkan organisasi dari praktik monopoli serta bebas dari intervensi pihak mana pun.
- Inovasi kecerdasan artifisial terapan:** Fokus terhadap inovasi kecerdasan artifisial terapan, termasuk komponen terdekatnya.
- Berbasis pasar dan berbasis permintaan:** Pendekatan akselerasi inovasi berbasis permintaan pasar.
- Kemandirian Indonesia:** Semua aktivitas harus mengutamakan tujuan kemandirian Indonesia serta penguasaan teknologi kecerdasan artifisial guna mencapai top 5 dalam jajaran negara-negara di dunia.
- Terbuka:** Tidak bersifat eksklusif.
- Partisipatif:** Memberikan peluang kepada semua komponen quad

helix untuk berpartisipasi dalam membangun ekosistem riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial.

- k. **Adaptif:** Cepat menyesuaikan diri dengan dinamika lingkungan strategis nasional, regional, dan global.
- l. **Berbasis nilai:** Produk, solusi, dan layanan memberikan nilai bagi negara dan masyarakat, terutama pada aspek perekonomian.

Dalam pelaksanaannya, kelembagaan *quadruple helix* selama menjalankan tugas dan fungsinya mempunyai beberapa kemampuan:

- a. **Minimisasi ketergantungan terhadap anggaran pemerintah:** Mampu didirikan dan mampu menjalankan mayoritas program dengan tidak bergantung pada anggaran pemerintah. Anggaran pemerintah dioptimalkan untuk fungsi adopsi inovasi publik.
- b. **Ringan:** Orkestrator bersifat ringan dan menjauhi bentuk yang kompleks dan birokratis. Bahkan memungkinkan juga hanya berbentuk program, tetapi dengan catatan memenuhi semua prinsip yang hendak dicapai.
- c. **Batasan waktu:** Orkestrator diciptakan dengan jangka waktu yang telah ditentukan di awal (misalnya 3 tahun). Keberlanjutannya ditetapkan setelah dilakukan evaluasi terhadap parameter kesuksesan yang telah ditentukan di awal.
- d. **Legitimasi pemerintah:** Peran krusial pemerintah diutamakan pada legitimasi pembentukan dan operasionalisasi orkestrator.
- e. **Adopsi inovasi:** Pemerintah dapat berperan dalam fungsi adopsi inovasi publik.

Kebutuhan kelembagaan melaksanakan orkestrasi ekosistem kolaborasi *quadruple helix* ini dari usul beberapa kelompok kerja untuk area fokus dan bidang prioritas sebagai berikut.

AREA FOKUS RISET DAN INOVASI INDUSTRI

Berbagai sumber daya riset dan inovasi nasional yang merupakan kontribusi dari aktor-aktor yang terlibat dalam payung *quadruple helix* perlu dimaksimalkan untuk mencapai tujuan dari misi riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial. Hal ini dapat dilakukan dengan membentuk orkestrator ekosistem kolaborasi *quadruple helix* yang dinamakan Kolaborasi Riset dan Inovasi Industri Kecerdasan Artifisial (KORI-KA). Peran masing-masing aktor dan sinergi *quadruple helix* pada KORI-KA telah dideskripsikan dengan bagan dalam Gambar 6-2 pada Subbab 6.2.1. Tugas dan fungsi KORI-KA adalah pengarahannya (*governing*) dan pelaksanaan (*executing*) dan juga sebagai *program management office* riset dan inovasi industri kecerdasan artifisial. KORI-KA mempunyai tugas sangat penting, yaitu untuk memastikan program-program inisiatif riset dan inovasi industri berjalan dengan baik untuk memberikan dampak positif terhadap masyarakat dan pertumbuhan ekonomi negara.

Gambar 8-4. Peran Masing-Masing Aktor dari Sinergi *Quadruple-Helix* KORI-KA



AREA FOKUS PENGEMBANGAN TALENTA

Pengembangan talenta kecerdasan artifisial akan difokuskan pada pengembangan talenta yang ditujukan untuk mengembangkan produk (pekerja), menciptakan produk baru (peneliti), dan menciptakan industri baru (wirausaha). Dengan demikian, perlu ada suatu ekosistem yang dapat mendukung pengembangan talenta melalui proses pembelajaran dan inovasi. Ekosistem tersebut harus mampu untuk menghasilkan talenta pekerja, peneliti, dan wirausaha. Lebih lanjut, ekosistem tersebut dapat mendukung berkembangnya penelitian pasar dan produk serta penciptaan produk baru. Selain itu ekosistem harus mampu menyediakan sumber daya finansial, sarana, dan prasarana, termasuk perangkat, alat bantu, serta data yang dibutuhkan sehingga dapat menghasilkan talenta yang kompeten yang mendukung terjadinya siklus dalam ekosistem secara berkelanjutan.

Gambar 8-5. Kolaborasi Quad Helix dalam Ekosistem Pembelajaran dan Ekosistem Inovasi KA.

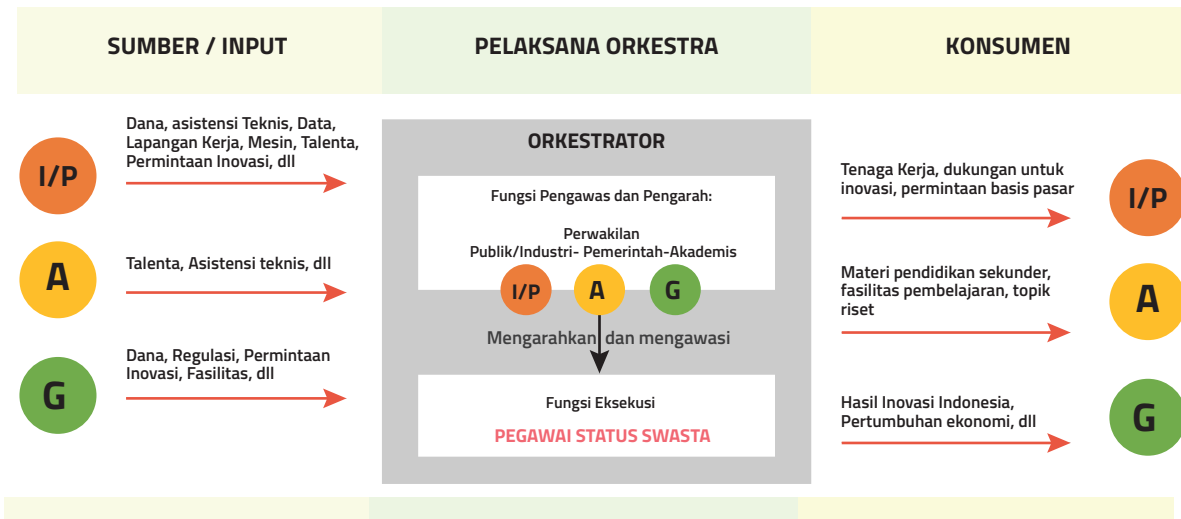


**DIPERLUKAN
ORKESTRATOR
EKOSISTEM KOLABORASI
QUADRUPLE HELIX PADA
RISET DAN INOVASI
INDUSTRI KECERDASAN
ARTIFISIAL.**

AREA FOKUS INFRASTRUKTUR DAN DATA

Data merupakan hal yang sangat penting pada sistem kecerdasan artifisial. Oleh karena itu, data harus selalu tersedia dan tersimpan dalam suatu infrastruktur yang aman, terpusat, dan terdistribusi dengan sistem manajemen yang terokestrasi. Selain itu, integrasi data juga diperlukan untuk mengatasi kendala sektoral. Infrastruktur penyimpanan data akan dipakai secara bersama-sama secara berkesinambungan dan dalam jangka panjang. Dengan demikian, diperlukan aturan-aturan yang jelas dan disepakati oleh berbagai pemangku kepentingan. Suatu organisasi independen, yaitu Dewan Kecerdasan Artifisial (DKA), perlu dibentuk untuk melakukan arbitrase antara produsen data dan konsumen data. Anggota DKA berasal dari industri, sektor publik, dan akademisi.

Berdasarkan kebutuhan dari beberapa area fokus, perlu dibentuk organisasi *quadruple helix* yang terdiri atas pemerintah, industri, akademisi, dan komunitas. Tujuan kelembagaan tersebut dapat dijelaskan dalam gambar di bawah ini.



Gambar 8-6. Tugas dan Fungsi Pelaksanaan Orkestrasi

REFERENSI



1. OECD-OPSI, "Public Sector Innovation Facets - Observatory of Public Sector Innovation," 2019. [Online]. Available: <https://oecd-opsi.org/projects/ai-strategies/>. [Accessed: 08-Jul-2020].
2. F. Government, "National Strategie fuer Kuenstiliche Intelligence," Berlin, 2018.
3. J. Ding, "Deciphering China's AI Dream," *Futur. Humanit. Inst. Univ. Oxford*, 2019.
4. T.G. of the R. of Korea, "National Strategy for Artificial Intelligence," 2019.
5. O.J. Groth, M. Nitzberg, and D. Zehr, "Comparison of National Strategies to Promote Artificial Intelligence," 2019.
6. T. Dutton, "An Overview of National AI Strategies – Politics + AI – Medium," *Medium*, 2018. [Online]. Available: <https://medium.com/politics-ai/an-overview-of-national-ai-strategies-2a70ec6edfd>. [Accessed: 23-Apr-2020].
7. G20 JAPAN 2019, "G20 AI Principles," 2019.
8. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional RI/Bappenas, "Indonesia 2045 Berdaulat, Maju, Adil, dan Makmur," Jakarta, Indonesia, 2015.
9. Kementerian PPN/Bappenas, "Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024," 2020.
10. Kementerian Perindustrian RI, "Making Indonesia 4.0," Jakarta, Indonesia, 2018.
11. Kementerian Riset dan Teknologi Dikti, "Rencana Induk Riset Nasional 2017-2045," 2017.
12. Peraturan Presiden Nomor 39 Tahun 2019, "Satu Data Indonesia."
13. Peraturan Presiden Nomor 95 Tahun 2018, "Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik."
14. Terawan Agus Putranto--Kemenkes RI, "Politik Kesehatan Berdikari," 2020.
15. Deloitte Center for Government Insights, "AI-augmented government," 2019.
16. K. Alicke, J. Rachor, dan A. Seyfert (2016). Supply Chain 4.0 - The Next-Generation Digital Supply Chain. McKinsey & Co. Supply Chain Management Practice.



JAKARTA 2020

ISBN 978-602-410-177-0



9 786024 101770