

REVOLUSI

# INDUSTRI



KONSEP DAN IMPLEMENTASI

## RAKHMAT CEHA

SHINTHIA RIYANTO | ILMI KEUMALA | ADE FIERLY | FAISAL A. AZIZ  
:: repository.unisba.ac.id ::

Perpustakaan nasional: Katalog dalam terbitan (KDT)

CEHA, R.

Industri 4.0 Konsep dan Implementasi

-Ed. 1 -Bandung: P2U LPPM Unisba, 2019

xiv, 297 hlm, 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-602-5917-31-8

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

---

Cetakan pertama, Agustus 2019

Rakhmat Ceha

INDUSTRI 4.0 KONSEP DAN IMPLEMENTASI

---

Hak Penerbitan pada P2U LPPM Unisba

---

Desain Sampul oleh Shinthia Riyanto

---

Layout isi oleh Shinthia Riyanto

---

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmannirrahiim*

Puji syukur ke hadirat Allah Swt atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku *Industri 4.0* telah berhasil penulis selesaikan. Secara garis besar, buku ini berisi konsep dan implementasi Industri 4.0 yang terdiri dari 15 bab. Bagian konsep berisi 8 bab, sedangkan implementasi berisi 7 bab.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang tak dapat dihindari telah mengubah dunia mulai dari revolusi generasi pertama hingga generasi keempat. Untuk menghadapi masa transisi tersebut, diperlukan pengembangan neuroteknologi dan rekayasa genetik yang memungkinkan manusia agar dapat mengoptimalkan fungsi otak. Sebagaimana yang disampaikan Klaus Schwab dalam bukunya *The Fourth Industrial Revolution*, revolusi industri generasi keempat ini, antara lain ditandai dengan kemunculan *Internet of Things (IoT)*, *Cyber Physical System (CPS)*, *Big Data*, *Radio Frequency Identification (RFID)*, *Real Time Location System (RTLS)*, *Artificial Intelligent*, Pabrik Pintar, Robot Pintar, *Virtual Reality*, maupun *Augment Reality*.

Awal perkembangan “revolusi generasi pertama” ditandai peralihan dari tenaga manusia dan hewan digantikan oleh tenaga mesin. “Generasi kedua”, ditandai dengan kemunculan pembangkit tenaga listrik dan mesin pembakaran (*combustion chamber*). “Generasi ketiga” ditandai dengan munculan teknologi digital dan internet, sedangkan “revolusi generasi keempat” ditandai dengan adanya penemuan pola baru ketika disruptif teknologi yang hadir dengan sangat cepat dan menjadi suatu ancaman bagi sebagian besar perusahaan. Pada revolusi industri ini telah banyak perusahaan yang mati akibat ketidaksiapan dalam menghadapi revolusi Industri 4.0. Oleh sebab itu, perusahaan perlu melakukan perbaikan, sehingga dapat terus bertahan di tengah perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Buku ini menjelaskan tentang konsep dari Industri 4.0 dan implementasinya di berbagai bidang; antara lain bidang keuangan,

kesehatan, supply chain, pendidikan, dan manufaktur. Tujuan diterbitkan buku ini adalah untuk menyamakan persepsi dan memahami mengenai Industri 4.0. Selain itu, pada bab terakhir penulis sajikan strategi yang dapat dijadikan referensi dari Kementerian Perindustrian Republik Indonesia dalam menghadapi tantangan Industri 4.0.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Bapak Rudiantara yang senantiasa memberikan dukungan untuk program pemerintah, khususnya kemajuan *roadmap* Industri 4.0 di Indonesia. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada tim kerja SPD Global, KSM Global, dan PT. SGU, terutama kepada saudara Shinthia Riyanto, Ilmi Keumala, Ade Fierly, Faisal A. Aziz, dan M. Farash Syahmi, yang telah banyak membantu, sehingga buku ini akhirnya dapat terselesaikan. Demikian juga ucapan terima kasih disampaikan kepada Dr. Idi Jahidi dan Drs. Alex Sobur, M.Si., yang telah membantu proses penyuntingan.

Lebih spesial kepada tim internal saya, istriku tercinta Rina Indistuti, anakku tersayang Liyana Rakinaturia dan Raidivan Rahditio yang telah memotivasi dan mendorong penulis untuk menyelesaikan buku ini. Untuk itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Bandung, 30 Agustus 2019

Rakhmat Ceha

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1    Perubahan Pasar.....	1
1.2    Tantangan dan Peluang Pasar Era Revolusi Industri 4.0.....	7
1.3    Daya Saing Pasar.....	10
1.4    Kesiapan Pasar.....	12
1.5    Ekonomi Industri 4.0.....	13
BAB II PENGENALAN INDUSTRI 4.0.....	17
2.1    Industri 4.0.....	17
2.2    Fase Industri 4.0.....	19
2.3    Fokus Utama Social, Mobile, Analytics, dan Cloud (SMAC).....	25
2.4    Jerman Negara Manufaktur Terdepan.....	26
2.5    Penggunaan Industri 4.0 untuk Logistik Manufaktur.....	30
2.6    Teknologi Manufaktur Mendatang.....	31
2.7    Komponen Industri 4.0.....	33
BAB III INTERNET OF THINGS.....	41
3.1    Pengenalan Internet of Things (IoT).....	41
3.2    Internet of Robotic Things.....	43
3.3    Konsep Pabrik Masa Depan dengan IoT.....	45
3.4    Robot di Industri 4.0.....	46
3.5    Robotik Organisasi Internasional dalam Industri 4.0.....	50
3.6    Internet of Service (IoS).....	53
3.7    Penerapan IoT di Berbagai Sektor industri.....	53
BAB IV CYBER PHYSICAL SYSTEMS (CPS).....	59
4.1    Pengenalan Cyber Physical Systems (CPS).....	59
4.2    Arsitektur Cyber Physical System (CPS).....	60
4.3    Robotika Cyber-Fisik.....	63
4.4    Sensor dan Actuator.....	65

4.5	Interaksi Manusia dan Mesin.....	69
4.6	Interaksi Mesin dan Mesin.....	70
4.7	Cyber-Physical Just-in-Time.....	71
BAB V BIG DATA ANALYTICS .....		75
5.1	Pengenalan Big Data .....	75
5.2	Cloud Robotics .....	75
5.3	Augmented Reality .....	77
5.4	Virtual Reality.....	80
5.5	Artificial Intelligence.....	89
BAB VI RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID).....		91
6.1	Pengenalan Radio Frequency Identification (RFID).....	91
6.2	Komponen Radio Frequency Identification (RFID).....	92
6.3	Sistem Radio Frequency Identification (RFID) .....	95
6.4	Tantangan untuk RFID .....	99
6.5	Serangan RFID.....	100
6.6	Contoh Implementasi RFID .....	102
BAB VII REAL TIME LOCATION SYSTEMS (RTLS).....		105
7.1	Pengenalan Real Time Location Systems (RTLS).....	105
7.2	Teknologi Alternatif RTLS.....	109
7.3	Aplikasi RTLS dalam Perawatan Kesehatan.....	112
7.4	Analisis Aplikasi RTLS dalam Layanan Kesehatan.....	115
7.5	Aplikasi RTLS di Panti Jompo .....	118
BAB VIII 3D PRINTING.....		121
8.1	Sejarah “3D Printing” .....	121
8.2	Pengenalan 3D Printing.....	121
8.3	Komponen 3D Printing.....	123
8.4	Cara Kerja 3D Printing .....	124
8.5	Jenis-Jenis Printer 3D .....	126
8.6	Penggunaan 3D Printing dalam Berbagai Bidang .....	128
BAB IX FINANCIAL TEKNOLOGI FINTECH & INDUSTRI 4.0 .....		137
9.1	Financial Technology “FinTech” .....	137
9.2	Distribusi Bidang Bisnis FinTech .....	140
9.3	Bisnis yang sedang Berkembang: InsurTech dan RegTech.....	144

9.4	Latar Belakang Inovasi FinTech.....	145
9.5	Tren Industri FinTech .....	146
9.6	Revolusi FinTech di Indonesia .....	147
9.7	FinTech di Era Industri 4.0.....	149
9.8	Tantangan Industri FinTech pada Masa Mendatang.....	152
<b>BAB X INDUSTRI 4.0 UNTUK KESEHATAN.....</b>		<b>155</b>
10.1	Pengembangan Teknologi Kesehatan pada Industri 4.0.....	155
10.2	Industri 4.0 untuk Kesehatan .....	156
10.3	Pendidikan Kesehatan dan Pelatihan .....	159
10.4	Implan dan Desain Jaringan .....	160
10.5	Keuntungan Industri 4.0 di Sektor Kesehatan.....	161
10.6	Teknologi Era Industri 4.0 Bidang Bio-Teknologi Kedokteran .....	164
10.7	Manfaat Penggunaan Teknologi pada Bidang Kesehatan.....	167
10.8	Dampak pada Kesehatan.....	168
<b>BAB XI INDUSTRI 4.0 UNTUK “SUPPLY CHAIN” .....</b>		<b>171</b>
11.1	Industri 4.0 untuk “Supply Chain” .....	171
11.2	Proses Transformasi Industri 4.0.....	174
11.3	Keuntungan Industri 4.0 di Sektor “Supply Chain” .....	182
11.4	Manfaat Penggunaan “Augmented Reality” dan “Virtual Reality” .....	184
11.5	Dampak Industri 4.0 untuk “Supply Chain” .....	188
11.6	“Supply Chain” Masa Mendatang.....	190
<b>BAB XII INDUSTRI 4.0 UNTUK PENDIDIKAN.....</b>		<b>193</b>
12.1	Pengembangan Teknologi Pendidikan pada Industri 4.0.....	193
12.2	Industri 4.0 untuk Pendidikan .....	196
12.3	Perkembangan Sistem Pendidikan pada Industri 4.0.....	199
12.4	Perkembangan Teknologi Industri 4.0 di Bidang Pendidikan.....	201
<b>BAB XIII INDUSTRI 4.0 UNTUK MANUFAKTUR.....</b>		<b>210</b>
13.1	Pendahuluan.....	211
13.2	Hubungan Industri 4.0 dan “Lean” .....	213
13.3	Lean untuk Industri 4.0 .....	218
13.4	Aplikasi “Lean Production” Berbasis Otomasi.....	226
<b>BAB XIV IMPLEMENTASI INDUSTRI 4.0 DI DUNIA.....</b>		<b>231</b>
14.1	Dari Konsep ke Realitas Baru .....	231

14.2	Pertumbuhan Industri 4.0 Pasar Jerman.....	232
14.3	Otomotif dan Sektor Teknologi Ringan.....	235
14.4	Sektor Mesin dan Peralatan .....	237
14.5	Sektor ICT dan Perangkat Lunak.....	239
14.6	Contoh Nilai IoTs dalam Berbagai Industri .....	240
BAB XV IMPLEMENTASI INDUSTRI 4.0 DI INDONESIA.....		243
15.1	Pendahuluan.....	243
15.2	Penerapan Industri 4.0 di Indonesia Saat Ini.....	243
15.3	Implementasi Industri 4.0 di Smart Factory Schneider Electric.....	250
15.4	Implementasi Agromaritim 4.0 di IPB.....	253
15.5	Strategi Implementasi Industri 4.0.....	255
15.6	Peluang & Tantangan Era Revolusi Industri 4.0.....	262
DAFTAR PUSTAKA.....		265
GLOSARIUM .....		285
INDEKS.....		293



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Perubahan Pasar .....	1
Gambar 1. 2 Transformasi Model Bisnis Kanvas ke Model Bisnis.....	3
Gambar 1. 3 Proses Merespons Perubahan Dinamika Pasar .....	4
Gambar 1. 4 Empat Nilai Utama Proses Bisnis .....	5
Gambar 1. 5 Tantangan Industri 4.0.....	7
Gambar 1. 6 Flexible Manufacturing System.....	11
Gambar 1. 7 Kesiapan Industri Nasional Menghadapi Industri 4.0 .....	13
Gambar 2. 1 Fase Revolusi.....	19
Gambar 2. 2 Teknologi Logistik 3.0 .....	22
Gambar 2. 3 Prinsip Industri 4.0.....	23
Gambar 2. 3 Lima Klaster Dampak Industri 4.0.....	25
Gambar 2. 4 Penurunan Biaya dari Industri 4.0 .....	27
Gambar 2. 5 Popularitas Industri 4.0.....	28
Gambar 2. 6 Fitur Revolusi Industri 4.0.....	29
Gambar 2. 7 Peluang dan Tantangan 4.0 .....	33
Gambar 2. 8 Komponen Industri 4.0.....	33
Gambar 2. 9 Kategori Kemampuan Produk Cerdas.....	34
Gambar 2. 10 Kombinasi CPS dan IoT .....	37
Gambar 3. 1 Lima Pengaruhi IoT dalam Rantai Pasok.....	41
Gambar 3. 2 Tiga Lapisan Inovasi Teknologi .....	43
Gambar 3. 3 Arsitektur Internet of Robotics Things .....	44
Gambar 3. 4 Kuka LBR Iiwa.....	47
Gambar 3. 5 Sistem Robot Keluarga APAS.....	47
Gambar 3. 6 Robot dari Kawada Industri.....	48
Gambar 3. 7 Robot Yumi Dual Arm.....	48
Gambar 3. 8 Penerapan IoT di Berbagai Sektor .....	53
Gambar 3. 9 Enam Alternatif Penggunaan Drone.....	54
Gambar 3. 10 Jam Tangan Pintar.....	56
Gambar 3. 11 Sepatu Pintar.....	56
Gambar 3. 12 Efek IOT.....	57
Gambar 4. 1 Lima Dimensi Penting CPS.....	60

Gambar 4. 2 Lima Tingkat Arsitektur CPS.....	60
Gambar 4. 3 Sistem Manufaktur Perusahaan.....	61
Gambar 4. 4 Konversi Data ke Informasi.....	61
Gambar 4. 5 Komponen Utama CPS.....	63
Gambar 4. 6 Computer Numerical Control.....	64
Gambar 4. 7 Peran Perangkat Lunak CPS.....	64
Gambar 4. 8 Komponen CPS dalam Kolaborasi Robot Manusia.....	65
Gambar 4. 9 Klasifikasi Sensor.....	66
Gambar 4. 10 Kriteria Penting dalam Implementasi Jaringan Sensor Nirkabel.....	67
Gambar 4. 11 Tujuan Implementasi Aktuator.....	68
Gambar 4. 12 Elemen Tambahan Aktuator.....	68
Gambar 4. 13 Aplikasi Voice Assistent Siri.....	69
Gambar 4. 14 Cyber-Physical Just-in-Time delivery.....	72
Gambar 5. 1 Tiga Lapisan Sistem Manufaktur Kustomisasi.....	77
Gambar 5. 2 <i>Marked Based Augmented Reality</i> .....	78
Gambar 5. 3 <i>Markerless Augmented Reality</i> .....	79
Gambar 5. 4 <i>Projection Based Augmented Reality</i> .....	80
Gambar 5. 5 <i>Superimposition Based Augmented Reality</i> .....	80
Gambar 5. 6 Komponen Kunci pada Headset Virtual Reality.....	86
Gambar 6. 1 Komponen Sistem RFID.....	96
Gambar 6. 2 Sistem RFID dengan Beberapa Antena.....	97
Gambar 6. 3 Automatic Guided Vehicle (AGV).....	98
Gambar 6. 4 Penerapan RFID pada Pembayaran Parkir.....	102
Gambar 6. 5 Penerapan RFID pada Peternakan Sapi.....	103
Gambar 6. 6 Penerapan RFID pada Botol Pil.....	104
Gambar 7. 1 Bagian dari Aplikasi RTLS.....	105
Gambar 7. 2 Solusi Lain RTLS.....	106
Gambar 7. 3 Jenis Tag pada RTLS.....	106
Gambar 7. 4 Visualisasi dari Real Time Location System.....	108
Gambar 7. 5 Inefisiensi dalam Rumah Sakit.....	113
Gambar 7. 6 Perbedaan Karakteristik Rumah Sakit dengan Panty Jompo.....	118
Gambar 8. 1 Penggunaan Teknologi 3D Printing di Berbagai Bidang.....	121
Gambar 8. 2 Cara Kerja 3D Printing.....	125

Gambar 8. 3 Jenis-Jenis Printer 3D Direct Printer 3D .....	127
Gambar 8. 4 Jenis 3D Printer Jenis Binder .....	127
Gambar 8. 5 Jenis-Jenis Printer 3D Photopolymerization.....	128
Gambar 8. 6 Jenis-Jenis Printer 3D Sintering.....	129
Gambar 8. 7 Tangan Robot.....	131
Gambar 8. 8 Rekontruksi Wajah.....	132
Gambar 9. 1 Lingkup FinTech.....	138
Gambar 9. 2 Perbandingan Model Incumbent dan Fintech .....	139
Gambar 9. 3 Distribution of Representative FinTech Firms.....	140
Gambar 9. 4 Proporsi Aplikasi Perusahaan FinTech di Industri Nyata.....	143
Gambar 9. 5 Pertumbuhan FinTech Global.....	148
Gambar 9. 6 Jumlah Perusahaan Fintech di Indonesia, 2006-2018.....	148
Gambar 9. 7 Pemetaan Industri FinTech.....	150
Gambar 9. 8 Transformasi Layanan Pembayaran.....	151
Gambar 9. 9 Transformasi Layanan Perkreditan .....	151
Gambar 10. 1 Contoh Augmented Reality untuk Kesehatan .....	156
Gambar 10. 2 Google Glass.....	157
Gambar 10. 3 Headset Augmented Reality Pra-Bedah.....	157
Gambar 10. 4 Augmented Reality Anatomi Manusia.....	159
Gambar 11. 1 Transformasi Sitem Produksi .....	175
Gambar 11. 2 Transformasi Proses .....	177
Gambar 11. 3 Transformasi Produk.....	179
Gambar 11. 4 Perubahan Paling Penting dalam Operasi Produksi.....	183
Gambar 11. 5 Perubahan Paling Penting dalam Teknologi Informasi.....	183
Gambar 11. 6 Contoh Virtual Reality dalam Keselamatan Kerja.....	185
Gambar 11. 7 Contoh Virtual Reality di Lingkungan Kerja.....	186
Gambar 11. 8 Contoh Virtual Reality untuk Desain 3D.....	186
Gambar 11. 9 Contoh “Virtual Reality” untuk Peningkatan Kinerja .....	187
Gambar 11. 10 Contoh Virtual Reality untuk Peningkatan Komunikasi.....	188
Gambar 11. 11 Perbandingan Biaya Robot dan Operator Manusia per jam.....	191
Gambar 12. 1 Kerangka Kerja Pembelajaran Abad 21.....	195
Gambar 12. 2 Pergeseran Paradigma Belajar Abad Ke-21.....	196
Gambar 12. 3 Proses Revolusi Pendidikan 4.0.....	198

Gambar 12. 4 Konsep Teknologi Pembelajaran.....	202
Gambar 12. 5 SPADA sebagai Agregator, Regulator, dan QC.....	204
Gambar 12. 6 Model SPADA Indonesia.....	205
Gambar 12. 7 Pentahelix Ecosystems Pendidikan dan Features.....	206
Gambar 12. 8 Model Blended Learning.....	207
Gambar 12. 8 Model Desain Pembelajaran <i>Blended</i> .....	209
Gambar 13. 1 Toyota Production System.....	211
Gambar 13. 2 Dimensi Grup dalam Lean Manufacturing.....	214
Gambar 13. 3 Dampak Industri 4.0 pada Faktor Pemasok.....	214
Gambar 13. 4 Faktor Pelanggan.....	215
Gambar 13. 5 Dampak Industri 4.0 pada Faktor-Faktor Proses.....	215
Gambar 13. 6 Dampak Industri 4.0 pada Faktor Kontrol dan Karyawan.....	216
Gambar 13. 7 Pendekatan Lean untuk Industri 4.0.....	219
Gambar 13. 8 Seven Wastes.....	219
Gambar 13. 9 Contoh 3D Printing.....	222
Gambar 13. 10 Contoh Penerapan Augmented Reality di Industri.....	222
Gambar 13. 11 Contoh Twin Digital.....	223
Gambar 13. 12 Lean Tools and Industri 4.0 Technologies Ladder.....	224
Gambar 13. 13 E-Kanban Systems.....	226
Gambar 13. 14 Komponen Kunci dalam Error-Proofing System.....	228
Gambar 13. 15 Chaku Chaku Lines.....	228
Gambar 13. 16 Sistem iBin.....	229
Gambar 13. 17 QR Code Integrated Milkrun System.....	229
Gambar 14. 1 Industri 4.0.....	231
Gambar 14. 2 Industri 4.0 di Jerman.....	232
Gambar 14. 3 Pasar oleh Sektor Industri 2016-2017.....	234
Gambar 14. 4 Perputaran dan Pertumbuhan Segmen 2016-2017.....	234
Gambar 14. 5 Kenaikan Nilai Tambah yang Dihasilkan Industri 4.0.....	236
Gambar 14. 6 Gambaran Konsep ARENA 2036.....	236
Gambar 14. 7 Pabrik Sepatu Adidas di Kota Bavaria.....	238
Gambar 14. 8 Perputaran Industri Robotika dan Otomatisasi di Jerman.....	238
Gambar 14. 9 Pertumbuhan Pasar Perangkat Lunak Jerman 2017-2018.....	239
Gambar 15. 1 PT. PAN Brothers Tbk.....	243

Gambar 15. 2 Beberapa Contoh Produk Tekstil Pan Brothers Tbk .....	244
Gambar 15. 3 Headmounted Display (HMD).....	245
Gambar 15. 4 PT Chandra Asri Petrochemical Tbk.....	246
Gambar 15. 5 PT Barry Callebaut.....	246
Gambar 15. 6 PT Sri Rejeki Isman Tbk.....	247
Gambar 15. 7 Beberapa Produk Mainan Mobil Merek Hot Wheels .....	248
Gambar 15. 8 Boneka Barbie berbusana batik.....	249
Gambar 15. 9 Kunjungan Menperin RI di Smart Factory Schneider Electric .....	251
Gambar 15. 10 Top 10 Global Economy.....	257
Gambar 15. 11 Making Indonesia 4.0 Roadmap .....	257
Gambar 15. 12 Sepuluh Inisiatif Nasional.....	262



## DAFTAR TABEL

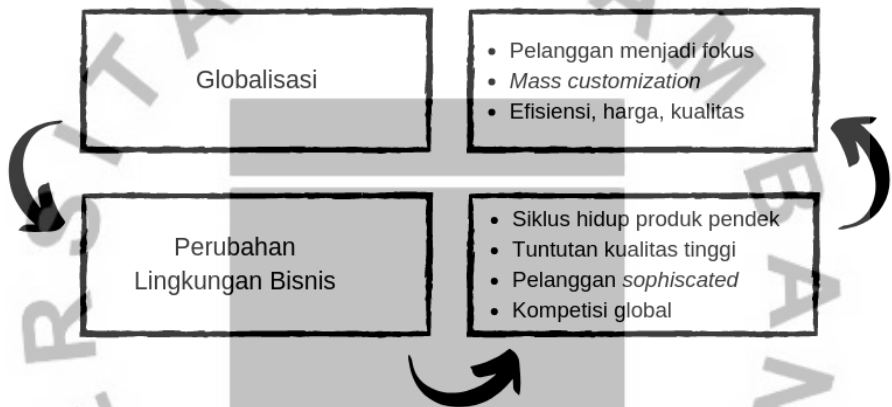
Tabel 1. 1 Tantangan Industri 4.0 .....	8
Lanjutan Tabel 1. 1 Tantangan Industri 4.0 .....	9
Tabel 2. 1 Deskripsi Setiap Kelompok.....	18
Tabel 2. 2 Teknologi-Teknologi Industri 4.0 untuk Logistik Manufaktur.....	31
Tabel 3. 1 Aplikasi Robot yang Berkembang menuju Industri 4.0.....	49
Tabel 3. 2 Organisasi yang Tertarik dalam Industri Revolusi 4.0.....	50
Tabel 11. 1 Cakupan Supply Chain Management.....	172
Tabel 11. 2 Perbandingan Fitur Teknis dari Formasi Industri.....	181
Tabel 11. 3 Hasil yang Menguntungkan dari Transformasi Industri.....	184
Tabel 12. 1 Indonesian Partnership for 21 Century Skill (IP-21CSS).....	197
Tabel 12. 2 Aktivitas Pembelajaran Blended .....	209
Tabel 13. 1 Strategi Otomatisasi.....	212
Tabel 13. 2 Summary of Lean Dimensions, Challenges and Solutions.....	217
Tabel 13. 3 The Seven Wastes versus Lean Tools/Techniques.....	221
Tabel 13. 4 Seven Wastes and Advanced Industry 4.0 Technologies.....	221

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Perubahan Pasar

Perubahan pasar dapat terjadi setiap saat. Penyebab perubahan pasar membawa pengaruh hingga skala global. Globalisasi merupakan salah satu penyebab terjadinya perubahan pasar yang ditunjukkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Perubahan Pasar

Revolusi industri keempat diwujudkan dengan kombinasi berbagai teknologi fisik dan digital seperti sensor, sistem *embedded*, *cloud computing*, dan *Internet of Things* (IoT). **Tujuan utama transformasi industri adalah meningkatkan efisiensi sumber daya dan produktivitas untuk meningkatkan daya saing perusahaan.**

Perbedaan era transformasi industri saat ini adalah menyediakan perubahan dalam proses bisnis utama, juga mengungkapkan konsep produk yang cerdas dan terhubung dengan menghadirkan model bisnis yang digerakkan oleh layanan. Mengingat pentingnya transformasi tersebut, diperlukan pelatihan, pengetahuan tentang teknologi yang dapat meningkatkan kualitas sumber daya manusia (SDM) dalam menghadapi perubahan pasar yang dapat terjadi setiap saat.

Menurut Osterwalder dkk. (2005), **model bisnis adalah deskripsi mengenai nilai yang diberikan perusahaan kepada segmen pelanggan dan arsitektur perusahaan serta jaringan mitranya untuk memasarkan dan menghasilkan keuntungan dan aliran pendapatan yang berkelanjutan.** Banyak tantangan yang akan dihadapi dalam model bisnis cerdas dan terhubung, seperti menghubungkan perangkat yang berbeda dan mengembangkan standar atau menjaga keamanan informasi (Hognelid dan Kalling, 2015). Sedangkan menurut Guo dkk. (2017) mengevaluasi dampak model bisnis IoT pada nilai bisnis, mengelompokkan model-model bisnis sebagai pusat baru, fokus pada efisiensi, *lock-in centered* dan *complementary*.

**Model bisnis IoT yang berpusat pada penciptaan pasar baru, layanan baru atau inovasi. Dimensi yang efisien Model bisnis IoT mencoba meningkatkan efisiensi transaksi.** Tujuan dari model ini adalah untuk mempercepat, menyederhanakan, menghilangkan kesalahan, dan meningkatkan transparansi transaksi. Inti pada model bisnis IoT fokus dalam meningkatkan volume transaksi dan loyalitas pelanggan dengan berbagai cara seperti menyesuaikan, serta meningkatkan keamanan dan keandalan.

**Model bisnis IoT diklasifikasikan ke dalam enam kelompok, yaitu:**

- 1 Penggunaan jarak jauh dan pemantauan aplikasi
- 2 Objek swalayan
- 3 Digital *add-on*
- 4 Kunci digital
- 5 Produk sebagai titik penjualan
- 6 Premium fisik

Dijkman dkk. (2015) mengadopsi model bisnis canvas ke model bisnis IoT, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.2.





**Gambar 1. 2 Transformasi Model Bisnis Kanvas ke Model Bisnis**

1. **Mitra utama** dalam model IoT adalah produsen perangkat keras, pengembang perangkat lunak, dan pemasok lain, integrasi data, meluncurkan pelanggan, distributor, logistik, dan mitra layanan.
2. **Kegiatan utama** adalah pengembangan pelanggan, pengembangan produk, implementasi/layanan, pemasaran/penjualan, pengembangan *platform*, pengembangan perangkat lunak, manajemen mitra, dan logistik.
3. **Sumber daya utama** adalah sumber daya fisik, kekayaan intelektual, kemampuan karyawan, sumber keuangan, perangkat lunak, dan relasi.
4. **Proposisi nilai** adalah kustomisasi, menyelesaikan suatu tugas, desain produk, harga yang ditawarkan, pengurangan ongkos, mitigasi risiko, kemudahan aksesibilitas, kenyamanan, dan kemungkinan untuk pembaruan.
5. **Komponen hubungan pelanggan** adalah bantuan pribadi, bantuan khusus, layanan mandiri, layanan otomatis, komunitas,

dan *co-creation*. Saluran adalah tenaga penjualan, penjualan *web*, toko sendiri, toko mitra, dan grosir.

6. **Segmen pelanggan** adalah pasar massal, pasar ceruk, segmen, platform terdiversifikasi dan multisisi.
7. **Struktur biaya** adalah biaya pengembangan produk, biaya TI, biaya personil, biaya *hardware*/produksi, biaya logistik, pemasaran, dan biaya penjualan.
8. **Aliran pendapatan utama** adalah penjualan aset, penggunaan, sewa, langganan, perizinan, pemasangan, dan biaya iklan.

Perusahaan harus mengubah model bisnis mereka, berinvestasi dalam pelatihan SDM, meningkatkan proses internal, berinvestasi dalam perangkat dan aktivitas manajemen. Akibatnya, terjadi perubahan pasar dari standar menjadi terdiversifikasi (Case & Massarotto, 2016). Sebagai konsekuensi realisasi produk yang disesuaikan, yang nilainya ditambahkan diwakili oleh kecerdasan produk dan layanan dan kemampuan untuk menciptakan hubungan di seluruh rantai nilai, untuk bertukar pengetahuan dan informasi (Carrus, 2014). Gambar 1.3 menunjukkan bagaimana perusahaan mengalami perubahan model bisnis mereka.

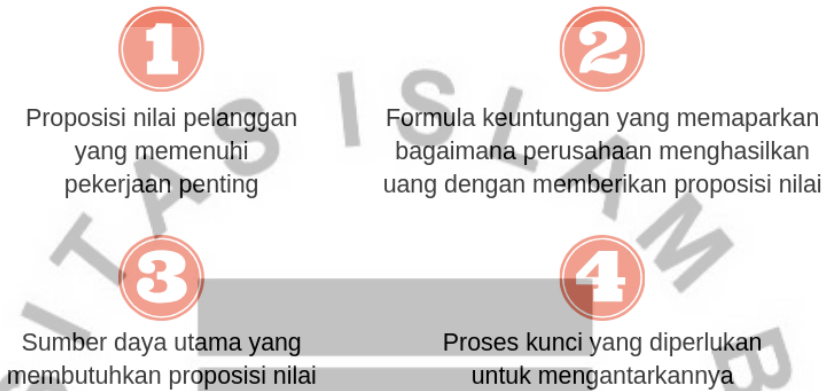
Mengikuti perkembangan zaman sekarang, maka proses bisnis harus mampu memberikan dan menghasilkan suatu nilai tambah dengan mengetahui kebutuhan pasar. Mengidentifikasi kebutuhan pasar dan mengetahui seberapa besar kebutuhan pelanggan akan produk yang dibutuhkan merupakan kunci utama dari bisnis yang dijalankan.



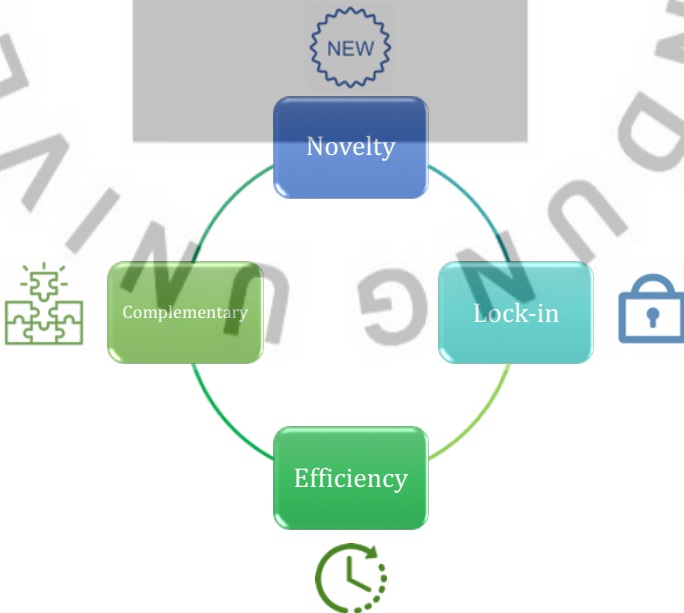
Gambar 1. 3 Proses Merespons Perubahan Dinamika Pasar

Perusahaan juga harus memberikan pelatihan kepada sumber daya yang mempunyai peranan penting dalam perusahaan. Hal ini dilakukan guna menciptakan produk atau jasa yang mempunyai spesifikasi yang baik.

Model bisnis yang sukses harus memiliki empat blok bangunan mendasar (Innosight, 2017), yaitu:



Model bisnis ini menawarkan empat nilai utama dari bisnis produk yang cerdas dan terintegrasi (Guo dkk., 2017). Adapun keempat nilai tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.4.



**Gambar 1. 4 Empat Nilai Utama Proses Bisnis**

1. **Novelty**, kebaruan yang mengacu pada pasar baru, layanan baru dan inovasi. Aplikasi IoT memungkinkan perusahaan menciptakan pasar baru, layanan baru, dan inovasi. Tidak hanya solusi IoT yang memungkinkan pembuatan model bisnis baru tetapi juga *platform* IoT sendiri dapat dianggap sebagai model bisnis baru.
2. **Efficiency**, model bisnis produk yang cerdas dan terhubung yang membawa efisiensi dengan membuat transaksi lebih cepat, sederhana, transparan, dan menghilangkan kesalahan. Tujuan utama dari aplikasi produk yang cerdas dan terhubung dapat meningkatkan efisiensi transaksi. Efisiensi dapat ditingkatkan dengan membuat transaksi lebih cepat, sederhana, atau meningkatkan ketergantungan dan transparansi. Meningkatkan efisiensi biasanya merupakan langkah pertama untuk menerapkan sistem *embedded*. Oleh karena itu, efisiensi adalah manfaat yang paling umum dicari dalam bisnis IOT.
3. **Lock-in**, aplikasi produk yang cerdas dan terhubung memungkinkan perusahaan untuk memperbesar *volume* transaksi bagi pelanggan yang sudah ada dan meningkatkan loyalitas pelanggan. Aplikasi ini dapat meningkatkan pelanggan, penggunaan berulang, retensi pelanggan, keandalan, dan keamanan transaksi. *Amazon Dash Button* adalah perangkat terhubung Wi-Fi yang mengatur ulang produk. Tombol dasbor ini dipasangkan dengan produk yang dipilih sebelumnya. Menekan tombol cukup untuk menyusun ulang. Produk pintar dan terhubung ini memungkinkan penggunaan berulang item yang telah dipilih.
4. **Complementary**, model bisnis IoT berbasis komplementer menyediakan barang/layanan tambahan yang lebih berharga bersama. *Amazon Dash Replenishment Service* memungkinkan penataan ulang otomatis untuk produk seperti deterjen untuk mesin cuci atau *cartridge* tinta untuk printer. Layanan pengisian ulang yang ditanam ini memberikan perintah otomatis sebelum pemuatan terakhir. Ini menggunakan sistem layanan pelanggan Amazon seperti sistem pembayaran dan otentikasi.

Dalam persaingan ketat dunia bisnis saat ini, hanya perusahaan yang mengembangkan model bisnis yang tepat yang dapat berhasil. Perusahaan-perusahaan yang memiliki model bisnis inovatif dapat

mengubah bisnis, menciptakan pasar baru dan membuka kunci pertumbuhan yang signifikan.

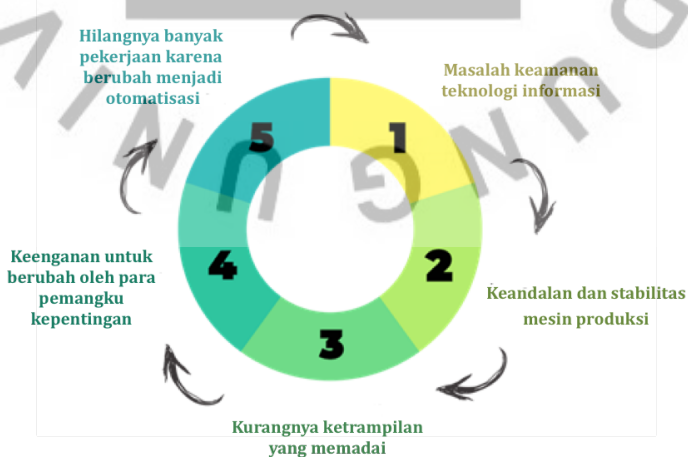
## 1.2 Tantangan dan Peluang Pasar Era Revolusi Industri 4.0

Menurut Tjandrawinata (2016), otomatisasi hampir digunakan di semua bidang. Kemajuan teknologi merupakan jawaban dari penggunaan otomatisasi. Otomatisasi akan mengubah cara interaksi dan pola hidup manusia. Teknologi ini merupakan suatu paradigma baru yang mengombinasikan dunia fisik, digital, serta biologi.

Aspek ekonomi, sosial, maupun pengembangan individu merupakan peluang baru yang dapat diciptakan di era Industri 4.0. Peluang baru ini membawa dampak, yaitu dapat mengembangkan potensi individu dan masyarakat untuk mencapai suatu tujuan yang akan dicapai.

Kemajuan teknologi Industri 4.0 memudahkan manusia dalam menyelesaikan suatu pekerjaan yang bersifat kompleks dalam ruang lingkup yang besar. Transformasi teknologi Industri 4.0 membawa manfaat yang signifikan, yaitu meningkatnya usia harapan hidup, meningkatkan kualitas, serta terjadinya peningkatan pendapatan per kapita yang berfluktuasi tinggi.

Peluang Industri 4.0 dapat dicapai dengan melihat semua tantangan industri yang ada. Para pemangku kepentingan harus ikut serta melihat permasalahan tersebut serta memberikan respons tersebut secara komprehensif. Menurut Hecklau (2016) terdapat beberapa tantangan Industri 4.0, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.5.



Gambar 1. 5 Tantangan Industri 4.0  
(Sumber: Sung, 2017)

Hecklau dkk. (2016) menjelaskan tantangan Industri 4.0, seperti diperlihatkan pada Tabel 1.1.

**Tabel 1. 1 Tantangan Industri 4.0**

Jenis Tantangan	Variabel dan Subvariabel Tantangan
	1. Globalisasi yang terus berlanjut:
	a. Keterampilan antarbudaya
	b. Kemampuan berbahasa
	c. Fleksibilitas waktu
	d. Keterampilan jaringan
Tantangan Ekonomi	e. Pemahaman proses
	2. Meningkatnya kebutuhan inovasi:
	a. Pemikiran wirausaha
	b. Kreativitas
	c. Pemecahan masalah
	d. Bekerja di bawah tekanan
	e. Pengetahuan mutakhir
	f. Keterampilan teknis
	g. Keterampilan penelitian
	h. Pemahaman proses
	3. Permintaan untuk orientasi layanan yang lebih tinggi:
	a. Pemecahan konflik
	b. Kemampuan komunikasi
	c. Kemampuan berkompromi
	d. Keterampilan berjejaring
Tantangan Sosial	1. Perubahan demografi dan nilai sosial:
	a. Kemampuan mentransfer pengetahuan
	b. Penerimaan rotasi tugas kerja dan perubahan pekerjaan yang terkait (toleransi ambiguitas)
	c. Fleksibilitas waktu dan tempat
	d. Keterampilan memimpin
	2. Peningkatan kerja virtual:
	a. Fleksibilitas waktu dan tempat
	b. Keterampilan teknologi
	c. Keterampilan media
	d. Pemahaman keamanan TI

**Lanjutan Tabel 1. 2 Tantangan Industri 4.0**

	3. Pertumbuhan kompleksitas proses:
	a. Keterampilan teknis
	b. Pemahaman proses
	c. Motivasi belajar
	d. Toleransi ambiguitas
	e. Pengambilan keputusan
	f. Penyelesaian masalah
	g. Keterampilan analisis
<b>Tantangan Teknis</b>	1. Perkembangan teknologi dan penggunaan data eksponensial:
	a. Keterampilan teknis
	b. Kemampuan analisis
	c. Efisiensi dalam bekerja dengan data
	d. Keterampilan koding
	e. Kemampuan memahami keamanan TI
	f. Kepatuhan
	2. Menumbuhkan kerja kolaboratif:
	a. Mampu bekerja dalam tim
	b. Kemampuan komunikasi virtual
	c. Keterampilan media
	d. Pemahaman keamanan TI
	e. Kemampuan untuk bersikap kooperatif
<b>Tantangan Lingkungan</b>	Perubahan iklim dan kelangkaan sumber daya:
	a. Pola pikir berkelanjutan
	b. Motivasi menjaga lingkungan
	c. Kreativitas untuk mengembangkan solusi keberlanjutan baru
<b>Tantangan Politik &amp; Aturan</b>	1. Standarisasi:
	a. Keterampilan teknis
	b. Keterampilan koding
	c. Pemahaman proses
	2. Keamanan data dan privasi:
	a. Pemahaman keamanan teknologi informasi
	b. Kepatuhan

(Sumber: Hecklau dkk., 2016)

### 1.3 Daya Saing Pasar

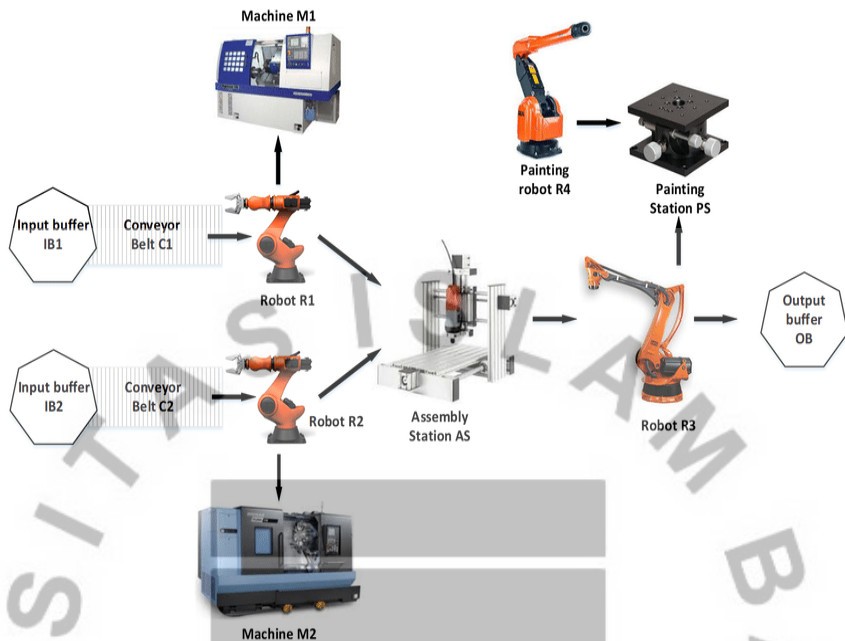
Berdasarkan laporan *Global Competitiveness* tahun 2016-2017, Indonesia berada di urutan ke-41 dari 138 negara untuk posisi daya saing. Melihat hal ini, pemerintah mempunyai respons untuk mencapai urutan ke-39 dunia posisi daya saing Indonesia. Perkembangan inovasi di era Industri 4.0 merupakan fokus utama dalam meningkatkan daya saing Indonesia. Oleh karena itu, para pelaku bisnis harus mempunyai dan mempersiapkan inovasi secara terus-menerus untuk mencapai sasaran yang akan dicapai.

Menurut Hartarto (2018), model bisnis yang efisien dan efektif Industri 4.0 dapat dicapai dengan persiapan inovasi yang matang. Implementasi *Information Communication Technology (ICT)* merupakan salah satu inovasi di era digitalisasi yang mampu mempercepat peningkatan daya saing sektor industri secara terus-menerus.

ICT merupakan suatu teknologi yang mampu bersaing di pasar domestik hingga pasar global. Produk yang dihasilkan mempunyai keunggulan lebih murah dibandingkan produk lain karena memanfaatkan sistem *online document approval* untuk mengawasi pekerjaan hingga selesai, sehingga teknologi ICT juga lebih hemat dalam segi waktu dan ongkos.

Inovasi lainnya, yaitu *Flexible Manufacturing System* yang ditunjukkan pada Gambar 1.6. Contoh yang dapat diambil yaitu penerapan Industri 4.0 untuk proses pengolahan proses produksi pada industri makanan dan juga industri minuman, tetapi untuk proses pengemasan produk makanan dan minuman masih dilakukan secara manual dengan menggunakan tenaga kerja. Berdasarkan contoh di atas, dapat diketahui bahwa teknologi *Flexible Manufacturing System* merupakan suatu inovasi yang mengkombinasikan proses *mechanical engineering* dengan tenaga kerja dalam suatu perusahaan. Sementara itu, *e-smart* IKM telah digunakan sektor Industri Kecil Menengah atau lebih dikenal IKM dengan tujuan memperluas semua kegiatan dalam aspek pasar.





**Gambar 1. 6 Flexible Manufacturing System  
(Sumber: Davidrajuh dkk., 2018)**

Menurut Hartarto (2018), implementasi Industri 4.0 membutuhkan pelatihan khusus untuk menciptakan keterampilan khusus tenaga kerja mengingat bertambahnya lapangan pekerjaan di era industri ini. Kebutuhan untuk memperoleh tenaga kerja yang mempunyai kemampuan khusus dengan keterampilan baik merupakan hasil dari pemekaran spesialisasi industri.

Menghadapi era digitalisasi ini, implementasi penggabungan dunia fisik, digital, serta biologi mampu menghasilkan otomatisasi yang mengharuskan tenaga kerja di perusahaan mampu melakukan analisis data. Tenaga kerja harus mempunyai kemampuan tersebut untuk beradaptasi dari implementasi kemajuan teknologi 4.0.

Dalam rangka peningkatan daya saing tenaga kerja di Indonesia yang memanfaatkan digitalisasi dalam manufaktur di era Industri 4.0 ini. Maka kota Jawa Tengah dan D.I. Yogyakarta terpilih untuk kegiatan peluncuran pendidikan guna meningkatkan kualitas tenaga kerja di Indonesia.

#### 1.4 Kesiapan Pasar

Menurut Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Industri (BPPI), Industri 4.0 mengacu pada peningkatan otomatisasi, *machine-to-machine* dan komunikasi *human-to-machine*, *artificial intelligence*, serta pengembangan teknologi berkelanjutan.

Terdapat empat faktor penting yang berperan untuk kebutuhan investasi dalam penerapan Industri 4.0, yaitu:

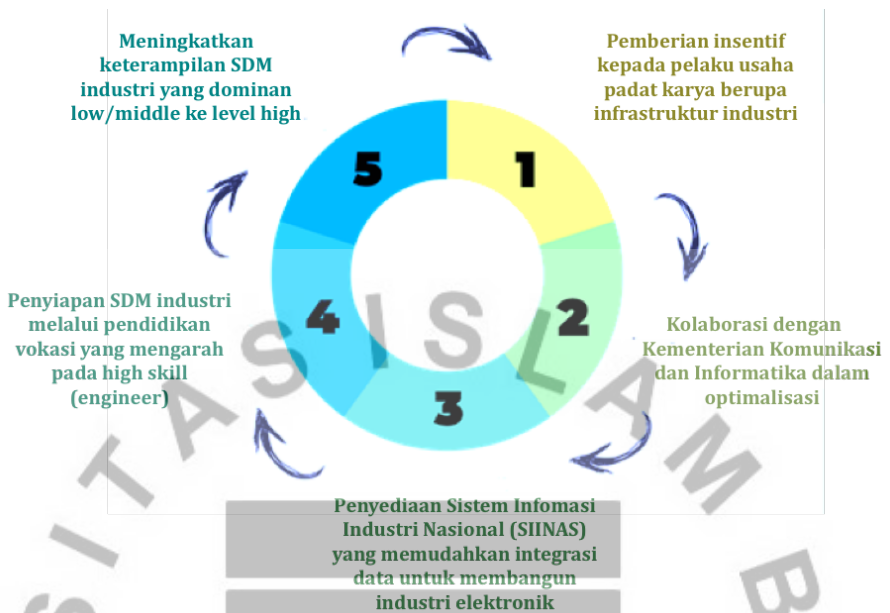
- 1 Peningkatan daya komputasi, volume data, serta peningkatan konektivitas
- 2 Kemampuan untuk melakukan analisis dan bisnis intelijen
- 3 Kemampuan untuk melakukan interaksi *human-machine*, seperti sistem *augmented reality* dan *touch interface*
- 4 Pengembangan robotik dan cetak 3D yang merupakan transformasi instruksi digital ke dalam bentuk fisik

Upaya untuk menghadapi implementasi Industri 4.0 harus dipersiapkan industri nasional. Gambar 1.7 menunjukkan kesiapan industri nasional menghadapi Industri 4.0.

Selain itu, dalam rangka penerapan sistem teknologi 4.0 dalam semua kegiatan industri, maka penting dilakukan suatu identifikasi dari kesiapan para pelaku industri di Indonesia, untuk mencapai hasil yang optimal.

Melihat pentingnya identifikasi dari kesiapan para pelaku industri, maka perlu dilakukan penyusunan alur dan rencana strategis dalam waktu yang singkat hingga waktu yang panjang dalam rangka penerapan sistem digitalisasi dalam sektor manufaktur nasional.

Dalam rangka meningkatkan kemampuan dalam transformasi digital Industri 4.0, respons serta konsistensi dari seluruh pemangku kepentingan sangat dibutuhkan dalam rangka memperkuat produksi barang dan jasa industri nasional.



Gambar 1. 7 Kesiapan Industri Nasional Menghadapi Industri 4.0

### 1.5 Ekonomi Industri 4.0

Manfaat dan potensi besar yang dapat dirasakan dari penerapan Industri 4.0 ini menuju pada ekonomi Industri 4.0, yaitu berpotensi besar untuk meningkatkan daya saing global, mengangkat pangsa pasar ekspor, serta produktivitas tenaga kerja meningkat secara signifikan.

Peningkatan ekspor akan membuka lebih banyak lapangan pekerjaan. Ditambah konsumsi domestik yang kuat, Indonesia menargetkan bisa masuk 10 besar kekuatan ekonomi dunia berdasarkan produk domestik bruto (PDB) pada 2030.

Pada 2000, dengan PDB sebesar Rp 1.400 triliun, Indonesia berada di peringkat ke-27 dunia. Enam belas tahun kemudian, yakni per 2016, angka PDB yang mencapai Rp 12.400 triliun menempatkan Indonesia di posisi ke-16. Tahun ini, Presiden Jokowi pernah menyebutkan bahwa PDB Indonesia mencapai US\$ 1 triliun atau sekitar Rp 14.800 triliun.



Pemerintah mengidentifikasi lebih dari 80 persen tenaga kerja berada di industri mikro, kecil, dan menengah, termasuk petani serta produsen skala kecil. Karena itu, kementerian perindustrian akan membantu di sepanjang rantai nilai agar mereka bisa mengadopsi teknologi yang dapat meningkatkan produksi dan pangsa pasar.

**Untuk mempergegas laju perekonomian, pemerintah akan menggali potensi ekspor hingga mencapai 10 persen dari PDB. Caranya, dengan memperbaiki produktivitas dan mendorong inovasi dalam industri. Hal ini akan mendorong para pelaku industri untuk menciptakan siklus ekonomi yang baik dengan melakukan investasi keuntungan dalam bentuk aset yang produktif.**

Dengan ekspor netto sebesar 10 persen dari PDB pada 2000, Indonesia tercatat sebagai salah satu negara dengan ekspor tertinggi di ASEAN. Namun porsi itu terus menurun hingga tinggal 1 persen pada 2016. Pemerintah bermimpi meraih kembali kejayaannya pada 2030. Untuk itu, anggaran penelitian, pengembangan, desain, dan inovasi akan dikerek menjadi 2 persen dari PDB.

Menteri Airlangga meminta masyarakat tidak perlu khawatir akan hilangnya potensi lapangan pekerjaan akibat digitalisasi. Mengutip laporan studi McKinsey, Airlangga menunjukkan bakal ada tambahan kebutuhan sebanyak 17 juta pekerja di pasar tenaga kerja. Untuk mencapai 10 besar kekuatan ekonomi dunia pada 2030, menurut Menteri Ketenagakerjaan Muhammad Hanif, Indonesia harus punya 113 juta tenaga kerja terampil. Posisi kita per 2006 ada 57 juta tenaga kerja terampil, kurang 56 juta. Artinya, pemerintah harus menyiapkan 3,5 juta tenaga kerja terampil setiap tahun.

Pemerintah mengidentifikasi lebih dari 80 persen tenaga kerja berada di industri mikro, kecil, dan menengah, termasuk petani serta produsen skala kecil. Karena itu, Kementerian Perindustrian akan membantu di sepanjang rantai nilai agar mereka dapat mengadopsi teknologi yang dapat meningkatkan produksi dan pangsa pasar.

**Perkembangan teknologi yang berkembang pesat dan cepat di era digitalisasi akan berdampak buruk untuk pemerintah yang tidak dapat memanfaatkannya dengan baik**

**dan benar. Revolusi tidak hanya mengubah model bisnis dan pola kompetisi, tapi juga merombak sistem ekonomi dan masyarakat. Kekuatan global hanya dapat dicapai oleh negara yang mampu menggunakan dan memanfaatkan kemajuan teknologi dengan baik.**

Keterampilan dan kemampuan dari kualitas sumber daya manusia merupakan aspek investasi paling penting di era digitalisasi, di mana semua pabrik memoles keahlian tenaga kerja mereka dengan program magang dan pelatihan. *Vice President* PT. Astra Daihatsu Motor, Pongky Prabowo, mengatakan sekitar 40 persen produksi di Karawang sudah menggunakan robot. Sejak menggunakan robot, produksi kendaraan Daihatsu naik 10 persen dari sebelumnya, 500 unit per hari. Seperti Suzuki, pemakaian robot menurunkan biaya operasional Daihatsu 5-10 persen. Tetapi, pemakaian robot tidak mendorong perusahaan untuk mengurangi jumlah karyawan. Sebab, Daihatsu sudah menghitung bagian yang menggunakan manusia dan yang hanya dikerjakan robot. Robot digunakan untuk pekerjaan yang membutuhkan akurasi tinggi.

Untuk menaikkan produksi, selain menambah jumlah robot, Daihatsu berencana mempercanggih peralatan dan layanan perbaikan. Menurut Menteri Perindustrian, Airlangga Hartanto, industri otomotif adalah sektor yang paling siap menyambut revolusi Industri 4.0. Dalam bisnis kendaraan ini, geliat Industri 4.0 terlihat dari jumlah ekspor yang naik tiap tahun. Mengacu pada data industri kendaraan di Indonesia, total ekspor mobil sepanjang Januari- September 2018 mencapai 187.752 unit dari target 250 ribu kendaraan. Jumlah tersebut naik 10,4 persen dibanding pada periode tahun lalu. Dari angka itu, Daihatsu merajai pangsa pasar mobil ekspor dengan 84.387 unit, naik 42,1 persen ketimbang tahun lalu yang hanya 59.012 unit. Posisi kedua ditempati Toyota dengan total ekspor 69.131 unit. Suzuki berada di peringkat ketiga dengan 18.202 unit. Jumlah ekspor Suzuki bertambah setelah pada akhir Oktober lalu mereka mengirim mobil All New Ertiga sebanyak 12 ribu unit ke 22 negara.

