

**LAPORAN PENELITIAN MANDIRI**

**ANALISIS KEBIJAKAN IMPLEMENTASI INDUSTRI 4.0 PADA INDUSTRI  
MAKANAN DAN MINUMAN DI INDONESIA**



**Dr. Ir. Zulfiandri, MSi**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**JAKARTA**

**2019**

**HALAMAN PENGESAHAN  
PENELITIAN MANDIRI**

---

**Judul Penelitian Mandiri** : Analisis Kebijakan Implementasi Industri 4.0 Pada Industri Makanan dan Minuman di Indonesia

**Peneliti**

a. Nama Lengkap : Dr. Zulfiandri, MSi

b. NIDN : 0326066801

c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli

d. Program Studi : Teknik Industri

e. No. HP : 08121001336

f. Alamat Surel (e-mail) : [zulfiandri@esaunggul.ac.id](mailto:zulfiandri@esaunggul.ac.id)

**Lama Penelitian** : 4 bulan

**Biaya Penelitian** : Rp. 4.000.000

Jakarta, 20 Agustus 2019

Mengetahui,  
Dekan,

Ketua Pelaksana,

(Dr. Ir. Nofi Erni, MM)  
NIP/NIDN: 994060020/0315116701

(Dr. Ir. Zulfiandri, MSi)  
NIDN: 0326066801

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Saat ini, dunia mulai memasuki Revolusi Industri generasi keempat, yang secara luas dikenal dengan istilah Revolusi Industri 4.0 atau 4IR. 4IR ditandai dengan meningkatnya konektivitas, interaksi dan semakin tipis batas antara manusia, mesin, dan sumber daya lainnya melalui teknologi informasi dan komunikasi, tidak hanya dalam produksi melainkan juga pada seluruh rantai nilai guna mencapai efisiensi yang tinggi dan menghasilkan model bisnis berbasis digital. 4IR adalah suatu keadaan yang dipercaya akan membawa dampak besar bagi perkembangan ekonomi dan daya saing industri suatu Negara, termasuk Indonesia. Para pemangku kepentingan dari berbagai belahan dunia telah terlebih dahulu mawas dengan isu-isu terkait 4IR dan tergantung dari tingkat kesiapan tiap negara, mulai menyiapkan langkah-langkah yang perlu diambil untuk mengatasi permasalahan yang mungkin akan timbul karena implementasi 4IR di industri.

Menghadapi kesiapan Indonesia dalam menuju arah implementasi 4IR di industri, Indonesia memerlukan strategi untuk memastikan manfaat dan mengatasi dampak potensial yang mungkin timbul. Pemerintah Indonesia sendiri telah meluncurkan Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035 yang merupakan payung besar atas strategi dan inisiatif untuk berbagai sektor industri yang dituangkan dalam bentuk peta jalan/roadmap industri Indonesia, lengkap dengan target-target strategis dan sektor prioritasnya. Untuk itu, RIPIN perlu diperkuat karena masih bersifat umum dan belum secara mendalam membahas mengenai 4IR dan dampaknya serta bagaimana cara mengatasinya. Salah satu yang dapat dilakukan pemerintah untuk mengatasi dampak tersebut adalah melalui kebijakan-kebijakan publik terkait implementasi 4IR. Kebijakan-kebijakan tersebut tentunya menjadi aspirasi dan tantangan untuk Indonesia menuju industry 4.0, antara lain Industri 4.0 diharapkan dapat merevitalisasi sektor manufaktur yang dapat menjadi momentum untuk memulainya 4.0, 4IR dapat membantu Indonesia meningkatkan daya saing di pasar ekspor dunia, Implementasi teknologi 4IR akan membantu meningkatkan produktivitas tenaga kerja, inovasi, serta dapat menstimulasi pertumbuhan ekonomi.

Dalam implementasi menuju industry 4IR, Indonesia telah menetapkan 10 prioritas nasional dengan harapan Indonesia mampu untuk memanfaatkan keunggulan yang dimilikinya untuk membangun sektor industri yang tangguh. Keunggulan yang dimiliki Indonesia untuk menjuang hal tersebut antara lain: angkatan kerja yang besar, permintaan domestik yang kuat, pertumbuhan ekonomi yang stabil, ekonomi terbesar di Negara asia tenggara, dan memiliki sumber daya melimpah. Namun begitu seluruh industri di Indonesia memiliki berbagai tantangan yang fundamental antara lain: Upstream dan midstream yang kurang berkembang, potensi geografis yang kurang dioptimalkan, tren global sustainability yang tidak terelakan, UMKM yang tertinggal, infrastruktur digital yang belum memadai, pendanaan domestik dan teknologi yang terbatas, tenaga kerja yang banyak tersedia tetapi tidak terlatih, belum tersedianya pusat-pusat inovasi, kebutuhan untuk insentif yang komprehensif, peraturan dan kebijakan yang masih tumpang tindih. Untuk menjawab tantangan-tantangan dalam hal implementasi 4IR di industry, maka Indonesia telah menetapkan 10 prioritas nasional

menuju industri 4.0 yaitu: (1) perbaikan alur aliran material (2) mendisain ulang zona industri, (3) akomodasi standar sustainability, (4) pemberdayaan UMKM, (5) membangun infrastruktur digital nasional, (6) menarik investasi asing, (7) peningkatan kualitas SDM, (8) pembentukan ekonomi inovasi (9) menerapkan insentif investasi teknologi, dan (10) Harmonisasi aturan dan kebijakan.

Sejalan dengan aspirasi Indonesia, pemilihan sektor prioritas difokuskan pada pertumbuhan ekonomi yang dipicu oleh ekspor dan perdagangan serta kesiapan dan potensi yang dimiliki oleh industri prioritas dalam mengatasi gangguan dan hambatan dalam penerapan industri 4.0. Pemerintah dalam hal ini Kementerian Perindustrian melakukan evaluasi terhadap 16 industri yang ada di Indonesia melalui kriteria-kriteria mencakup dampak ekonomi, daya tarik dan kelayakan industri-industri tersebut dalam perekonomian negara. Maka terpilihlah 5 (lima) sektor prioritas utama dalam program menuju Indonesia 4IR yaitu (1) makanan dan minuman, (2) tekstil dan busana, (3) otomotif (4) elektronik, dan (5) kimia.

## **1.2 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini secara lebih spesifik adalah:

1. Menganalisis kebijakan pemerintah dalam mendukung dan menerapkan konsep dan kriteria industri 4.0
2. Menganalisis sampai sejauh mana penerapan konsep dan kriteria yang ditetapkan dalam industri 4.0 di industri prioritas terpilih

## **1.3 Sasaran**

Sasaran yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Berjalannya penerapan 10 prioritas nasional sebagai kebijakan pemerintah dalam mendukung dan memenuhi kriteria yang dikonsepsikan oleh industri 4.0.
2. Terlaksananya kajian indikator/kriteria implementasi 4IR di industri.

## **1.4 Batasan Penelitian**

Batasan kajian perlu ditentukan agar penelitian analisis kebijakan implementasi industri 4.0 lebih efektif, tepat sasaran dan mampu memenuhi indikator kinerja penelitian yang dibutuhkan lembaga. Penelitian ini terfokus pada salah satu dari lima sektor industri prioritas yang dapat diterapkan kajian industri 4.0 oleh kementerian perindustrian yaitu sektor industri makanan dan minuman. Pemilihan sektor industri makanan dan minuman dengan pertimbangan bahwa:

- Sektor industri makanan dan minuman merupakan sektor yang menjadi kekuatan besar di sektor makanan dan minuman di ASEAN (ASEAN F&B powerhouse)
- Sektor industri makanan dan minuman mempunyai peluang antara lain: merupakan pasar domestik regional terbesar (30% dari total pasar ASEAN), sumber daya pertanian yang melimpah (nomor lima di dunia dalam total volume produksi pertanian), konsumen yang beralih ke makanan kemasan modern, munculnya perusahaan-perusahaan yang bersaing secara global
- Sektor industri makanan dan minuman memiliki tantangan-tantangan antara lain: merupakan industri yang sangat terfragmentasi (80% tenaga kerja di UMKM), penerapan teknologi terbatas terutama bagi UMKM, produktivitas yang rendah di

hulu (pertanian), infrastruktur cold-chain yang tidak optimal, meningkatnya masalah keamanan pangan

- Sektor makanan dan minuman dapat menerapkan teknologi inti 4.0, yaitu teknologi yang dapat digunakan pada value chain di tingkat hulu (pertanian, perikanan, peternakan), pada pengolahan/pengemasan dan perdagangan/retail
- Seluruh segmen dalam value chain makanan dan minuman harus dapat berusaha untuk mengadopsi teknologi industry 4.0 di 2030
- Sektor Makanan dan Minuman 4.0 dapat menjadi pemain terkemuka di ASEAN

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### Peluang dan Tantangan di Era Industri 4.0

Survei McKinsey (Maret 2017) terhadap 300 pemimpin perusahaan terkemuka di Asia Tenggara menunjukkan sebanyak 9 dari 10 responden percaya terhadap efektivitas Industri 4.0. dan hampir tidak ada yang meragukannya. Akan tetapi ketika ditanya apakah mereka siap untuk perubahan tersebut, hanya 48 persen yang merasa siap. Sesungguhnya langkah menuju Industri 4.0 ini akan memberikan manfaat bagi sektor swasta. Produsen besar yang terintegrasi akan dapat mengoptimalkan sekaligus menyederhanakan rantai suplainya. Di sisi lain, sistem manufaktur yang dioperasikan secara digital juga akan membuka peluang-peluang pasar baru bagi UKM penyedia teknologi seperti sensor, robotic, 3D printing, atau teknologi komunikasi antar-mesin. Bagi negara-negara maju, Industri 4.0 dapat menjadi cara untuk mendapatkan kembali daya saing infrastruktur. Bagi negara-negara berkembang, Industri 4.0 dapat membantu menyederhanakan rantai suplai produksi, yang dalam hal ini sangat dibutuhkan guna meniyasati biaya tenaga kerja yang kian meningkat.

Untuk itu, dalam menghadapi era revolusi industri keempat, sektor industri nasional perlu banyak berbenah, terutama dalam aspek penguasaan teknologi yang menjadi kunci penentu daya saing. Setidaknya terdapat lima teknologi utama yang menopang pembangunan sistem Industri 4.0, yaitu Internet of Things, Artificial Intelligence, Human-Machine Interface, teknologi robotik dan sensor, serta teknologi 3D Printing. Kelima unsur tersebut harus mampu dikuasai oleh perusahaan manufaktur Indonesia agar dapat bersaing.

### Teknometrik

Untuk mengetahui peringkat kelompok berdasarkan kebutuhan teknologi, maka dilakukan analisis *bench marking* dengan model THIO dari UNESCAP. Kepada para pakar dibagikan masing-masing komponen THIO, kemudian para pakar memberikan masukan untuk setiap komponen agar dapat dilakukan pemeringkatan. Analisa dan identifikasi dari para pakar akan menggambarkan kebutuhan teknologi bagi kelompok agroindustri kakao berdasarkan rantai nilai dan kebutuhan teknologi.

- a. Agar kelompok bisa dipetakan secara utuh berdasarkan peringkat kebutuhan teknologi maka dilakukan analisis komponen inti indeks teknopreneurship. Metode ini mengacu kepada pengertian teknologi secara umum menurut *the Economic and Social Commission for Asia and the Pasific (ESCAP) of United Nation, (UNESCAP 1989)*, membagi teknologi ke dalam empat komponen. Keempat komponen teknologi diperlukan secara simultan. Transformasi yang dilakukan tidak bisa tanpa salah satu dari keempat komponen tersebut. Keempat komponen dasar tersebut, yaitu :
  - i. *Technoware (T) = object-embodied technology = physical facilitie =* perangkat teknis: mencakup peralatan, perlengkapan, mesin-mesin, kendaraan bermotor, pabrik, dan infrastruktur fisik yang dipergunakan manusia dalam mengoperasikan transformasi.
  - ii. *Humanware (H) = person-embodied technology = human abilities =* kemampuan sumber daya manusia: Meliputi pengetahuan,

ketrampilan/keahlian, kebijaksanaan, kreativitas, prestasi, dan pengalaman seseorang atau sekelompok orang dalam memanfaatkan sumber daya alam dan sumber daya teknologi yang tersedia.

- iii. *Infoware (I) = document-embodied technology = document fact* = perangkat informasi: Berkaitan dengan proses, prosedur, teknik, metode, teori, spesifikasi, desain, observasi, manual dan fakta lainnya yang diungkapkan melalui publikasi, dokumentasi, dan cetak-biru.
- iv. *Organiware (O) = institution-embodied technology = organizational frameworks* = perangkat organisasi/kelembagaan: Dibutuhkan untuk mawadahi fasilitas fisik, kemampuan manusia, dan fakta, yang terdiri dari praktek-praktek manajemen, keterkaitan, dan pengaturan organisasi untuk mencapai hasil yang positif.

## BAB 3 METODOLOGI

### 3.1. Kerangka Pemikiran

Penyusunan rencana aksi dan rancangan insentif teknologi dalam rangka implementasi industry 4.0 di sektor industri makanan dan minuman ini memiliki pendekatan menggunakan analisis kesenjangan teknometriks. Setiap industri memiliki kekhasan dan karakteristik tersendiri terutama dalam menyikapi kesiapan dalam penerapan industry 4.0 di perusahaannya masing-masing. Untuk itu diperlukan beberapa industry untuk dijadikan pilot project dalam hal memotret sejauh mana penerapan industry 4.0. Kemudian akan dilakukan perbandingan penerapan industry 4.0 secara real dengan konseptual ideal yang seharusnya. Kesenjangan yang terjadi dari kondisi real saat ini di industry dengan konseptual ideal yang seharusnya akan dianalisis menggunakan pendekatan teknometriks untuk menemukan kendala apa saja yang menyebabkan terjadinya kesenjangan tersebut dan output yang diinginkan keluar adalah berupa rekomendasi insentif teknologi dan rencana aksi dalam implementasi industry 4.0 terutama di sector industry makanan dan minuman. Bagan kerangka pemikiran disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran menggunakan analisis kesenjangan teknometrik

## 3.2. Pendekatan Kajian

### 3.2.1 THIO Matriks

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan analisis THIO matriks. THIO matriks telah digunakan dalam banyak analisis untuk pengukuran aspek-aspek teknologi. Keempat komponen dasar teknologi adalah *technoware*, *humanware*, *inforeware* dan *orgaware* adalah mengubah input menjadi output yang mempunyai variasi dan tingkat kompleksitas yang berbeda-beda. *Technoware* adalah inti dari proses transformasi. *Technoware* dikembangkan, diinstal, dioperasikan dan dibangun oleh *humanware* dengan menggunakan *inforeware* yang telah terkumpul sebelumnya. *Technoware* tidak akan mampu bekerja sendiri dan berguna jika *humanware* tidak mempergunakannya. *Humanware* mempunyai peran kunci didalam proses transformasi. *Humanware* menyebabkan *technoware* menjadi lebih produktif. *Inforeware* merepresentasikan ilmu pengetahuan yang sedang berkembang. *Organware* mengkoordinasi *inforeware*, *humanware* dan *technoware* dalam suatu proses transformasi agar proses berlangsung dengan efisien. Komponen *technoware* mencakup peralatan, perlengkapan, mesin-mesin, dan infrastruktur fisik yang dipergunakan manusia dalam mengoperasikan transformasi, komponen *humanware* mencakup kemampuan sumber daya manusia yaitu pengetahuan, keterampilan, kebijaksanaan, kreativitas, prestasi, dan pengalaman dalam memanfaatkan sumber daya alam dan sumber daya teknologi yang tersedia, komponen *inforeware* meliputi perangkat informasi yang berkaitan dengan proses, prosedur, teknik, metode, teori, spesifikasi, desain, observasi, manual dan fakta lainnya, sedangkan komponen *orgaware* meliputi perangkat organisasi/kelembagaan dibutuhkan untuk mewedahi fasilitas fisik, kemampuan manusia, dan informasi.

Pendekatan analiwis THIO matriks dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Melakukan pengumpulan data melalui wawancara langsung (berdasarkan kuisisioner) dan pengamatan di lapangan (perusahaan pilot project). Pengamatan langsung, kuisisioner dan wawancara dilakukan untuk menentukan nilai kriteria tiap komponen THIO matriks sesuai dengan kriteria-kriteria yang terdapat pada kuisisioner sebagai acuan wawancara dan pengamatan Kriteria penilaian komponen THIO matriks dapat dilihat pada Lampiran 1.
2. Melakukan pengolahan data dan analisis data dengan cara mengelompokkan data hasil pengamatan langsung (observasi) dan wawancara berdasarkan jenis komponen THIO matriks untuk masing-masing perusahaan pilot project dan melakukan analisis (review) dari setiap nilai yang diperoleh berdasarkan tingkatan nilai tiap-tiap kriteria.
3. Perhitungan nilai kontribusi komponen THIO matriks (ST, SH, SI, SO) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$ST = \frac{25}{10} \left[ \frac{\sum_k t_k}{k_t} \right]$$

Dimana:

$k = 1,2,\dots,kt$

$kt$  = Jumlah kriteria komponen *technoware*

$t_k$  adalah nilai kriteria ke- $k$  dari komponen *technoware*

$$SH = \frac{25 \left[ \frac{\sum_l h_l}{l_h} \right]}{10}$$

Dimana:

$l = 1, 2, \dots, l_h$

$l_h$  = Jumlah kriteria komponen *humanware*

$h_l$  adalah nilai kriteria ke- $l$  dari *humanware*

$$SI = \frac{25 \left[ \frac{\sum_m f_m}{m_f} \right]}{10}$$

Dimana:

$m = 1, 2, 3, \dots, m_f$

$m_f$  = Jumlah kriteria komponen *infoware*

Dimana  $f_m$  adalah nilai kriteria ke- $m$  dari *infoware*

$$SO = \frac{25 \left[ \frac{\sum_n O_n}{n_o} \right]}{10}$$

Dimana:

$n = 1, 2, 3, \dots, n_o$

$n_o$  = Jumlah kriteria komponen *orgaware*

Dimana  $O_n$  adalah nilai kriteria ke- $n$  dari *orgaware*

4. Nilai ST kemudian akan dibandingkan dengan Tabel 1 yang merupakan modifikasi dari usulan Wiratmaja dan Ma'ruf (2004).

Tabel 1 Penilaian kualitatif ST

| Nilai ST          | Klasifikasi |
|-------------------|-------------|
| $0 < ST \leq 5$   | Rendah      |
| $5 < ST \leq 10$  | Wajar       |
| $10 < ST \leq 15$ | Baik        |
| $15 < ST \leq 20$ | Sangat baik |
| $20 < ST \leq 25$ | Canggih     |

5. Menghitung tingkat kesiapan masing-masing industry pilot project dalam mengimplementasikan industry 4.0 di perusahaannya masing-masing, yaitu dengan melakukan penjumlahan skoring dari keseluruhan komponen THIO matriks dan nilainya akan dibandingkan dengan kriteria penilaian tingkat kesiapan industry pada Tabel 2

| Kategori Kesiapan Industri | Nilai THIO matriks (level) |
|----------------------------|----------------------------|
| Sangat tidak siap          | 0 - 25                     |
| Belum siap                 | 26 - 50                    |
| Siap                       | 51 - 75                    |
| Sangat siap                | 76 - 100                   |

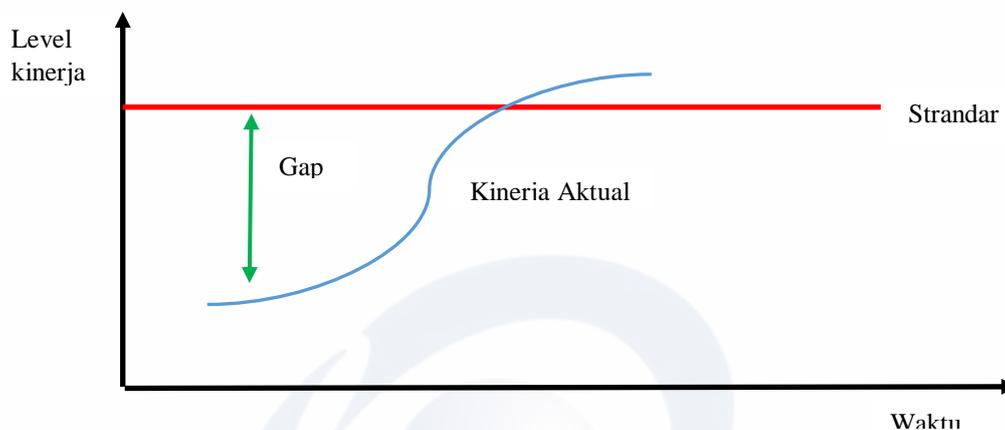
- Melakukan analisis dari berbagai kendala dan harapan dari masing-masing industry yang dijadikan pilot project (sampel). Kendala dan harapan diperoleh saat wawancara dan pengamatan langsung ke lapangan (perusahaan) guna merancang insentif teknologi dan rencana aksi dalam penerapan industry 4.0. Rencana aksi dan insentif teknologi yang dirancang berdasarkan pada 10 prioritas nasional “Making Indonesia 4.0” sebagai payung hukum.

### 3.2.2. Gap Analysis

Gap analysis merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja industri. Gap analysis atau analisis kesenjangan juga merupakan salah satu langkah yang sangat penting dalam tahapan perencanaan maupun tahap evaluasi kerja. Metode ini merupakan salah satu metode yang paling umum digunakan dalam pengelolaan manajemen internal suatu lembaga. Secara harfiah “gap” mengidentifikasi adanya suatu perbedaan (*disparity*) antara satu hal dengan hal lainnya. Gap analysis sering digunakan di bidang manajemen dan menjadi salah satu alat yang digunakan untuk mengukur kualitas pelayanan (*quality of service*). Bahkan pendekatan ini paling sering digunakan di Amerika Serikat untuk memonitor kualitas pelayanan.

Bidang bisnis dan manajemen, gap analysis diartikan sebagai suatu metode pengukuran bisnis yang memudahkan perusahaan untuk membandingkan kinerja actual dengan kinerja potensialnya. Dengan demikian, perusahaan dapat mengetahui sector, bidang, atau kinerja yang sebaiknya diperbaiki atau ditingkatkan. Gap analysis bermanfaat untuk mengetahui kondisi terkini dan tindakan apa yang akan dilakukan dimasa yang akan datang. Secara sederhana pengukuran kinerja dengan menggunakan pendekatan ini digambarkan pada Gambar 2. Gap Analysis merupakan analisis kesenjangan antara daftar kebutuhan bisnis, yang diakibatkan oleh berbagai alasan. Sehingga dibutuhkan suatu upaya untuk mengidentifikasi bagian mana yang ternyata mungkin memiliki gaps, sebab mustahil untuk menemukan suatu bagian yang 100% fit atau sempurna.

Gap analysis memiliki arti yaitu mengidentifikasi langkah-langkah yang hilang, yang diperlukan untuk mencapai tujuan. Gap Analysis adalah alat perencanaan yang menciptakan pandangan bersama tentang apa yang perlu dilakukan untuk menghilangkan kesenjangan antara keadaan sekarang dan masa depan yang diinginkan.



Gambar 2. Pengukuran kinerja pada Gap Analisis

Gap akan bernilai (+) positif bila nilai aktual lebih besar dari nilai target, sebaliknya bernilai (-) negative apabila nilai target lebih besar dari nilai aktual. Apabila nilai target semakin besar dan nilai aktual semakin kecil maka akan diperoleh gap yang semakin melebar. Gap Analysis bertujuan untuk mengevaluasi kebutuhan pengguna terhadap sistem dan mengidentifikasi apakah ada fit atau gap antara kebutuhan dan pengguna dengan sistem. Fit berarti kebutuhan (requirement) terpenuhi oleh sistem. Sedangkan Gap berarti kebutuhan (requirement) tidak terpenuhi oleh sistem. Secara singkat, gap analysis bermanfaat untuk: (1) Menilai seberapa besar kesenjangan antara kinerja aktual dengan suatu standar kinerja yang diharapkan (2) Mengetahui peningkatan kinerja yang diperlukan untuk menutup kesenjangan tersebut, dan (3) Menjadi salah satu dasar pengambilan keputusan terkait prioritas waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk memenuhi standar pelayanan yang telah ditetapkan. Beberapa alasan penting dipergunakannya metode gap analysis antara lain karena sebagai berikut: (1) Dapat digunakan untuk mengukur kinerja perusahaan terhadap masa lalu. Hal ini berguna dalam menentukan keberhasilan relative sepanjang waktu dengan melihat periode yang berbeda. (2) Dapat menentukan efektivitas metode pengukuran. (3) Dapat digunakan sebagai alat perencanaan strategis dengan melihat kinerja saat ini, target kinerja dan perbedaannya.

Kebutuhan-kebutuhan dalam persyaratan gap analisis adalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan yang paling mendasar adalah konstan, efektif, dan proaktif manajemen. Manajemen yang efektif diperlukan di seluruh tahap perencanaan, tahap pelaksanaan dan tahap transformasi dari keadaan yang diinginkan. Tanpa ini, gap analysis tidak memiliki kesempatan untuk memberikan manfaat yang dikehendaki oleh perusahaan,
2. Persyaratan paling penting adalah perusahaan harus menjalani operasi baik internal dan eksternal lingkungan bisnis. Penelitian ini memberikan informasi yang diperlukan untuk lebih memahami keadaan serta pengetahuan yang dibutuhkan untuk merencanakan dengan baik jumlah waktu, uang dan sumber daya yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan bisnis tertentu dan tujuan yang memimpin perusahaan ke arah yang dikehendaki.
3. Analisis celah bisnis yang berhasil mengembangkan dan menerapkan faktor-faktor yang diukur keberhasilan menuju yang dikehendakinya. Faktor penentu keberhasilan harus dapat dibedakan antara keberhasilan dan kegagalan bisnis

Langkah yang diterapkan dalam melakukan analisis gap adalah: (1) melakukan identifikasi terhadap situasi mendatang, dapat menggunakan alat visi atau pendekatan lain yang menjadi tujuan pelaksanaan sistem. (2) Mengidentifikasi situasi saat ini. Menjelaskan komponen yang sama yang ditampilkan dalam situasi mendatang tetapi dilakukan saat ini. Kedua hal diatas dilakukan dengan sangat rinci. (3) Mengidentifikasi kesenjangan (gap) antara masa sekarang (present) dan masa depan (future). (4) Melakukan validasi dengan memberikan satu atau lebih item kesenjangan untuk memecahkan masalah dan melakukan rencana tindakan. (5) Mendapatkan rekomendasi dan rencana tindakan kemudian membuat mekanisme tindak lanjut ke depan.

### 3.3. Sumber Informasi

Sumber informasi dalam penelitian ini didapatkan dari 5 industri makanan dan minuman di daerah sekitar Jabodetabek. Industri tersebut adalah PT Niramas, PT Bogasari, PT Indolakto, dan PT Garuda Food; yang semuanya bergerak di sektor industri makanan dan minuman.

## BAB 3 GAMBARAN UMUM INDUSTRI MAKANAN DAN MINUMAN

### 3.1 Teknologi Industri 4.0

Teknologi Industri 4.0 telah dirumuskan dan dipetakan melalui kajian AT Kearney dan Forum Ekonomi Dunia terhadap lintas pelaku dan industri dari berbagai wilayah (AT Kearney 2017). Kajian menghasilkan gambaran information and communication technology (ICT)-enabled technologies (Tabel 1) sebagai panduan aksi bagi pemimpin bisnis dan pengambil kebijakan terkait filosofi dan teknologi yang berdampak bagi sistem produksi. Jenis Teknologi Industri 4.0 yang dibutuhkan dalam konteks (1) koneksitas dan perhitungan (*computing*), (2) analisis dan intelijen, (3) antarmuka manusia-mesin dan (4) transformasi fisik digital.

Tabel 1. Jenis Teknologi Industri 4.0

|                                 | Konteks Teknologi Industri 4.0  |   |   |  |
|---------------------------------|---|---|---|--|
|                                 | Connectivity and computing  | Analytics and intelligence  | Digital physical transformation   | Human-machine interface  |
| Emerging (inform and monitor)   | ‘Smart dust’<br>Quantum computing   | Cognitive computing   | 4D printing   |  |
| Maturing (prioritize and pilot) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantum cryptography</li> <li>• Quantum communication</li> <li>• Interoperability</li> <li>• Blockchain</li> <li>• Adaptive security architecture</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioinformatics</li> <li>• Knowledge-based automation</li> <li>• Embedded cognitive functions</li> <li>• Deep learning</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autonomous robotics</li> <li>• Collaborative robotics</li> <li>• Flexible and reconfigurable machinery and robots</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wearable devices (with AR/VR capability)</li> <li>• Co-robotics</li> <li>• Conversational systems</li> </ul>  |
| Mainstream (assess and adopt)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobile internet</li> <li>• Modelling, simulation, visualizations</li> <li>• Cloud computing</li> <li>• Digital twin</li> <li>• Apps and platforms</li> <li>• M2M connectivity</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Remote maintenance</li> <li>• Intelligent systems</li> <li>• Numerical modelling and algorithms</li> <li>• Knowledge based systems</li> <li>• Data mining</li> <li>• Big data</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• New machine architectures</li> <li>• 3D printing</li> <li>• Mechatronics</li> <li>• Photonics</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Context-based systems</li> <li>• Social networks</li> <li>• Intuitive UIs</li> <li>• Multimodal interaction</li> <li>• Dialogue systems</li> <li>• AR/VR</li> </ul> |

#### **Artificial Intelligence (AI)**

Beberapa contoh penggunaan teknologi AI pada rantai nilai produksi adalah bidang:

1. Pemasaran dan penjualan dengan membantu untuk melakukan personalisasi penawaran, kriteria dan spesifikasi produk yang unik untuk segmen maupun pelanggan tertentu, membantu prediksi keberhasilan penjualan, begitu pun probabilitas konversi pelanggan.
2. Distribusi dengan membantu meningkatkan efisiensi dan efektivitas distribusi melalui analisis data yang besar, menentukan biaya untuk melayani suatu segmen dan pelanggan tertentu, rute yang paling optimal kepada pelanggan, maupun melakukan evaluasi biaya logistik dan perbaikannya
3. Manufaktur dengan melakukan personalisasi produk, pengambilan keputusan dan analisis atas data data produksi untuk perbaikan proses produksi, melakukan prediksi perawatan, down-time atas lini produksi dan mempersiapkan rencana kontingensinya.
4. Permesinan dengan peningkatan kemampuan konsep design to value menghasilkan perhitungan perhitungan secara otomatis pada berbagai parameter desain, melakukan pengambilan keputusan untuk menyeimbangkan kompleksitas produksi, biaya desain dan nilai kepada pelanggan
5. Perencanaan dengan membantu meningkatkan kualitas perencanaan, strategi yang akan ditempuh, melakukan analisis data pasar, pesaing, melihat trend, pola dan kecendrungan perilaku pelanggan
6. Pengadaan dengan melakukan analisis data pembelanjaan, komoditas, harga, rute supply untuk diperoleh biaya yang paling optimal, membantu melakukan pengelolaan resiko pemasok

Peran *big data* sangat penting dalam mendukung perkembangan AI yang lebih mumpuni. Dengan ketersediaan data yang lebih lengkap, teknologi AI dapat memberikan pelayanan yang lebih sesuai dan semakin sempurna. Perkembangan kedua teknologi berjalan masing-masing, namun kemajuan big data semakin memperkaya teknologi AI.

Secara global, AI dan *internet of things* telah digunakan secara luas di berbagai sektor untuk banyak kegunaan. Sebagai contoh, intensitas penggunaan AI dan *internet of things* paling banyak di manajemen aset untuk sektor industrial, manajemen *supply chain* untuk sektor logistik, manajemen fasilitas pada sektor telekomunikasi dan sektor publik, dan manajemen energi untuk sektor publik.

### ***Internet of Things (IoT)***

Teknologi *IoT* pada hakikatnya memuat setidaknya tiga elemen teknologi yang berkembang secara terpisah pada awalnya, yaitu teknologi konektivitas melalui internet, teknologi sensor, dan teknologi penyimpanan data (*cloud*). Teknologi *IoT* yang semakin maju, di bidang industri, produksi dan manufaktur, akan membawa kemanfaatan sebagai berikut:

1. Peningkatan kualitas akses, dimana informasi akan tersedia dimana saja dan kapan saja, sehingga pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan sangat cepat, berbiaya murah, dengan diiringi peningkatan produktivitas
2. Kemampuan monitor dan pengendalian, dimana teknologi sensor yang semakin maju dan terpasang di seluruh komponen produksi akan mengurangi berbagai

resiko, mengurangi kerusakan, menurunkan biaya, dan mengoptimalkan penggunaan aset. Pengendalian terhadap keseluruhan proses produksi dan ases akan lebih mudah dilaksanakan melalui teknologi IoT

3. *Deep learning and in sights*, dimana melalui teknologi sensor, penyimpanan data (cloud) dan besarnya jumlah data yang dihasilkan dapat menjadi bahan bagi sistem kecerdasan buatan untuk memperbaiki proses produksi, meningkatkan kualitas produk, bahkan memberikan peningkatan dalam siklus inovasi.

Pada saat yang bersamaan, teknologi IoT memperkaya data yang dapat ditangkap untuk kemudian berkembang menjadi big data. Semakin berkembangnya teknologi IoT, akurasi dan kekayaan data big data juga semakin baik. Hal ini kemudian mendukung perkembangan teknologi AI.

### ***Advanced Robotics (AR)***

Teknologi AR mungkin adalah salah satu teknologi yang paling familiar dan merupakan perluasan dan pengembangan alami dari teknologi otomasi yang lazim digunakan oleh industri di Revolusi Industri 3.0. AR yang digunakan dalam Industri 4.0 ini adalah robot yang lebih maju dibandingkan konsep sebelumnya, dimana robot dalam Industri 4.0 diharapkan untuk dapat melakukan pekerjaan yang jauh lebih kompleks sekaligus bekerja dan berinteraksi secara dinamis dengan manusia. Aplikasi robot di luar manufaktur, seperti dalam pergudangan, logistik, kemasan dan pengujian produk adalah aplikasi AR pada Industri 4.0.

Penggunaan teknologi AR di Industri 4.0 akan membawa manfaat yang besar terhadap peningkatan produktivitas, penurunan biaya atau efisiensi, keamanan lingkungan kerja, hingga konsistensi kualitas, berikut fleksibilitas dalam proses produksi. Dalam hal peningkatan produktivitas, robot akan menjamin keluaran secara cepat dan menerus melalui teknologi yang lebih baik. Penurunan biaya dan efisiensi akan tercapai dengan lebih cepat karena kemampuan robot yang lebih presisi dibandingkan dengan manusia melalui jumlah kesalahan atau waste yang sangat baik, ataupun dengan teknologi robot yang lebih baik, dimana jumlah robot yang bisa dipasang untuk suatu ruang yang sama akan semakin banyak karena ukuran robot yang akan semakin efisien. Penggunaan robot juga akan memastikan keamanan lingkungan kerja, dengan memberikan aktivitas yang berbahaya dan berulang kepada robot sehingga tenaga kerja manusia dapat berfokus pada aktivitas yang lebih berkualitas. Robot juga diharapkan mampu memperbaiki kualitas dan fleksibilitas suatu rangkaian produksi dikarenakan teknologi robot yang semakin modular dan semakin mudah untuk disesuaikan dengan kebutuhan.

Industri otomotif adalah pionir penggunaan AR dengan jumlah penjualan robot pada tahun 2015 mencapai ~98 ribu, lebih besar dibanding sektor elektronik (~65 ribu), sektor produk metal (~29 ribu), sektor plastik (~18 ribu), sektor makanan dan minuman (~7 ribu), dan sektor farmasi (~2 ribu).

Sementara itu, Indonesia merupakan pasar terbesar ke-22 dalam hal penjualan robot dengan jumlah robot terinstalasi sebanyak 1,152 (jauh lebih kecil dibandingkan pasokan global sebesar 229,000). Rasio robot dibanding pekerja jauh lebih kecil dibanding rata-rata global yaitu 39 per 10,000 karyawan di Indonesia dibandingkan 69 per 10,000 karyawan secara rata-rata global.

### ***Wearables (Including Augmented and Virtual Reality)***

Teknologi *wearables* atau piranti yang dapat dikenakan merupakan salah satu terobosan yang dianggap penting dalam Industri 4.0, sekaligus merupakan salah satu teknologi yang langsung bersentuhan dengan manusia itu sendiri. Teknologi *wearables* mencakup seluruh teknologi yang membantu dan berinteraksi dengan indera manusia, misalnya teknologi yang berinteraksi dengan gerakan, suara, penglihatan yang dapat dikenakan oleh manusia.

Teknologi *wearables* adalah salah satu teknologi yang perkembangannya di tingkat industri atau bisnis hampir sama kecepatannya dengan aplikasi di tingkat konsumen. Teknologi *wearables* dalam bentuk piranti yang dikenakan untuk memonitor pergerakan manusia, jantung, ataupun kesehatan pasien adalah teknologi yang serupa dengan *wearables* yang digunakan untuk memonitor pergerakan, produktivitas manusia ataupun memberikan notifikasi kepada operator di lingkungan manufaktur. Sama halnya dengan teknologi *wearables* yang digunakan dalam piranti yang dapat diaktivasi dengan menggunakan suara, ataupun penglihatan (*augmented reality*, *virtual reality*), keduanya digunakan secara massal dalam skala konsumen maupun skala industrial.

Secara umum, teknologi berbasis *wearables* dapat membawa dampak yang disruptif terhadap industri dalam lima hal berikut:

1. Peningkatan produktivitas dimana *wearables* dengan bantuan konektivitas data, digitalisasi dan integrasi dengan IOT akan membantu tingkat adopsinya di lingkungan industri, terutama di bidang manufaktur, logistik, militer, medis, dan industri lainnya
2. Aspek kesehatan dan keselamatan dimana sensor yang dikombinasikan dengan teknologi *wearables* akan sangat memudahkan monitoring proses, mengurangi tingkat kecelakaan maupun risiko
3. Meningkatkan konsistensi kualitas dimana dengan *wearables* dapat sangat membantu mengurangi waktu suatu proses melalui interaksi proses secara jarak jauh, peragaan proses secara live, verifikasi jarak jauh, serta koreksi kesalahan yang dapat dilakukan tanpa terikat dengan lokasi
4. Meningkatkan kualitas training dimana teknologi *wearables* akan sangat membantu menurunkan biaya pelatihan, mengurangi interaksi fisik yang terbatas lokasi, meningkatkan kemampuan dan skill melalui pelatihan jarak jauh
5. Meningkatkan kualitas desain dimana *wearables* dapat membantu perancang dalam mencoba, mensimulasikan dan melakukan perubahan perubahan parameter secara realtime tanpa harus membuat objek fisik dari rancangannya. Hal ini tentu akan sangat mempercepat dan memperpendek siklus produksi

Secara global, sektor dengan adopsi *enterprise wearable* paling banyak adalah sektor manufaktur (29%), ritel (13%), dan layanan konsumen (10%) untuk estimasi tahun 2017.

### ***3D Printing***

Teknologi *3D printing* atau juga lazim disebut sebagai *additive manufacturing* adalah salah satu teknologi Industri 4.0 yang dianggap akan merubah paradigma dan merevolusi proses manufaktur. Teknologi ini sebenarnya sudah mulai ramai dibicarakan

pada tataran ide. Manfaat yang akan terlihat dari aplikasi 3D printing yang lebih besar ini diantaranya adalah:

1. Penghematan biaya dan waktu – teknologi ini akan memastikan siklus desain hingga produksi produk pertama kali yang lebih singkat, tanpa melibatkan proses perakitan yang kompleks untuk membuat purwarupa dengan geometri yang kompleks, penghematan penggunaan bahan baku dan lini produksi untuk konsep purwarupa, hingga berkurangnya jumlah desain gagal dan pengujian
2. Terbukanya peluang konfigurasi dan kustomisasi yang beragam – dimana dengan teknologi ini industri, produsen dapat menawarkan berbagai jenis desain yang beragam kepada pelanggan, tanpa meningkatkan biaya secara signifikan. Produsen akan memiliki lebih banyak kesempatan untuk desain yang sesuai dengan keinginan pelanggan, dengan tetap menjaga skala produksi dan penggunaan bahan yang efisien
3. Menghilangkan berbagai hambatan dalam desain – termasuk di dalamnya memberikan fleksibilitas dalam berinovasi, pengujian produk, kesempatan yang lebih cepat untuk memberikan visualisasi dan mendapatkan perbaikan pada tataran purwarupa

Indonesia menghadapi tantangan untuk mencapai keberhasilan kegiatan produksi dimana yang menjadi faktor kunci pendorongnya adalah

- *Demand Environment*  
Situasi permintaan pasar di suatu negara, Indonesia menempati peringkat tertinggi bersama Singapura di ASEAN dan peringkat 15 dari 103 negara.
- *Teknologi dan Inovasi*  
Indonesia berada di peringkat 64 dari 103 negara dan berada pada nilai rata-rata di ASEAN dalam kesiapan mengadopsi Teknologi Industri 4.0. Kesiapan adopsi diperlihatkan dari keberadaan infrastruktur dasar dan inovasi terkait teknologi (diantaranya penetrasi ponsel, penetrasi internet, belanja R&D, publikasi, pendanaan venture capital).
- *Kerangka Institusional*  
Peran negara dan institusi lainnya (berbagai pihak lintas institusi) diperlukan dalam memacu perdagangan global dan investasi. Indonesia menempati peringkat 60 dari 103 negara dan lebih tinggi sedikit rata-rata di ASEAN dalam hal realisasi investasi dan perdagangan (ukurannya: nilai perdagangan, kinerja logistik, pinjaman domestik pada sektor swasta dan besarnya FDI. Singapura terbaik di ASEAN dan Dunia
- *Kesiapan SDM (Sumber Daya Manusia)*  
Indonesia menempati peringkat 52 dari 103 negara dan lebih tinggi sedikit rata-rata di ASEAN (parameternya: Tenaga Kerja di manufaktur, lapangan kerja membutuhkan SDM Keahlian khusus, pendidikan dasar, kualitas pendidikan tinggi). Singapura terbaik di ASEAN dan Swiss terbaik di dunia.
- *Sustainable Resources*  
Indonesia menempati peringkat 97 dari 103 negeri dan lebih rendah dari rata-rata di ASEAN (parameternya: penggunaan energi alternatif, intensitas emisi karbon, pengelolaan limbah, *baseline water stress*) dalam menjamin

keberlanjutan sumber daya yang dimiliki suatu negara. Thailand terbaik di ASEAN dan Norwegia terbaik di dunia.

Sementara struktur produksi pada tingkatan :

- Skala nilai tambah manufaktur pada perekonomian nasional (parameter: *Manufacturing Value Add* (MVA). Indonesia memiliki menempati peringkat 8 dari 103 negara (China menempati urutan pertama, nilai MVA lebih tinggi dari rata-rata di ASEAN, dimana Thailand terbaik di ASEAN)
- Kompleksitas struktur produksi suatu negara Indonesia menempati peringkat 74 dari 103 negara (Jepang menempati urutan pertama, lebih rendah dari rata-rata di ASEAN, dimana singapura terbaik di ASEAN)

Lima hal mendasar di 15 negara yang menjadi kunci di dalam kebijakan implementasi Industri 4.0

1. Tujuan dan aspirasi yang jelas, berorientasi pada aksi, memiliki target yang terukur, dan memiliki daya ungkit yang besar
2. Sektor prioritas yang dikembangkan; dan prioritas teknologi yang diterapkan
3. Keterlibatan pemerintah dan publik (untuk mempercepat adopsinya)
4. Agenda nasional (secara luas dan sangat strategis) untuk implementasi Industri 4.0
5. Pengelolaan dampak dari Implementasi Industri 4.0

Indonesia masuk negara yang membangun kesadaran dan merencanakan desain implementasi Industri 4.0. Pembuat kebijakan masih melakukan kajian, diskusi, identifikasi para pihak dan menghitung manfaat dan dampak yang mungkin terjadi. Indonesia sedang membangun industri dan berharap dampaknya memberikan manfaat bagi produktifitas dan negara.

## BAB 4 ANALISIS TEKNOMETRIK DAN NEED ASSESMENT

### 1. NIRAMAS

#### Komponen Technoware

Niramas memiliki empat lokasi pabrik dengan sistem manufaktur yang berbeda dari penggunaan teknologi mesin yang memiliki sensor otomatis. Penggunaan sensor telah dilakukan dalam arti pengujian terhadap bahan dan produk pada proses produksi. Namun kompleksitas bahan baku utama (*nata de coco* dan lidah buaya) menyebabkan Niramas belum mengambil keputusan mendesain mesin dengan sensor otomatis. Sejalan dengan perkembangan teknologi industri 4.0, pabrik dengan sistem manufaktur yang mendekati industri 4.0 telah beroperasi di Pandaan pada maret 2018. Sementara tiga lokasi lainnya (Bekasi, Sukabumi dan Pontianak) masih menggunakan mesin manual dan belum terintegrasi. Sehingga “state of the art” diberikan penilaian 4.

Niramas menyadari penggunaan energi di keempat pabrik belum sepenuhnya dianalisis efisiensinya. Niramas telah menyusun rencana perhitungan penggunaan energi, air dan pengatur udara pada fasilitas pendukung pabrik (utilitas). Sementara itu, Niramas telah mengirimkan staf untuk mengikuti pelatihan penggunaan energi dan masih memerlukan kompetensi audit energi. Sehingga “ketersediaan energi” diberikan penilaian 3.

Niramas telah membandingkan kemampuan Pabrik di Pandaan yang menerapkan teknologi industri yang mendekati industri 4.0 dapat meningkatkan produktifitas. Selain itu teknologi di Pabrik Pandaan memiliki kemampuan pengumpulan data dengan cepat, pengendalian sumber daya, mencapai stabilitas produksi dan menurunkan kesalahan manusia. Sehingga “productivity” diberikan penilaian 4.

Niramas sebagai pemimpin (*leader*) perusahaan dalam produk minuman berbasis bahan lokal (*nata de coco* dan lidah buaya). Perusahaan minuman dalam kategori nata de coco tidak banyak. Niramas menjamin produk aman dan halal 100 % dan berasal dari bahan baku pilihan 100 %. Sehingga “Persepsi konsumen terhadap produk” diberikan penilaian 4.

Niramas telah mengoperasikan sistem manufaktur terbaru (pada level industri 3.5) di Pabrik Pandaan pada tingkatan kapasitas 25 %. Sistem yang baru berhasil menurunkan biaya produksi 15 %. Sehingga “Cost Reduction” diberikan penilaian 4.

Niramas sedang merencanakan sistem pemantauan penggunaan energi dan air pada keseluruhan pabrik. Pengumpulan data terkait risiko dan dampak (penanganan limbah cair) belum terintegrasi dengan sistem manufaktur yang ada. Sehingga “Risk environment” diberikan penilaian 3.

Niramas telah memantau penurunan kesalahan manusia ketika sistem manufaktur terbaru (pada level industri 3.5) dioperasikan di Pabrik Pandaan. Sehingga “Human Risk” diberikan penilaian 4.

### **Komponen Humanware**

Keberadaan SDM Niramas dalam pengelolaan sumber daya perusahaan dan teknologi memiliki kemampuan merancang sistem manufaktur yang sesuai dengan kebutuhan dan visi perusahaan. Niramas mengandalkan kemampuan SDM yang memiliki kompetensi keteknikan untuk merancang sistem pemantauan yang mengintegrasikan pengumpulan data dari seluruh kegiatan di empat pabrik. Niramas berupaya meningkatkan kompetensi SDM dengan mengikut sertakan dalam pelatihan terkait kebutuhan sistem manufaktur (misalnya software SCADA yang mengintegrasikan data).

Pengalaman perusahaan hampir tiga dekade (28 tahun) menjadikan SDM Niramas memiliki kemampuan menggunakan berbagai teknologi industri. Sehingga “Lag of Technology” diberikan penilaian 4.

Namun Niramas masih membutuhkan tenaga ahli yang memberikan arahan terhadap model dan sistem integrasi data yang tepat sehingga dapat memperkirakan tingkatan minimum persediaan yang diperlukan, pesanan sumber daya dan model rantai pasok yang efisien. Sistem integrasi yang dibutuhkan diharapkan dapat memantau informasi produksi dan perkembangan penjualan. SDM yang dimiliki Niramas belum memiliki kemampuan yang diperlukan untuk mendesain sistem integrasi data. Sehingga “Ketergantungan terhadap eksternal” dan “SDM internal perusahaan” diberikan penilaian 3.

Niramas mengandalkan SDM internal mengembangkan model manufaktur terbaru dan mendesain pabrik di Pandaan. Tim persiapan menyeleksi vendor dalam negeri dan luar negeri yang sesuai dengan kebutuhan dan visi perusahaan. Tim merencanakan mesin dan denah pabrik sesuai dengan teknologi industri yang mendekati industri 4.0. Walaupun penyelesaian target pendirian pabrik 11 bulan tidak tercapai karena keterbatasan kemampuan vendor, sistem manufaktur terbaru telah beroperasi dan berproduksi dengan capaian yang lebih baik dari kondisi pabrik di tiga lokasi (telah tercapai penurunan biaya 15 %, konsumsi sumber daya menurun 12 % dan biaya tenaga kerja berkurang 5 %). Sehingga “Kreativitas SDM” dan “Team Work” diberikan penilaian 4.

Niramas menjadi perusahaan pemimpin dalam kategori industri minuman berbahan lokal mengandalkan SDM internal yang awalnya memiliki kemampuan operator mekanik kemudian menjadi SDM terlatih. Niramas membangun mindset karyawan sehingga karyawan dapat terbiasa menghadapi perubahan (berkembangnya jaringan pemasaran domestik dan ekspor; berdirinya pabrik di Pandaan) dan dapat mengoperasikan teknologi terbaru. Sehingga “Enabler terhadap teknologi dan operasional teknologi” dan “Pencapaian kinerja” diberikan penilaian 4.

### **Komponen Infoware**

Niramas telah memiliki sistem manajemen mutu dan sistem manajemen lingkungan dimana dokumentasi prosedur operasional standar (SOP) terkait akses pengguna dan informasi penggunaan teknologi telah ada. Selain itu informasi pemeliharaan teknologi dan jadwal pemeliharaan teknologi telah menjadi kegiatan pabrik yang bersifat rutin. Niramas telah menjalankan prosedur keselamatan dan kesehatan kerja (K3) bagi SDM internal dan pihak eksternal secara ketat. Sehingga “penyediaan SOP” diberikan

penilaian 4 dan kemudahan mengkomunikasikan SOP K3 kepada semua pihak diberikan penilaian 5.

Sistem integrasi data yang belum ada menyebabkan masih terpisahnya dokumen SOP. Sehingga “Penyimpanan dan pengambilan informasi terkait SOP” diberikan penilaian 3.

### **Komponen Orgaware**

Pengelolaan teknologi di Niramas dalam pengembangan industri 4.0 berbeda di keempat lokasi. Keberadaan unit pengelolaan teknologi tidak sepenuhnya dalam struktur pabrik di masing-masing lokasi. Penanggung jawab teknologi terbaru (mendekati industri 4.0) di Pabrik Pandaan tidak mengendalikan kegiatan produksi di ketiga lokasi lain. Namun diberikan tanggung jawab mengintegrasikan data produksi seluruh lokasi. Sehingga “Keberadaan unit pengelola teknologi dalam struktur perusahaan” diberikan penilaian 3.

Koordinasi unit pengelolaan teknologi mengumpulkan data dan mengintegrasikannya dalam sistem pemantauan dan pengendalian dilakukan di seluruh pabrik dan melibatkan bagian pembelian (*purchasing*) dan distribusi (ekspedisi). Sehingga koordinasi diberikan penilaian 4.

Tim pengelolaan teknologi memiliki SDM internal yang memiliki kemampuan mendesain sistem manufaktur baru di Pabrik Pandaan. Pengembangan keahlian didukung pemilik dan pimpinan perusahaan sehingga diharapkan kompetensi bertambah dan berkembang. Niramas juga mengandalkan SDM internal mengembangkan visi perusahaan Go Green pada sistem produksi di seluruh pabrik. Sehingga kesempatan meningkatkan kemampuan anggota, kompetensi merubah konfigurasi pengelolaan teknologi dan kemampuan SDM dalam situasi pengelolaan teknologi diberikan penilaian 4.

## **2. PT INDOLAKTO**

### **Komponen Technoware**

PT Indolakto secara keseluruhan telah menerapkan penggunaan mesin otomatisasi untuk hampir disemua lini proses produksi. Penggunaan mesin otomatisasi terutama dalam system control, walaupun masih terdapat pekerjaan pengontrolan yang masih menggunakan tenaga manual. Dalam hal teknologi, PT Indolakto telah menerapkan program smart factory, system penggunaan energy yang cukup efisien dan network interface dalam lini produksi dan virtual line yang mengarah pada implementasi industry 4.0, terutama di pabrik Purwosari. Sementara untuk di pabrik lainnya masih dalam tahap persiapan menuju ke industry 4.0. Sehingga state of the art untuk PT Indolakto terutama pabrik Purwosari diberi nilai 4. Untuk saving energy, PT Indolakto mengembangkan solar cell untuk efisiensi pemakaian energy, untuk hal tersebut diberi nilai 4. Pabrik di Purwosari yang menerapkan teknologi industri yang mendekati industri 4.0 dapat meningkatkan produktifitas. Selain itu teknologi di Pabrik Purwosari memiliki kemampuan pengumpulan data dengan cepat, pengendalian sumber daya, mencapai stabilitas produksi, meningkatkan produktivitas hingga 25% dan menurunkan cost reduction hingga 5%, meningkatkan penerimaan konsumen terhadap produk dan inovasi yang dihasilkan oleh perusahaan, menurunkan kesalahan manusia.

Sehingga masing-masing komponen tersebut diatas diberi nilai 4. Sedangkan untuk pemantauan penggunaan energi dan air pada keseluruhan pabrik, pengumpulan data terkait risiko dan dampak lingkungan dari limbah sepenuhnya terintegrasi dengan sistem manufaktur yang ada dan system smart factory yang diterapkan hamper tidak ada limbah industry yang dihasilkan. Sehingga “Risk environment” diberikan penilaian 4.

### **Komponen Humanware**

PT Indolakto mengandalkan kemampuan SDM yang memiliki kompetensi keteknikan untuk merancang sistem pemantauan yang mengintegrasikan pengumpulan data dari seluruh lini proses sesuai dengan kebutuhan dan visi perusahaan Hampir tidak ada lag of technology dalam penerapan system yang mendukung industry 4.0, untuk itu lag of teknologi diberi nilai 4. SDM yang dimiliki PT Indolakto belum memiliki kemampuan yang memadai untuk mengintegrasikan system dalam big data untuk beberapa pabrik yang terkoneksi. SDM masih memerlukan pelatihan-pelatihan yang mendukung dalam meningkatkan kemampuan penerapan teknologi yang lebih canggih dalam mengintegrasikan semua lini proses. PT Indolakto hanya mengandalkan kemampuan beberapa SDM yang memiliki kompetensi keteknikan untuk merancang sistem pemantauan yang mengintegrasikan pengumpulan data dari seluruh kegiatan pabrik, baik di Purwosari maupun pabrik-pabrik lainnya. PT Indolakto berupaya meningkatkan kompetensi SDM dengan mengikut sertakan dalam pelatihan terkait kebutuhan sistem manufaktur (misalnya software SCADA yang mengintegrasikan data). PT Indolakto juga masih mengandalkan tenaga ahli yang memberikan arahan terhadap model dan sistem integrasi data yang tepat sehingga dapat memperkirakan tingkatan minimum persediaan yang diperlukan, pesanan sumber daya dan model rantai pasok yang efisien. Sistem integrasi yang dibutuhkan diharapkan dapat memantau informasi produksi dan perkembangan penjualan. SDM yang dimiliki belum memiliki kemampuan yang diperlukan untuk mendesain sistem integrasi data. Sehingga ketergantungan terhadap factor eksternal, SDM internal perusahaan dan kreatifitas SDM internal diberikan penilaian 3. Dalam pekerjaan implementasi menuju industry 4.0 ini, tim SDM bekerja keras mulai dari lini yang paling bawah hingga lini teratas yang memegang kewenangan atas keputusan, dan hal ini didukung penuh oleh owner perusahaan. PT Indolakto memiliki SDM yang mempunyai kemampuan dalam hal perubahan dan operasinal teknologi menuju penerapan industry 4.0. PT Indolakto juga berusaha dalam membangun mindset karyawan sehingga karyawan dapat terbiasa menghadapi perubahan dalam berkembangnya jaringan dan dapat mengoperasikan teknologi terbaru sehingga capaian kinerja perusahaan lebih baik. Untuk itu, team work, enabler teknologi dan operasional serta pencapaian kinerja perusahaan diberi nilai 4.

### **Komponen Infoware**

PT Indolakto telah memiliki manajemen mutu dan standar operational procedur (SOP) terkait akses penggunaan teknologi informasi yang dapat diakses oleh karyawan yang membutuhkan. Demikian pula hal nya dengan keselamatan dan kesehatan kerja bagi karyawan secara detail telah dijalankan oleh perusahaan. Termasuk SOP pemeliharaan teknologi secara rutin yang sifatnya umum dan masih dapat ditangani oleh SDM internal tersedia dalam data internal perusahaan, kecuali untuk pemeliharaan teknologi

yang sifatnya khusus dan harus melibatkan tenaga ahli dari eksternal perusahaan. Untuk itu seluruh komponen infoware diberi penilaian 4.

### **Komponen Orgaware**

Keberadaan unit pengelola berada dalam struktur organisasi perusahaan yaitu menjadi tugas dan wewenang oleh divisi otomatisasi dan engineering. Penanggung jawab teknologi terbaru (mendekati industri 4.0) tidak mengendalikan kegiatan produksi di satu lokasi pabrik saja tapi bertanggung jawab mengintegrasikan data produksi seluruh lokasi keseluruhan pabrik. Koordinasi unit pengelolaan teknologi mengumpulkan data dan mengintegrasikannya dalam sistem pemantauan dan pengendalian dilakukan di seluruh pabrik dan melibatkan bagian lain dalam system proses di pabrik. Tim pengelolaan teknologi memiliki SDM internal yang memiliki kemampuan mendesain sistem manufaktur baru. Pengembangan keahlian didukung pemilik dan pimpinan perusahaan sehingga diharapkan kompetensi bertambah dan berkembang. Untuk itu, komponen orgaware yang mendukung implementasi industry 4.0 di PT Indolakto diberi penilaian 4.

## **3. PT BOGASARI**

### **Komponen Technoware**

PT Bogasari secara keseluruhan telah menerapkan penggunaan mesin otomatisasi untuk hampir disemua lini proses produksi. Penggunaan mesin otomatisasi terutama dalam system maintenance, walaupun masih terdapat pekerjaan yang masih meenggunakan tenaga manual. Dalam hal teknologi, PT Bogasari sedang mengembangkan system smart sensor pada titik-titik yang dianggap critical pada setiap motor operasi yang dilengkapi system alert sehingga tidak menimbulkan breakdown dan dapat mengoptimalkan umur motor. PT Bogasari telah menerapkan program smart sensor, terutama dalam penggunaan energy yang cukup efisien Sehingga state of the art dan efisiensi energi untuk PT Bogasari diberi nilai 4. PT Bogasari yang menerapkan teknologi industri yang mendekati industri 4.0 dapat meningkatkan produktifitas terutama dalam hal packaging. Selain itu dalam hal teknologi memiliki kemampuan pengumpulan data dengan cepat, pengendalian sumber daya, pencapaian stabilitas produksi, menurunkan cost reduction, meningkatkan penerimaan konsumen terhadap produk dan menurunkan resiko kesalahan yang ditimbulkan oleh tenaga manual. Sehingga masing-masing komponen tersebut diatas diberi nilai 4. Sedangkan untuk pemantauan penggunaan energi dan air pada keseluruhan pabrik, pengumpulan data terkait risiko dan dampak lingkungan dari limbah sepenuhnya terintegrasi dengan sistem manufaktur yang ada dan dari pengadaan bahan baku (gandum) yang didatangkan menggunakan jeti yang dibangun khusus, hampir tidak ada limbah industri yang dihasilkan dari proses penggilingan biji gandum menjadi tepung. Sehingga “Risk environment” diberikan penilaian 4.

### **Komponen Humanware**

PT Bogasari mengandalkan kemampuan SDM yang memiliki kompetensi keteknikan untuk merancang sistem pemantauan yang mengintegrasikan pengumpulan data dari seluruh lini proses sesuai dengan kebutuhan dan visi perusahaan. Hampir tidak ada lag of technology dalam penerapan system yang mendukung industry 4.0, untuk itu lag of teknologi diberi nilai 4. SDM yang dimiliki PT Bogasari belum memiliki kemampuan yang memadai untuk mengintegrasikan system dalam big data untuk menyimpan data di cloud. SDM masih memerlukan pelatihan-pelatihan yang mendukung dalam meningkatkan kemampuan penerapan teknologi yang lebih canggih dalam mengintegrasikan semua lini proses. PT Bogasari hanya mengandalkan kemampuan beberapa SDM yang memiliki kompetensi keteknikan untuk merancang sistem pemantauan yang mengintegrasikan pengumpulan data dari seluruh kegiatan pabrik, Niramas berupaya meningkatkan kompetensi SDM dengan mengikut sertakan dalam pelatihan terkait kebutuhan sistem manufaktur (misalnya software SCADA yang mengintegrasikan data). PT Bogasari juga masih mengandalkan tenaga ahli yang memberikan arahan terhadap model dan sistem integrasi data yang tepat sehingga dapat memperkirakan tingkatan minimum persediaan yang diperlukan, pesanan sumber daya dan model rantai pasok yang efisien. Sistem integrasi yang dibutuhkan diharapkan dapat memantau informasi produksi dan perkembangan penjualan. SDM yang dimiliki belum memiliki kemampuan yang diperlukan untuk mendesain sistem integrasi data. Sehingga ketergantungan terhadap factor eksternal, SDM internal perusahaan dan kreatifitas SDM internal diberikan penilaian 3. Dalam pekerjaan implementasi menuju industry 4.0 ini, tim SDM bekerja keras mulai dari lini yang paling bawah hingga lini teratas yang memegang kewenangan atas keputusan. PT Bogasari memiliki SDM yang mempunyai kemampuan dalam hal perubahan dan operasinal teknologi menuju penerapan industry 4.0 sehingga capaian kinerja perusahaan lebih baik. Untuk itu, team work, enabler teknologi dan operasional serta pencapaian kinerja perusahaan diberi nilai 4.

### **Komponen Infoware**

SOP pada PT Bogasari telah tersentralisasi dan telah dapat diakses oleh seluruh karyawan pada wilayah kerjanya masing-masing. Demikian pula halnya dengan prosedur keselamatan dan kesehatan kerja bagi karyawan secara detail. Untuk trouble shooting belum dapat sepenuhnya di SOP kan karena terkendala tenaga ahli dari luar. Termasuk SOP pemeliharaan teknologi secara rutin yang sifatnya umum dan masih dapat ditangani oleh SDM internal tersedia dalam data internal perusahaan, kecuali untuk pemeliharaan teknologi yang sifatnya khusus dan harus melibatkan tenaga ahli dari eksternal perusahaan. Sistem integrasi data yang belum ada menyebabkan masih terpisahnya dokumen SOP, belum terkumpul dalam suatu cloud yang dapat diakses secara lebih luas. Untuk itu seluruh komponen infoware diberi penilaian 4.

### **Komponen Orgaware**

Keberadaan unit pengelola berada dalam struktur organisasi perusahaan yaitu menjadi tugas dan wewenang oleh divisi otomatisasi dan engineering. Penanggung jawab teknologi terbaru (mendekati industri 4.0) tidak mengendalikan kegiatan produksi di satu lokasi pabrik saja tapi bertanggung jawab mengintegrasikan data produksi seluruh lokasi keseluruhan pabrik. Koordinasi unit pengelolaan teknologi mengumpulkan data dan mengintegrasikannya dalam sistem pemantauan dan pengendalian dilakukan di seluruh pabrik dan melibatkan bagian lain dalam system proses di pabrik. Tim

pengelolaan teknologi memiliki SDM internal yang memiliki kemampuan mendesain sistem manufaktur baru. Pengembangan keahlian didukung pemilik dan pimpinan perusahaan sehingga diharapkan kompetensi bertambah dan berkembang. Untuk itu, komponen orgaware yang mendukung implementasi industri 4.0 di PT Bogasari diberi penilaian 4.

#### **4. PT GARUDA FOOD**

##### **Komponen Technoware**

Penerapan Teknologi Industri 4.0 belum menyeluruh dan bertahap sesuai kebutuhan dan kemampuan SDM masih dalam tahap belajar. Sehingga secara keseluruhan target pengurangan biaya belum tercapai (penilaian 3 utk state of the art dan cost reduction). Penggunaan energi masih tinggi karena belum diterapkan teknologi konservasi energi (penilaian 3 utk energi)

Perusahaan termasuk pemimpin dalam produk makanan berbasis kacang (penilaian 4 utk persepsi konsumen). Dengan Teknologi yang sudah ada dan keinginan perusahaan menerapkan aplikasi 4.0, sebenarnya perusahaan telah melampaui tahapan siklus produk mature dan telah melewati kendala internal produktifitas dan risiko lingkungan dan human (penilaian 4 utk infrastruktur, produktifitas, risiko)

##### **Komponen Humanware**

Sebagai perusahaan leader dalam kategori produk makanan tertentu, pencapaian keahlian SDM sebagai modal dasar implementasi Teknologi Industri 4.0 dapat diandalkan dan menjadi kekuatan (penilaian 5 utk kreativitas SDM dan team work). Namun masih perlu upgrade SDM internal dan bgm meningkatkan kinerja perusahaan melalui keahlian SDM yang sudah ada (penilaian 4 utk SDM internal dan kinerja). Dalam konteks implementasi industri 4.0, perusahaan berusaha mengandalkan SDM internal, namun saat Proses install Teknologi Impor, SDM masih perlu belajar dan beradaptasi, perusahaan juga menyadari masih besar kesenjangan antara keahlian SDM yang dimiliki dan mengoptimalkan Teknologi Integrasi Data dan Monitoring (Penilaian 3 utk lag of technology, ketergantungan, enabler)

##### **Komponen Infoware**

Perusahaan telah beroperasi lama dan termasuk leader dalam industri pangan sehingga aspek sertifikasi manajemen mutu dan K3 menjadi prioritas (penilaian 5 utk SOP teknologi yang sudah ada dan SOP K3). Namun perusahaan menyadari akses data masih terbatas dikarenakan belum sepenuhnya Integrasi Data semua kegiatan dan SOP nya belum ada (Penilaian 4 utk akses, pemeliharaan, terjadwalnya pemeliharaan secara real on time). Perusahaan sedang mengintegrasikan SOP dengan sistem teknologi Industri 4.0 yang sedang diinstal (Penilaian 4 utk pengambilan dan penyimpanan informasi)

##### **Komponen Orgaware**

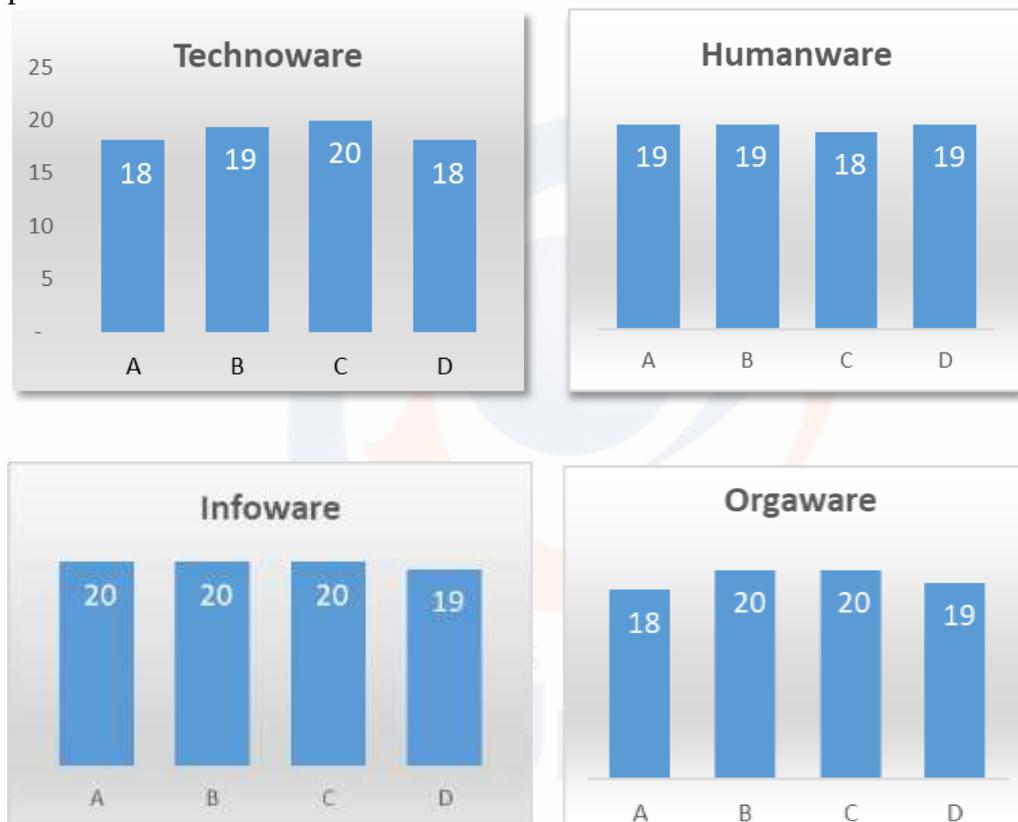
Penggunaan Teknologi yang menunjang implementasi industri 4.0 belum didukung sepenuhnya struktur baru dalam internal perusahaan (Penilaian 2 utk keberadaan unit pengelola Teknologi) sehingga belum memiliki sistem pendukung pengelola Teknologi (Penilaian 3 utk sistem pendukung). Perusahaan telah beroperasi lama dan keahlian SDM sudah melekat dalam organisasi sehingga Tim SDM yang sedang mempersiapkan

implementasi industri 4.0 memiliki kemampuan mendesain sesuai kebutuhan dan berkoordinasi antara pimpinan puncak dan manajemen level menengah (Penilaian 4 utk koordinasi vertikal, keahlian dan motivasi anggota, merubah konfigurasi dan mengatasi masalah).

## BAB 5 RENCANA AKSI DAN INSENTIF TEKNOLOGI

### 1.1 Penilaian Komponen Technometrik Perusahaan Pilot Project

Tingkat kemutakhiran (State of the art/ SOTA) adalah tingkat kompleksitas dari setiap komponen technoware, humanware, infoware, dan orgaware. Hasil penilaian state of the art pada masing-masing komponen teknologi dihitung untuk mengetahui tingkat kemutakhiran komponen teknologi. Perusahaan satu dengan yang lain mempunyai dasar pembentukan keempat item komponen teknologi yang berbeda. Peringkat dari empat perusahaan yang diteliti berdasarkan kontribusi komponen technoware, humanware, infoware dan organware (THIO) yang dimilikinya. Penilaian masing-masing komponen THIO dari ke empat perusahaan yang menjadi pilot project dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penilaian komponen technometrik perusahaan pilot project

#### A. Technoware

Semua perusahaan masuk dalam kategori sangat baik. Artinya semua perusahaan sudah siap mengadopsi Teknologi Industri 4.0 pada setiap komponen Technoware. Namun masih perlu peningkatan di beberapa komponen. Indolakto memperlihatkan kesiapan di semua komponen technoware. Hal ini terlihat dari gambaran peta jalan Industri 4.0 (2018 – 2021) yang menyertakan konten industry 4.0 (Big Data dan AI, Connectivity dan IoT) dalam transformasi perusahaan. Sementara Bogasari masih memiliki tantangan, yaitu pada aspek infrastruktur pendukung integrasi data (backbone

data). Hal yang sama dialami Niramas, dimana diperlukan infrastruktur monitoring untuk memantau lingkungan dan penggunaan energi.

Niramas dan Garuda Food masih perlu meningkatkan optimalisasi energi melalui evaluasi pemakaian listrik (audit energi). Niramas berkomitmen penerapan zero waste untuk keseluruhan pabrik. Prioritas perhatian dilakukan perbaikan risiko lingkungan di pabrik sukabumi terkait limbah nata de coco. Pemantauan buangan limbah dari proses produksi belum dapat terwujud karena belum terintegrasinya data produksi dengan data limbah.

Garuda Food masih perlu meningkatkan adopsi Teknologi Industri 4.0 secara bertahap sesuai kebutuhan dan kemampuan SDM. Sehingga diharapkan kedepan target pengurangan biaya tercapai dan penggunaan energi terkendali dan dapat dipantau.

## **B. Humanware**

Komponen humanware untuk masing-masing perusahaan masuk dalam kategori sangat baik. Hal ini dapat diartikan bahwa adanya kesiapan sumber daya manusia perusahaan dalam mengadopsi dan menerapkan industri 4.0 di perusahaan. Hanya perlu adanya beberapa hal yang harus lebih ditingkatkan bagi sumber daya manusia hampir disemua lini bagi semua perusahaan antara lain perlu adanya peningkatan kompetensi sumber daya manusia dalam mendisain sistem konektivitas yang lebih baik dalam semua lini perusahaan terutama pada lini manufaktur. Kurangnya sosialisasi dari pemerintah terkait penerapan industri 4.0 sehingga konsep industri 4.0 belum sepenuhnya dipahami secara baik oleh seluruh SDM terkait menjadi salah satu kendala yang dirasakan hampir diseluruh perusahaan.

Dengan adanya kendala yang dirasakan oleh semua perusahaan maka diharapkan peran aktif pemerintah dalam menjamin agar implementasi industri 4.0 tersebut berjalan dengan baik misalnya mendatangkan tenaga-tenaga ahli yang memiliki kompetensi spesifik terutama yang terkait dalam pengintegrasian sistem di semua lini produksi perusahaan, adanya pelatihan-pelatihan terkait kesiapan implementasi industri 4.0 dengan mendirikan workshop-workshop sehingga SDM perusahaan memiliki skill khusus dalam menunjang konten industri 4.0 (Big Data dan AI, Connectivity dan IoT).

## **C. Infoware**

Semua perusahaan masuk kategori sangat baik untuk komponen infoware dalam dimensi THIO. Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa semua perusahaan pilot project memiliki nilai yang hampir sama dalam komponen infoware. Hal ini dapat diartikan bahwa sistem informasi di perusahaan pilot project sangat memadai dalam penerapan industri 4.0, dimana perusahaan telah menyediakan standar operation prosedur yang detail dalam penggunaan teknologi dan dapat diakses oleh seluruh pengguna teknologi yang membutuhkan. Selain itu perusahaan juga memiliki sistem informasi dalam hal pemeliharaan teknologi dan pemberitahuan pemeliharaan yang otomatis sehingga setiap kendala yang terjadi terutama di lini produksi dapat diketahui dengan cepat dan ditangani dengan tepat. Sistem informasi perusahaan juga tersedia detail dalam hal keselamatan dan kesehatan kerja pengguna teknologi dan dapat diakses dan dikomunikasikan dengan baik pada semua pihak dalam perusahaan dan unit pengelola teknologi.

Namun demikian hampir disemua perusahaan pilot project sistem informasi teknologi hanya dapat diakses dengan cepat oleh masing-masing unit perusahaan. Penempatan big data secara lebih kompleks memiliki kendala seperti infrastruktur jaringan yang kurang memadai, sehingga konten teknologi industri 4.0 dalam hal konektifitas integrasi data belum memadai sehingga kesulitan dalam melakukan update data teknologi terbaru yang dapat mendukung sistem keputusan secara cepat. Yang paling menjadi kendala dalam hal sistem informasi teknologi pada seluruh perusahaan pilot project adalah belum adanya jaminan secure safety untuk penempatan big data di cloud sehingga penggunaan AI dalam perusahaan menjadi belum memadai.

## **D. Orgaware**

Dimensi THIO untuk komponen orgaware pada seluruh perusahaan pilot project masuk dalam kategori penilaian sangat baik. Hal ini dapat diartikan bahwa unit pengelola teknologi pada seluruh perusahaan telah mampu dan berkompeten dalam melakukan implementasi industri 4.0 di perusahaan. Keberadaan unit pengelola teknologi untuk semua perusahaan tidak berdiri sendiri melainkan masuk dalam struktur perusahaan dan didukung penuh oleh pemangku keputusan dan owner perusahaan. Koordinasi unit pengelola dengan unit lainnya yang terkait secara vertikal dan horizontal juga sangat baik. Unit pengelola teknologi memiliki kesempatan meningkatkan keahlian dan motivasi anggota dan memiliki sistem pendukung yang memadai dalam mengelola dan mengakses data dan informasi dengan cepat terkait produksi dan lini pendukungnya. Unit pengelola memiliki kemampuan dalam merubah konfigurasi pengelolaan teknologi terkait sistem produksi dan jaringan produksi yang ada, mengatasi masalah, memberikan solusi dan beradaptasi terhadap situasi terkait pengelolaan teknologi. Unit pengelola teknologi juga memiliki pendukung pengelolaan teknologi yang penuh otomatis.

Keberadaan unit pengelola yang masih terkait dengan struktur organisasi menimbulkan kendala dalam hal konektifitas data untuk semua pabrik dalam perusahaan, dimana unit pengelola belum dapat mengintegrasikan data dan memantau berjalannya sistem manufaktur di lokasi-lokasi pabrik yang berbeda.

## **1.2 Rancangan Insentif Teknologi**

### **1.2.1 Rancangan Insentif Pabrik Dan Perusahaan**

Pada level pabrik, pendekatan Teknologi Informasi *Shop Floor (Shop Floor IT)* yang didefinisikan sebagai interaksi Teknologi Informasi, *hardware* dan *software* yang terlibat bersama di dalam proses produksi dan organisasi pelaksana diperlukan sebagai strategi implementasi Teknologi Industri 4.0. Sehingga keberadaan komponen THIO diperlukan dalam rancangan insentif.

*Shop Floor IT* diperlukan untuk mendukung sistem perakitan dan manufaktur; dan fungsi lainnya (perawatan dan logistik). Selain itu harus mendukung aspek teknis dan manusia, karena sistem produksi secara keseluruhan merupakan sistem sosio teknis.

Keberadaan *Shop Floor IT* yang menjadi jembatan diantara berbagai sistem dalam pabrik menjadikan konsep “interoperability” menjadi penting dalam level teknis, sintaksis, semantic dan organisasi (Rezaei et al 2014). Interoperability adalah kemampuan dua sistem untuk saling memahami dan menggunakan fungsi satu sama lain (Chen et al., 2008).

1. Interoperabilitas teknis berhubungan dengan aspek hardware/software pada koneksitas sistem.
2. Interoperabilitas sintaksis terkait bagaimana data ditransfer (sesuai standar protocol komunikasi).
3. Pada level semantik, data yang digunakan sesuai definisi yang disepakati dan mencakup manusia dan sistem lainnya.
4. Interoperabilitas organisasi mengukur seberapa baik seluruh organisasi dapat bertukar data dan informasi.

Beberapa rancangan insentif untuk pabrik perusahaan pilot project dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4. Semua rancangan insentif teknologi berdasarkan pada rancangan yang diberikan oleh perusahaan pilot project yang dijabarkan dan mengacu pada rancangan yang telah disusun sebelumnya (A.T Kearney)

Tabel 1. Kebutuhan insentif Adopsi Teknologi Industri 4.0 (4IR) di PT Garuda Food

| Kebutuhan Perusahaan  | Kebutuhan Level Interoperabilitas (Arkeman 2018)  | Adopsi Teknologi Industri 4.0 (AT Kearney 2017)   |
|---|---|---|
| <p>Tahun 2018, PT Garuda Food telah menyelesaikan proyek penambahan lini produksi dan menjadikannya model aplikasi Industri 4.0 pada tahun 2019</p> <p>Tahun 2019, PT Garuda Food akan merencanakan implementasi Sistem pemantauan produksi dan penggunaan listrik yang mengintegrasikan platform <i>OEE (Overall Equipment Effectiveness)</i> dengan dukungan <i>Thin Client</i> (jaringan komputer terpusat dimana user menggunakan komputer dengan spesifikasi minimum menjalankan aplikasi, menggunakan data dan daya komputer server) dan <i>Web Server</i>. Implementasi dilakukan pada empat pabrik.</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Teknis yang berhubungan dengan implementasi <i>Thin Client</i></li> <li>2. Sintaksis dan Semantik terkait data platform <i>OEE (Overall Equipment Effectiveness)</i>, <i>Thin Client</i> dan <i>Web Server (Cloud Data)</i></li> <li>3. Organisasi yang berhubungan dengan sistem pemantauan produksi dan penggunaan listrik</li> </ol> | <p>Connectivity and computing :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelling, simulation, visualizations</li> <li>• Cloud computing</li> <li>• Apps and platforms</li> <li>• M2M connectivity</li> </ul> <p>Analytics and intelligence :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerical modelling and algorithms</li> <li>• Knowledge based systems</li> <li>• Data mining</li> <li>• Big data</li> </ul> <p>Digital physical transformation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• New machine architectures</li> <li>• Mechatronics</li> </ul> <p>Human-machine interface :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Context-based systems</li> <li>• Multimodal interaction</li> <li>• Dialogue systems</li> </ul> |

Tabel 2. Kebutuhan insentif Adopsi Teknologi Industri 4.0 (4IR) di PT Indolakto

| Kebutuhan Perusahaan  | Kebutuhan Level Interoperabilitas (Arkeman 2018)  | Adopsi Teknologi Industri 4.0 (AT Kearney 2017)  |
|---|---|--|
| <p>Tahun 2018, PT Indolakto telah mengevaluasi tingkat otomatisasi di tujuh lokasi pabrik. Tingkat otomatisasi tertinggi di Purwosari sehingga menjadi lokasi <i>pilot project</i> aplikasi Industri 4.0. Selain itu, telah menyiapkan peta jalan transformasi menuju Industri 4.0 dengan nama proyek: Making Indolakto 4.0</p> <p>Tahun 2019, PT Indolakto merencanakan tim proyek yang melibatkan Kementerian Perindustrian, Pengembang Integrasi Sistem, Pihak Pemasok Utama (Prinsipil) dan Pendukung (Prinsipil, Universitas). Perusahaan akan mengimplementasikan platform <i>OEE (Overall Equipment Effectiveness)</i> Indolakto, perangkat pemantauan dan kinerja SDM secara online, implementasi <i>Photoemission microscopy</i> (PEM) di sirkuit elektronik pada utilitas (air, listrik, bahan bakar), pengoptimalan waktu untuk inspeksi dan validasi, mengurangi persediaan dengan <i>prinsip just in time</i> dan memperbaiki kualitas waktu respon dan metode validasi.</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Teknis yang berhubungan dengan implementasi <i>Photoemission microscopy</i> (PEM) di sirkuit elektronik</li> <li>2. Sintaksis dan Semantik terkait data platform <i>OEE (Overall Equipment Effectiveness)</i> dan <i>Photoemission microscopy</i> (PEM)</li> <li>3. Organisasi yang berhubungan dengan sistem pemantauan produksi, SDM dan penggunaan utilitas (air, listrik, bahan bakar)</li> </ol> | <p>Connectivity and computing :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelling, simulation, visualizations</li> <li>• Cloud computing</li> <li>• Apps and platforms</li> <li>• M2M connectivity</li> </ul> <p>Analytics and intelligence:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intelligent systems</li> <li>• Numerical modelling and algorithms</li> <li>• Knowledge based systems</li> <li>• Data mining</li> <li>• Big data</li> </ul> <p>Digital physical transformation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• New machine architectures</li> <li>• Mechatronics</li> <li>• Photonics</li> </ul> <p>Human-machine interface :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Context-based systems</li> <li>• Multimodal interaction</li> <li>• Dialogue systems</li> </ul> |

Tabel 3. Kebutuhan insentif Adopsi Teknologi Industri 4.0 (4IR) di PT Bogasari

| Kebutuhan Perusahaan  | Kebutuhan Level Interoperabilitas (Arkeman 2018)   | Adopsi Teknologi Industri 4.0 (AT Kearney 2017)  |
|---|--|--|
| <p>Tahun 2018, PT Bogasari telah menyiapkan infrastruktur <i>backbone</i> data untuk koneksitas semua jaringan pabrik dan pengujian sistem pemantauan motor (aplikasi sensor (IoT) pada 12 motor dan <i>Cloud Data</i>.</p> <p>Tahun 2019, Implementasi Sistem Manajemen Energi (terkoneksi pada semua meteran listrik utilitas) dan sistem pembangkit listrik smart (terutama pemakaian listrik di bangunan kantor). Selain itu, melanjutkan sistem pemantauan motor dengan target 200 motor terkoneksi di salah satu Pabrik. Pengembangan kurikulum bagi kegiatan pemagangan dan pelatihan Industri 4.0 bagi karyawan manufaktur.</p> <p>Tahun 2020, Implementasi sistem pemantauan motor terkoneksi pada seluruh areal pabrik dan sistem pemantauan jalur <i>pallet</i>. Pengoptimalan analisis data untuk menetapkan <i>baseline</i> sistem manajemen energi.</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Teknis yang berhubungan dengan implementasi aplikasi sensor pada motor</li> <li>2. Sintaksis dan Semantik terkait data platform IoT</li> <li>3. Organisasi yang berhubungan dengan sistem pemantau motor, manajemen energi, pembangkit listrik dan pemantauan jalur <i>pallet</i></li> </ol> | <p>Connectivity and computing :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobile internet</li> <li>• Modelling, simulation, visualizations</li> <li>• Cloud computing</li> <li>• Apps and platforms</li> <li>• M2M connectivity</li> </ul> <p>Analytics and intelligence :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intelligent systems</li> <li>• Remote maintenance</li> <li>• Numerical modelling and algorithms</li> <li>• Knowledge based systems</li> <li>• Data mining</li> <li>• Big data</li> </ul> <p>Digital physical transformation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• New machine architectures</li> <li>• Mechatronics</li> <li>• Photonics</li> </ul> <p>Human-machine interface :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Context-based systems</li> <li>• Multimodal interaction</li> <li>• Dialogue systems</li> </ul> |

Tabel 4. Kebutuhan insentif Adopsi Teknologi Industri 4.0 (4IR) di PT Niramas

| Tujuan Adopsi  | Jenis Teknologi 4IR   | Out Put<br>(Humanware dan Organoware)  |
|--|---|--|
| <p>1. Pengembangan infrastruktur berbasis Internet of Things (IoT) dalam sistem proses manufaktur.</p> <p>2. Integrasi sistem produksi dan sistem penanganan limbah.</p> | <p>Connectivity and computing :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelling, simulation, visualizations</li> <li>• Cloud computing</li> <li>• Apps and platforms</li> <li>• M2M connectivity</li> </ul> <p>Analytics and intelligence :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerical modelling and algorithms</li> <li>• Knowledge based systems</li> <li>• Data mining</li> <li>• Big data</li> </ul> <p>Digital physical transformation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• New machine architectures</li> <li>• Mechatronics</li> </ul> <p>Human-machine interface :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Context-based systems</li> <li>• Multimodal interaction</li> <li>• Dialogue systems</li> </ul> | <p>Interoperability : Mampu memungkinkan komunikasi melalui antarmuka antara komponen / sub-sistem sistem manufaktur, memungkinkannya untuk bekerja dengan atau menggunakan bagian dari komponen /sub sistem lain.</p> <p>Networkability : Mampu memperbolehkan pertukaran informasi dan komunikasi antar komponen / subsistem dari sistem manufaktur.</p> <p>Distributed : Mampu memproduksi dalam fasilitas manufaktur yang tersebar yang dikoordinasikan menggunakan informasi dan teknologi komunikasi.</p> <p>Information appropriateness : Mampu memperoleh informasi dari satu atau lebih sumber dalam sistem manufaktur komponen dan sub-sistem, menyimpannya dan memastikan kualitas, aksesibilitas dan dapat dimengerti, serta penyediaannya bagi orang atau sistem yang tepat dan waktu yang tepat.</p> <p>Integrability : Mampu menyatukan berbagai sub-komponen komponen (misalnya alat mesin, robot, sistem komputer, manusia) dari sistem manufaktur menjadi satu sistem terpadu dan memastikan bahwa semua sub-sistem berfungsi bersama sebagai keseluruhan yang terkoordinasi.</p> <p>Sustainability : Mampu melakukan semua proses manufaktur dan operasi sistem dengan minimum jejak lingkungan (misalnya efisiensi sumber daya).</p> |

### 1.2.2 Rencana Aksi Insentif dan Kebijakan Pendukung Bagi Implementasi Industri 4.0

Implementasi Teknologi Industri 4.0 menciptakan nilai tambah pada lima tingkatan (AT Kearney 2017), yaitu pabrik (factory floor), perusahaan (firm), kelompok industry (industry), masyarakat (society) dan individu (individual). Rancangan insentif yang diusulkan diperuntukan untuk (1) pabrik dan perusahaan makanan dan minuman dan (2) kelompok industri makanan dan minuman.

Peran pemerintah sangat penting dalam pengembangan inovasi di sektor industri. Program bagi pengembangan industri agro diberikan oleh hampir semua sektor pembangunan ekonomi. Pemerintah memberikan bantuan berupa insentif kepada industri. Organisasi pemerintah ini mengembangkan industri agro dengan berbagai instrumen kebijakan berupa insentif fiskal dan non fiskal. Insentif fiskal berupa insentif perpajakan dan bantuan permodalan dan investasi. Selain itu pemerintah juga memberikan insentif teknologi.

Bantuan insentif teknologi ini diharapkan mampu mendorong peningkatan penggunaan teknologi oleh industri. Banyak kajian yang telah dilakukan untuk melihat dampak dan pentingnya insentif teknologi. Insentif pemerintah mampu mendorong penyerapan tenaga kerja sesuai dengan sektor pemberian insentif (Moretti dan Wilson 2014). Berdasarkan hasil wawancara mendalam dan diskusi dengan *stakeholder* dirumuskan rencana-rencana aksi dan kebijakan yang bisa diberikan oleh pemerintah kepada industri yang menjadi pilot Project.

Setiap industri makanan dan minuman yang menjadi *pilot project* memiliki tujuan yang berbeda-beda dalam adopsi teknologi industri 4.0 ini, namun ada beberapa hal yang menjadi *concern* bersama seperti **keamanan data (cyber security)** cloud, besarnya **biaya investasi** adopsi teknologi dan kemudahan **penggunaan tenaga kerja asing** dalam rangka adopsi (*commisioning*) dan *maintenance* teknologi Insentif diberikan dalam empat komponen teknometriks.

1) Technoware

- a) Insentif untuk Perusahaan yang mengadopsi Teknologi Industri 4.0 (Mesin Baru, R&D, Pelatihan dan Transfer Teknologi) berupa keringanan pajak (*tax Holiday*) dan kemudahan impor teknologi.
- b) Insentif untuk Perusahaan Industri 4.0 yang menggunakan sumber daya domestik dan komponen teknologi lokal. Insentif yang dapat diberikan berupa *super reduction tax*, baik bagi pembeli maupun penyedia teknologi. Pemerintah juga harus mendorong munculnya provider teknologi industri 4.0 domestik.
- c) Penyiapan pilot project yang menjadi basis pembelajaran untuk industri sejenisnya terutama industri Agro. Pilot Project ini menjadi *benchmarking* bagi industri agro.
- d) Jaminan keamanan cyber. Salah satu cara adalah dengan penyediaan *dedicated server* untuk industri *Pilot Project* dalam komputasi *cloud big data* yang terjamin keamanannya. Server ini bisa menggunakan *provider* yang ada bekerjasama dengan Kemenperin.

2) Humanware

- a) Pendanaan Riset dan Pengembangan (R&D) dan Desain koneksi serta sinergi sistem manufaktur (lintas Kementerian Pertanian, Perindustrian, Perdagangan, Ristek Dikti). Bentuk insentif yang bisa diberikan dalam hal ini, seperti pengurangan pajak (*tax reduction*) bagi industri yang membangun dan melaporkan riset atau kerja sama riset dengan Perguruan Tinggi pada inovasi teknologi industri 4.0.
- b) Pengembangan kurikulum vokasional Industri 4.0. Industri juga dapat membangun pusat pelatihan (*Training Center*) persiapan bagi tenaga kerja yang ingin masuk ke industri yang mengadopsi teknologi industri 4.0.

3) Infoware

- a) Membangun infrastruktur digital nasional. Infrastruktur digital nasional dengan platform industri 4.0, akan menjadi pusat aktivitas pengembangan dan inovasi nasional. Semua kalangan dapat menggunakannya, bukan hanya sektor industri. Kegiatan-kegiatannya dapat berupa: inisiasi Basis Data Sumber Daya Industri Prioritas (lintas Kementerian Pertanian, Perindustrian, Perdagangan, BPS) dan pembangunan infrastruktur berbasis Internet of Things (IoT).

4) Orgaware:

Pada dimensi ini insentif-insentif yang disebutkan di atas dibangun atas kebijakan-kebijakan yang mempercepat dan memudahkan bagi industri untuk melakukan inovasi dan rekayasa industri.

- a) Regulasi Insentif bagi Adopsi Teknologi,
- b) Regulasi TKA untuk Transfer Teknologi
- c) Penyuntikan modal untuk investasi Teknologi Industri 4.0

## **BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Simpulan**

1. Kesiapan industri makanan dan minuman Indonesia khususnya pada industri terpilih untuk masuk pada industri 4.0, sangat siap dilihat dari dimensi teknometrik. Untuk keperluan ini perlu disiapkan suatu pilot project yang menjadi *benchmarking* bagi industri sejenis
2. Agar penerapan industri 4.0 di industri agro khususnya makanan dan minuman berjalan dengan lancar. Diperlukan sejumlah insentif dan regulasi yang mendukung. Insentif ini berupa insentif fiskal dan insentif teknologi.

### **Saran**

1. Agar penerapan industri 4.0 ini berjalan dengan baik, juga diperlukan perbaikan alur aliran material, terutama bagi industri Agro.
2. Pilot Project yang diinisiasi memerlukan Monitoring dan evaluasi yang sebaiknya mengikut sertakan pihak perguruan tinggi dan industri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akerman M. 2018. Implementing Shop Floor IT for Industry 4.0. (Doctor of Philosophy), Chalmers University of Technology, Sweden. Dikutip dari : [https://research.chalmers.se/publication/502937/file/502937\\_Fulltext.pdf](https://research.chalmers.se/publication/502937/file/502937_Fulltext.pdf)
- Board MS. 1987. Management of Technology. Washington DC: National Academy of Sciences.
- Chen, Doumeings, Vernadat. 2008. Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future. *Computers in Industry*, 59, 647-659.
- Cronin, JJ Joseph and Taylor, Steven. A. 1992. Measuring Service Quality: A Reexamination and Extension. *Journal of Marketing*, Vol.56 No 3:55-68.
- Kagermann H., Wahlster W., Johannes, H. 2013. *Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. Dikutip dari : [https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/Final\\_report\\_Industrie\\_4.0\\_accessible-1.pdf](https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/Final_report_Industrie_4.0_accessible-1.pdf)
- Liao SH. 2005. Technology management methodologies and applications: A literature review from 1995 to 2003. *Technovation* 25:381–393. doi:10.1016/j.technovation.2003.08.002
- Martilla, J. A. James. 1997. Importance-Performance Analysis. *Journal Of Marketing* 41 Pp 13-17
- Purwaningsih R, Prastawa H, R.Zainal Fanani. 2005. Penilaian Teknologi dengan Metode Teknometrik Di Pt. Indo Acidatama Chemical Industry. Solo.
- Rezaei R., Chiew T. K., Lee S. P., Shams Aliee Z. 2014. Interoperability evaluation models:A systematic review. *Computers in Industry*, 65(1), 1-23. doi:10.1016/j.compind.2013.09.001
- UNESCAP. 1988. Tokyo Plan on Technology for Development in Asia and Pacific. 4th ed. Bangalore: Asian and Pacific Centre for Transfer of Technology.
- UNESCAP. 1989. Overview of the framework for technology-based development. *Technology Atlas Project*. 1
- Wiratmaja I, Ma'ruf A. 2004. The Assessment of Technology in Supporting Industry Located at Tegal Industrial Park. *Proceedings of Marine Transportation Engineering Seminar, Osaka University, Japan*.

The background of the page features a repeating watermark of the Universitas Esa Unggul logo. The logo consists of a stylized circular emblem with blue and orange curved lines, and the text "Universitas Esa Unggul" below it. The watermark is semi-transparent and covers the entire page.

# LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

## KUISIONER

### Penyusunan Rencana Aksi dan Rancangan Insentif Teknologi Dalam Rangka Implementasi Industri 4 .0 Di Sektor Industri Makanan Dan Minuman

|                   |   |       |
|-------------------|---|-------|
| Nomor Kuisisioner | : | ..... |
| Nama Surveyor     | : | ..... |
| Tanggal Wawancara | : | ..... |

#### A. Identitas Responden

1. Nama : .....
2. Alamat : .....
- Desa : .....
- Kecamatan : .....
- Kabupaten/Kota : .....
- Provinsi : .....

#### B. Jenis Responden

##### INDUSTRI

- 1) Jenis Industri :

---

- 2) Jenis limbah yang dihasilkan : .....

## A. ANALISIS TEKNOMETRIK

Analisis teknometrik menginvestigasi empat komponen teknologi yang diperlukan secara simultan. Ke empat komponen tersebut adalah technoware, humanware, infoware dan orgaware.

### I. TECHNOWARE

Komponen technoware mencakup peralatan, perlengkapan, mesin-mesin, dan infrastruktur fisik yang dipergunakan manusia dalam mengoperasikan transformasi. Masing-masing komponen memiliki penilaian dengan distribusi nilai 1 – 5 (1 untuk nilai paling rendah dan 5 untuk nilai paling tinggi dari setiap komponen).

| <b>Komponen Technoware</b>        | <b>Keterangan</b>  | <b>Penilaian</b>  |
|-----------------------------------|--|---|
| State of The Art                  | Ketersediaan dan aksestabilitas teknologi menggunakan mesin-mesin dengan sensor otomatis   | Teknologi canggih Tersedia (5) – Teknologi canggih tidak tersedia (1) |
| Energi                            | Penggunaan teknologi berdampak pada efisiensi energy yang digunakan  | Efisiensi energy (5) – tidak efisien (1)                              |
| Infrastruktur pendukung           | Kemampuan perusahaan dalam penerapan teknologi pada infrastruktur pendukung  | Penerapan teknologi mudah (5) – penerapan teknologi tidak mudah (1)   |
| Productivity                      | Kemampuan teknologi canggih dalam meningkatkan produktivitas perusahaan  | Produktivitas meningkat (5) – produktivitas tidak meningkat (1)       |
| Persepsi konsumen terhadap produk | Kemampuan teknologi dalam meningkatkan accepted product oleh konsumen  | Accepted produk meningkat (5) – accepted product tidak meningkat (1)  |
| Cost Reduction                    | Kemampuan teknologi dalam menurunkan biaya produksi  | Biaya produksi turun (5) – Biaya produksi tidak turun (1)             |
| Risk environment                  | Kemampuan teknologi dalam mengurangi resiko/dampak terhadap lingkungan misalnya emisi yang ditimbulkan oleh adanya proses produksi | Risk environment berkurang (5) – Risk environment tidak berkurang (1) |
| Human Risk                        | Kemampuan teknologi untuk mengurangi resiko kesalahan manusia dalam proses produksi  | Human risk berkurang (5) – human Risk tidak berkurang (1)             |

## II. HUMANWARE

Kemampuan humanware mencakup kemampuan sumber daya manusia: meliputi pengetahuan, keterampilan, kebijaksanaan, kreativitas, prestasi, dan pengalaman dalam memanfaatkan sumber daya alam dan sumber daya teknologi yang tersedia. Masing-masing komponen memiliki penilaian dengan distribusi nilai 1 – 5 (1 untuk nilai paling rendah dan 5 untuk nilai paling tinggi dari setiap komponen).

| <b>Komponen Humanware</b>                            | <b>Keterangan</b>  | <b>Penilaian</b>                             |
|--|--|--|
| Lag of Technology                                    | Kemampuan SDM dalam mengakses dan menggunakan teknologi otomasi dalam proses produksi  | Tidak sulit (5) –sulit (1)                   |
| Ketergantungan terhadap eksternal                    | Kemampuan SDM dalam menjalankan teknologi otomasi tanpa ketergantungan terhadap faktor eksternal (sertifikat, ijin, pelatihan) | Tidak tergantung (5) – sangat tergantung (1) |
| SDM internal perusahaan                              | Kemampuan SDM internal perusahaan dalam mengakses dan menggunakan teknologi otomasi (tidak memerlukan tenaga dari luar)        | Mampu (5) – tidak mampu (1)                  |
| Kreativitas SDM                                      | Kemampuan SDM dalam mengembangkan kreatifitas dan inovasi dalam menjalankan teknologi  | Tinggi (5) – rendah (1)                      |
| Enabler terhadap teknologi dan operasional teknologi | Kemampuan SDM dalam perubahan dan operasional teknologi  | Tinggi (5) – rendah (1)                      |
| Team work  | Kemampuan bekerjasama dalam menjalankan teknologi  | Tinggi (5) – rendah (1)                      |
| Pencapaian kinerja                                   | Kemampuan SDM dalam pencapaian kinerja perusahaan  | Tinggi (5) – rendah (1)                      |

## III. INFOWARE

Komponen infoware mencakup komponen penyediaan informasi dan prosedur informasi kepada semua anggota dan karyawan dalam unit terkait. Informasi yang detail dan dapat diakses terkait penggunaan dan risiko teknologi. Pihak penyedia teknologi memiliki kewajiban untuk memberikan informasi yang transparan dan akuntabel bagi pengguna teknologi. Komponen ini juga mencakup penyediaan media informasi dan penyimpanan informasi. Masing-masing komponen memiliki penilaian dengan distribusi nilai 1 – 5 (1 untuk nilai paling rendah dan 5 untuk nilai paling tinggi dari setiap komponen).

| No. | Kriteria komponen <i>infoware</i>   | Penilaian   |
|-----|---|---|
| 1.  | Penyediaan prosedur operasional standar (Standard Operational Procedure) penggunaan teknologi yang detail   | Detail (5) – Tidak Detail (1)                         |
| 2.  | Penyediaan prosedur operasional standar (Standard Operational Procedure) penggunaan teknologi dapat diakses sesuai kebutuhan pengguna   | Mudah Akses (5) – Sulit Akses (1)                     |
| 3.  | Penyediaan prosedur operasional standar (Standard Operational Procedure) pemeliharaan teknologi yang detail   | Detail (5) – Tidak Detail (1)                         |
| 4.  | Penyediaan prosedur operasional standar (Standard Operational Procedure) pemeliharaan teknologi memiliki sistem pemberitahuan secara otomatis                                 | Otomatis (5) – Tidak Otomatis (1)                     |
| 5.  | Penyediaan prosedur operasional standar (Standard Operational Procedure) Keselamatan dan Kesehatan Kerja penggunaan teknologi yang detail                                     | Detail (5) – Tidak Detail (1)                         |
| 6.  | Penyediaan prosedur operasional standar (Standard Operational Procedure) Keselamatan dan Kesehatan Kerja dikomunikasikan kepada semua pihak dalam perusahaan dan unit terkait | Mudah Dikomunikasikan (5) – Sulit Dikomunikasikan (1) |
| 7.  | Penyimpanan dan pengambilan informasi terkait SOP   | Terkomputerisasi (5) – Manual (1)                     |

#### IV. ORGAWARE

Komponen *orgaware* atau komponen yang mencakup kelembagaan internal di dalam perusahaan berupa unit pengelola teknologi. Masing-masing komponen memiliki penilaian dengan distribusi nilai 1 – 5 (1 untuk nilai paling rendah dan 5 untuk nilai paling tinggi dari setiap kompon

| No. | Kriteria komponen <i>orgaware</i>  | Keterangan                            |
|-----|--|---------------------------------------|
| 1.  | Keberadaan unit pengelola teknologi dalam struktur perusahaan  | Dalam struktur (5); Luar struktur (1) |
| 2.  | Koordinasi unit pengelolaan teknologi dengan unit lainnya secara horizontal  | Pendek (5) – Panjang (1)              |
| 3.  | Koordinasi unit pengelolaan teknologi dengan unit lainnya secara vertikal  | Langsung (5) – Bertahap (1)           |
| 4.  | Unit pengelola teknologi memiliki kesempatan meningkatkan keahlian dan motivasi anggota                            | Mudah (5) – Sulit (1)                 |
| 5.  | Unit pengelola teknologi memiliki sistem pendukung mengelola data dan informasi                                    | Tersedia (5) – Tidak Tersedia         |
| 6.  | Kemampuan unit merubah konfigurasi pengelolaan teknologi terkait sistem produksi dan jaringan produksi yang ada    | Cepat (5) – Lambat (1)                |
| 7.  | Kemampuan unit mengatasi masalah, memberikan solusi dan beradaptasi terhadap situasi terkait pengelolaan teknologi | Tinggi (5) – Rendah (1)               |
| 8.  | Unit pengelola teknologi memiliki pendukung pengelolaan teknologi yang penuh otomatis                              | Penuh Otomatis – Tidak Otomatis       |

## B. KRITERIA PENILAIAN, KENDALA DAN HARAPAN INDUSTRI 4.0

### 1) Technoware

| Penerapan Industri 4.0 | Fakta | Skor | Kendala | Harapan |
|------------------------|-------|------|---------|---------|
|                        |       |      |         |         |
|                        |       |      |         |         |
|                        |       |      |         |         |

### 2) Humanware

| Penerapan Industri 4.0 | Fakta | Skor | Kendala | Harapan |
|------------------------|-------|------|---------|---------|
|                        |       |      |         |         |
|                        |       |      |         |         |
|                        |       |      |         |         |

### 3) Infoware

| Penerapan Industri 4.0 | Fakta | Skor | Kendala | Harapan |
|------------------------|-------|------|---------|---------|
|                        |       |      |         |         |
|                        |       |      |         |         |
|                        |       |      |         |         |

### 4) Orgaware

| Penerapan Industri 4.0 | Fakta | Skor | Kendala | Harapan |
|------------------------|-------|------|---------|---------|
|                        |       |      |         |         |
|                        |       |      |         |         |
|                        |       |      |         |         |