



REFERENSI RISET TEKNOLOGI 4.0

Sektor Makanan, Minuman,
Fesyen, dan Pariwisata : Pendukung
Ekosistem Usaha-usaha Syariah

REFERENSI RISET TEKNOLOGI 4.0

Sektor Makanan, Minuman, Fesyen, dan Pariwisata :
Pendukung Ekosistem Usaha-usaha Syariah

Penyusun

Direktorat Infrastruktur Ekosistem Syariah
Ikatan Ahli Ekonomi Islam

Penasehat

Ventje Rahardjo Soedigno
Dr. Irfan Syauqi Beik
Prof. Dr. Raditya Sukmana
Dr. Sutan Emir Hidayat

Tim Pelaksana

Nadiah Hidayati, MM
Citra Atrina Sari, S.E
Dr. Muhammad Quraisy
Dr. Ginanjar Dewandaru

Penerbit

Komite Nasional Ekonomi dan Keuangan Syariah (KNEKS)
Gedung Permata Kuningan Lantai PH
Jalan Kuningan Mulia No. 9C, 12830
No Telpon: 021 – 8068 – 3350
E-mail: humas@kneks.go.id

HAK CIPTA © 2021 Komite Nasional Ekonomi dan Keuangan Islam (KNEKS), Indonesia. Hak Cipta Dilindungi Undang – Undang. Dilarang memperbanyak publikasi ini dalam bentuk apapun tanpa persetujuan tertulis dari Komite Nasional Ekonomi dan Keuangan Islam (KNEKS).

Sambutan



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh
Bismillahirrahmanirrahim

Puji dan syukur mari kita panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya serta keberkahan yang diberikannya. Sholawat serta salam senantiasa turunkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa kita dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang oleh cahaya Iman dan Islam.

Dalam menghadapi masa pandemi Covid-19 beserta pemulihan ekonomi, Kemenristek/BRIN telah menyebutkan terkait sepuluh tren teknologi terkini yang menjadi peluang baru bagi perusahaan *startup* Indonesia dalam era normal baru (*new normal*). Sepuluh tren ini merupakan “*the new future*” yang merupakan bagian dari revolusi industri keempat, mencakup belanja dalam jaringan (*daring*), pembayaran digital (*digital payment*), teleworking atau bekerja dari rumah, telemedicine atau pelayanan medis jarak jauh, tele-education dan tele-training, hiburan *daring*, rantai posakan atau supply chain 4.0, 3D printing, robot dan drone, serta teknologi 5G dan teknologi informasi dan komunikasi. Implementasi industri 4.0 memiliki potensi dalam mendorong perubahan kebijakan sektor produksi dan jasa. Transformasi ini menjadikan proses produksi lebih cepat, fleksibel, dan efisien untuk menghasilkan barang yang berkualitas lebih baik dengan biaya lebih rendah. Kondisi ini juga membuat kita untuk beralih ke arah ekonomi berbasis digital. Indonesia sudah siap memasuki era industri 4.0. Hal ini ditandai melalui peluncuran *roadmap Making Indonesia 4.0* oleh Presiden Joko Widodo. *Roadmap* tersebut menjadi strategi dan panduan dalam upaya merevitalisasi sektor manufaktur. Hal ini akan memberikan dampak signifikan terhadap pengembangan industri halal serta usaha-usaha syariah lainnya.

Tujuan utama dari penyusunan dokumen Referensi Riset Teknologi 4.0 adalah untuk menjadi referensi bagi pusat-pusat riset untuk menghasilkan produk riset teknologi terkini berbasis digital, sehingga dapat digunakan dalam rangka mendukung ekosistem industri halal dan usaha-usaha syariah. Penggunaan hasil riset teknologi 4.0 diharapkan dapat meningkatkan kualitas, kuantitas, dan kontinuitas produk dan jasa yang ditawarkan oleh pelaku industri halal dan usaha-usaha syariah lainnya dengan menggunakan teknologi terkini berbasis digital. Dengan demikian, *competitiveness* Indonesia dalam perdagangan global juga akan semakin meningkat, terutama dalam mewujudkan Indonesia sebagai salah satu pusat produksi produk halal terbesar di dunia.

Jakarta, September 2021
Direktur Eksekutif KNEKS

Ventje Rahardjo Soedigno

Sambutan



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh
Bismillahirrahmanirrahim

Di era industri 4.0 saat ini, teknologi digital telah memainkan peranan yang signifikan serta memberikan kemudahan bagi masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Dengan adanya kemajuan teknologi 4.0 seperti Big Data, Blockchain, Internet of Things (IoT), Cybersecurity, Cloud Computing, Artificial Intelligent, telah menyentuh langsung kegiatan ekonomi masyarakat dan diharapkan berdampak pada peningkatan

produktifitas dan pendapatan masyarakat. Potensi ekonomi digital Indonesia diproyeksikan mencapai (valuasi) sekitar US\$ 124 miliar pada tahun 2025 mendatang. Hal ini dapat dilihat dari meningkatnya transaksi uang elektronik sepanjang tahun 2020 yaitu sebesar Rp 204,9 Triliun atau meningkat 41.2% dibanding tahun sebelumnya (Bank Indonesia, 2021). Sementara pasar pembayaran digital Indonesia diprediksi dapat menembus angka Rp 700 triliun pada tahun 2027 (McKinsey 2020; Morgan Stanley, 2021). Potensi ekonomi digital Indonesia yang sangat besar tersebut selayaknya menempatkan Indonesia sebagai salah satu pemain utama ekonomi digital terbesar di dunia.

Sektor ekonomi dan keuangan Syariah tentunya tidak boleh ketinggalan dalam mengejar peluang dalam pengembangan ekosistem digital di masa yang akan datang. Digitalisasi berperan signifikan dalam mengakselerasi pertumbuhan sektor ekonomi dan keuangan Syariah khususnya di masa pandemi saat ini. Alhamdulillah melalui proses digitalisasi tersebut, terdapat kenaikan kinerja pada sektor-sektor ekonomi Syariah misalnya pada sektor keuangan Syariah dimana nilai pembiayaan *fintech* syariah mencapai angka Rp 1,7 triliun pada tahun 2020. Sementara di sektor keuangan sosial Syariah pengumpulan zakat melalui dompet digital atau online mencapai angka Rp 90 Milyar (meningkat 26-30%) sepanjang pandemi Covid-19. Diharapkan ke depan penerapan teknologi 4.0 pada sektor ekonomi Syariah dapat mendorong laju pertumbuhan ekonomi nasional melalui pemanfaatan teknologi terkini dalam rangka memperkuat ketahanan rantai nilai industri skala internasional (*global value chain*) khususnya pada sektor makanan dan minuman, fesyen, dan pariwisata.

Alhamdulillah kami menyambut dengan baik atas inisiasi pembuatan buku “Referensi Riset Teknologi 4.0 Sektor Makanan dan Minuman, Fesyen, dan Pariwisata: Pendukung Ekosistem Usaha-usaha Syariah” ini. Diharapkan buku ini dapat menjadi dokumen referensi bagi seluruh pemangku kepentingan khususnya dalam mendukung pengembangan industri ekonomi Syariah di Indonesia.

Jakarta, September 2021
Wakil Ketua Umum VI
Pengembangan Pendidikan dan Riset IAEI

Dr. Irfan Syauqi Beik

Kata Pengantar



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh
Bismillahirrahmanirrahim

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan ridha-Nya kita dapat menyelesaikan Referensi Riset Teknologi 4.0 Sektor Makanan dan Minuman, Fesyen, dan Pariwisata: Penguatan Rantai Nilai Ekonomi Digital Syariah. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Revolusi industri 4.0 memberikan perubahan yang berarti bagi sektor produksi dengan pemanfaatan teknologi dan informasi digital. Indonesia memiliki aspirasi yang kuat dalam proses implementasi teknologi 4.0. Hal ini didukung dengan adanya *roadmap Making Indonesia 4.0* yang diluncurkan oleh Presiden Joko Widodo.

Keberadaan revolusi industri 4.0 di Indonesia memberikan peluang bagi para pelaku ekonomi untuk meningkatkan kualitas dan daya saingnya. Peluang ini tentunya dapat mengoptimalkan kinerja industri di dalam negeri termasuk industri halal. Dengan jumlah penduduk Muslim terbanyak di dunia, Indonesia memiliki potensi besar untuk menjadi pemain utama produk halal dunia.

Sektor makanan dan minuman serta tekstil merupakan dua dari lima sektor prioritas dalam *roadmap Making Indonesia 4.0*. Kedua sektor ini merupakan sektor utama di dunia ekonomi. Sektor – sektor tersebut diproyeksikan dapat meningkatkan ekspor dan PDB Indonesia. Dengan memaksimalkan revolusi industri 4.0, bukan hal yang mustahil bagi Indonesia untuk masuk ke dalam sepuluh besar ekonomi global terbesar pada tahun 2030.

Besar harapan kami, Referensi Riset Teknologi 4.0 Sektor Makanan dan Minuman, Fesyen, dan Pariwisata: Penguatan Rantai Nilai Ekonomi Digital Syariah berguna bagi pusat-pusat riset dalam mendukung para pelaku industri halal di Indonesia, untuk dapat meningkatkan daya saingnya di dunia internasional.

Jakarta, September 2021
Direktur Infrastruktur Ekosistem Syariah
KNEKS

Dr. Sutan Emir Hidayat



Daftar Isi

Sambutan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
I. Teknologi 4.0 dan Ekonomi Syariah Digital	2
1.1. Tren Revolusi Industri 4.0	2
1.2. Making Indonesia 4.0	4
1.3. Ekonomi Syariah di Indonesia	5
1.4. Tujuan Dokumen Referensi Teknologi 4.0	6
II. Pemetaan Potensi Aplikasi Teknologi IR 4.0 pada Rantai Nilai Industri Makanan dan Minuman	9
2.1. Pemetaan Gugus Teknologi, Aktor Industri, dan Manfaat	9
2.2. Identifikasi Pengguna Teknologi dan Institusi Penyedia Teknologi 4.0 di Tingkat International di Industri Makanan dan Minuman: Global Benchmarking	22
III. Penerapan Teknologi 4.0 di Tingkat International pada Rantai Nilai Industri Makanan dan Minuman: Global Practices	28
3.1. Industri Input	28
<i>Smart Feed Mills</i>	28
<i>Smart Storage</i>	28
<i>Smart Batching</i>	28
<i>Smart Bagging</i>	29
<i>Truck Plus</i>	29
3.2. Agrikultur	29
Robot	29
Robot pemanen	30
Robot penyiangan	30
Robot pembibitan otomatis	30
Drone	30
Traktor tanpa pengemudi	31
Big Data dan Kecerdasan Buatan (AI)	32
<i>Blockchain</i>	32
Pertanian Presisi	33
Sensor Agrikultur Pintar	33

Daftar Isi

Teknologi Nano	34
Teknologi Pertanian Hidroponik-vertikal dalam Ruangan	34
3.3. Peternakan dan Akuakultur	35
Robot	35
Sistem dan Mesin Otomasi	36
Sensor	38
3.4. Pabrik dan Pengolahan Makanan	39
Pencetakan 3D	39
<i>Pulsed Electric Field</i>	39
<i>Pascalization</i>	40
Kecerdasan Buatan	40
3.5. Layanan Makanan (Restoran)	41
<i>Sistem Point of Sale (POS)</i>	41
Koki Robot / Dapur Robotik	42
Sistem Peringatan Dapur dengan Menggunakan LED	42
Sensor Suhu/ Thermometer Bluetooth atau Nirkabel	42
Perangkat Lunak Manajemen Inventori	43
Dapur Cloud / Dapur Digital	43
Kios Swalayan	43
Terminal layar sentuh	44
Kitchen Display System (KDS)	44
Pemantauan Melalui Webcam	45
Pengelola Pemesanan Tempat / Reservasi Digital	45
Sistem Pembayaran Bergerak (<i>Mobile Payments</i>)	45
Orientasi VR	45
3.6. Ritel dan Grosir	46
Sistem POS	46
Gudang Otonom	46
Forklift tanpa pengemudi	47
Drone Gudang	47
<i>Voice Directed Warehousing (VDW)</i> / Gudang dengan Perintah Suara	48
<i>Smart Shelf</i>	48
Aplikasi Ritel Berbasis AR	48

Daftar Isi

<i>Spoiler Alert Software</i>	49
Kios Interaksi Merek Dagang	49
Teknologi <i>just walk out</i> (toko ritel tanpa kasir)	49
IV. Pemetaan Potensi Aplikasi Teknologi IR 4.0 pada Rantai Nilai Industri Fesyen	52
4.1. Pemetaan Gugus Teknologi, Aktor Industri, dan Manfaat	52
4.2. Identifikasi Pengguna Teknologi dan Institusi Penyedia Teknologi 4.0 di Tingkat International di Industri Fesyen: Global Benchmarking	67
V. Penerapan Teknologi 4.0 di Tingkat International pada Rantai Nilai Industri Fesyen: Global Practices	71
5.1. Pembuatan Bahan Baku	71
Petani Kapas	71
Manipulasi Genetika Wol	74
5.2. Pengolahan Bahan Baku	74
<i>Computer Aided Design</i>	74
Mesin Penglihatan (<i>Machine Vision</i>) untuk Inspeksi	75
Bio-Fabrikasi	75
5.3. Produsen Fesyen Cepat dan Tinggi	76
Perangkat Lunak Pemodelan 3D untuk simulasi Produksi Pakaian Jadi (Garmen)	76
Pencetakan 3D atau Manufaktur Aditif (AM)	76
Alat Pelacak Tren	77
Alat Kecerdasan Buatan (<i>Artificial Intelligent</i>)	77
Rencana Potong Otomatis	78
Blockchain untuk Rantai Pasokan dan Manajemen Inventaris	78
<i>Cloud Computing: Data Real Time</i>	79
Aplikasi Manajemen Siklus Hidup Produk (PLM)	79
Robot Menjahit	80
5.4. Pedagang Besar dan Pengecer (Retailer)	80
<i>Point of Sales (POS)</i>	80
Perangkat Lunak Rekomendasi Personal (<i>Personalized Recommendation Software</i>)	80

Daftar Isi

<i>Digital Asisten Belanja (Digital Personal Shopping Assistant)</i>	81
Aplikasi Belanja dengan <i>Augmented Reality</i>	81
Pengalaman Berbelanja dengan Virtual Intelligent	81
RFID	82
Ruang Ganti Pintar	82
Otomatisasi Gudang	82
VI. Pemetaan Potensi Aplikasi Teknologi IR 4.0 pada Rantai Nilai Industri Pariwisata	84
VII. Penerapan Teknologi 4.0 di Tingkat International pada Rantai Nilai Industri Pariwisata: Global Practices	89
7.1. Destinasi Pariwisata	89
<i>Internet of Things (IoT)</i>	89
<i>Big Data</i>	90
<i>System Integration</i>	91
7.2. Alat Transportasi	92
<i>Internet of Things (IoT)</i>	92
<i>System Integration</i>	92
7.3. Akomodasi, Restoran, Tour dan Travel	93
<i>Internet of Things (IoT)</i>	93
<i>System Integration</i>	93
<i>Big Data</i>	94
VIII. Penutup	95



I. Teknologi 4.0 dan Ekonomi Syariah Digital

1.1. Tren Revolusi Industri 4.0

Revolusi Industri 4.0 merupakan revolusi industri yang mengoptimalkan mesin dalam mengatur semua proses produksi dan mengubah sisi fundamental industri di dunia. Mesin-mesin diintegrasikan ke dalam komputer yang berkomunikasi satu sama lain dengan konektivitas intelegen dan memungkinkan pengambilan keputusan cerdas. Transformasi ini memungkinkan untuk mengumpulkan dan menganalisis data di seluruh mesin yang terlibat. Proses ini dapat mempercepat sebagian besar proses yang terlibat, serta lebih fleksibel, dan lebih efisien untuk menghasilkan barang yang berkualitas lebih baik dengan biaya lebih rendah. Tujuan strategis yang ingin dicapai adalah untuk meningkatkan produktivitas, menggeser fundamental perekonomian, mendorong pertumbuhan industri, dan memodifikasi profil tenaga kerja yang pada akhirnya dapat meningkatkan daya saing perusahaan. Transformasi ini akan mengarah pada efisiensi yang lebih besar dan mengubah hubungan produksi tradisional di sepanjang rantai nilai (*value chain*) antara pemasok, produsen dan pelanggan.¹

Big Data dan Analitik

Kolektif dan evaluasi data yang komprehensif dari beberapa sumber yang berbeda terkait sistem dan peralatan produksi, manajemen perusahaan, dan sistem manajemen pelanggan, akan menjadi standar yang mendukung pengambilan keputusan secara real-time.

Teknologi Robot

Robot-robot akan berinteraksi satu dengan yang lain dan berdampingan dengan tenaga manusia untuk melengkapi dan mempelajari tugas-tugas yang dikerjakan oleh tenaga manusia. Robot tersebut akan mengurangi biaya dan mempunyai kemampuan yang lebih besar dari yang digunakan dalam manufaktur saat ini.

Simulasi

Simulasi akan digunakan lebih luas dalam operasional pabrik untuk meningkatkan data real-time dan mencerminkan dunia fisik dalam model virtual mencakup mesin, produk, dan manusia. Melalui simulasi, hal ini memungkinkan bagi operator untuk menguji dan mengoptimalkan pengaturan alat berat untuk produk berikutnya di dunia maya sebelum peralihan ke produksi fisik nyata, sehingga dapat menurunkan waktu pengaturan alat berat dan meningkatkan kualitas.

¹ BCG. Embracing Industri 4.0 and Rediscovering Growth

<p>Integrasi sistem horizontal dan vertikal</p> <p>Dengan revolusi industri 4.0, perusahaan, seluruh departemen, seluruh fungsi, dan seluruh kemampuan akan lebih kohesif lintas perusahaan, dimana integrasi jaringan data universal akan berkembang serta memungkinkan otomatisasi <i>value-chain</i></p>	<p>Internet of Things (IoT)</p> <p>Industri 4.0 melibatkan banyak perangkat termasuk produk setengah jadi yang akan diperkaya dengan komputasi yang tertanam di dalam perangkat tersebut. Hal ini memungkinkan perangkat di lapangan untuk berkomunikasi dan berinteraksi satu sama lain dengan pengontrol yang lebih terpusat. IoT juga dapat medesentralisasikan analitik dan pengambilan keputusan serta memungkinkan respon real-time.</p>	<p>Cybersecurity</p> <p>Dengan meningkatnya konektivitas dan penggunaan standar protokol komunikasi yang muncul bersamaan dengan Revolusi Industri 4.0, hal ini akan meningkatkan kebutuhan untuk melindungi sistem industri yang kritis dan jalur manufaktur dari ancaman siber.</p>
<p>Cloud</p> <p>Banyaknya aktivitas produksi akan membutuhkan lebih banyak data yang dibagi ke seluruh bagian dan lokasi terkait. Di waktu yang bersamaan, kinerja teknologi Cloud juga akan meningkat dan menghasilkan waktu reaksi yang sangat cepat (milidetik). Sebagai hasilnya, data dan fungsionalitas dari alat berat atau mesin akan disebar ke Cloud dan memungkinkan lebih banyak pelayanan berbasis data dalam sistem produksi.</p>	<p>Pembuatan/Manufaktur Aditif</p> <p>Banyak praktek-praktek skala internasional dalam mengadopsi manufaktur aditif, seperti pencetakan 3D yang digunakan untuk membuat prototipe dan memproduksi komponen individual. Dengan industri 4.0, metode pembuatan aditif ini akan digunakan secara luas untuk menghasilkan sejumlah kecil produk kustomisasi yang menawarkan keuntungan konstruksi, seperti desain yang kompleks dan ringan.</p>	<p>Augmented Reality (AR)</p> <p>Sistem berbasis AR dapat mendukung berbagai layanan, seperti memilih suku cadang di gudang dan mengirimkan instruksi perbaikan melalui perangkat seluler. Sistem seperti ini sudah diterapkan dan tetap terus dikembangkan di skala internasional. Di masa depan perusahaan akan menggunakan AR lebih luas lagi untuk menyediakan informasi real-time kepada para pekerja dalam rangka meningkatkan prosedur kerja dan membantu pengambilan keputusan.</p>

1.2. *Making Indonesia 4.0* dan Sepuluh Tren Teknologi Terkini

Negara Indonesia memiliki aspirasi yang kuat dalam mengimplementasikan teknologi 4.0 dalam rangka meningkatkan daya saing. Presiden Joko Widodo sendiri sangat antusias dengan industri 4.0, serta optimis bahwa transformasi akan mengarah kepada lebih banyaknya lapangan pekerjaan ketimbang berkurangnya pekerjaan di pasar Indonesia. Selain itu, Presiden menganggap industri 4.0 sebagai peluang bagi Indonesia untuk masuk ke dalam sepuluh besar ekonomi global terbesar pada tahun 2030, terutama berkaitan dengan meningkatnya jumlah ekspor Indonesia. Presiden juga menekankan pentingnya menjaga pertumbuhan ekonomi yang inklusif yang dapat dirasakan oleh semua lapisan masyarakat.

Dalam roadmap “**Making Indonesia 4.0**”, ada lima sektor yang dijadikan prioritas, mencakup:

- Makanan dan minuman (F&B)
- Otomotif
- Tekstil
- Elektronik
- Bahan kimia

Lima sektor ini adalah sektor-sektor utama di dunia ekonomi, dimana Indonesia harus menjadi pemain global yang dapat memimpin sektor-sektor strategis tersebut. Dengan demikian, sektor-sektor tersebut diproyeksikan dapat menggenjot ekspor negara di masa yang akan datang, serta meningkatkan peran sektor manufaktur dalam Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia. Desain *roadmap* “*Making Indonesia 4.0*” melibatkan para pemangku kepentingan dari berbagai segmen, mencakup pemerintah, pelaku industri, asosiasi industri, perusahaan teknologi, serta organisasi penelitian dan pendidikan. Kesuksesan dari roadmap ini memerlukan komitmen dan upaya semua pemangku kepentingan yang terlibat. Target dari *roadmap* ini adalah untuk meningkatkan tingkat ekonomi riil sampai 1 - 2 persen, dimana dalam periode 2018 - 2030 tingkat pertumbuhan PDB Indonesia setidaknya harus 6-7 persen per tahun.

Selain itu, dalam menghadapi masa pandemi Covid-19 serta pemulihan ekonomi, Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) telah menyatakan terdapat sepuluh tren teknologi terkini yang menjadi peluang baru bagi perusahaan *startup* Indonesia dalam era normal baru (*new normal*). Sepuluh tren ini merupakan “*the new future*” yang merupakan bagian dari revolusi industri keempat. Tren teknologi ini mencakup sebagai berikut:

- Belanja dalam jaringan (daring)
- Pembayaran digital (digital payment)
- Teleworking atau bekerja dari rumah
- Telemedicine atau pelayanan medis jarak jauh
- Tele-education dan tele-training
- Hiburan daring
- Rantai pasokan atau supply chain 4.0
- 3D printing
- Robot dan drone
- Teknologi 5G dan teknologi informasi dan komunikasi

Sepuluh tren teknologi tersebut tidak hanya akan terjadi selama masa darurat wabah Covid-19, akan tetapi diperkirakan menjadi masa depan baru untuk Indonesia dan dunia. Teknologi berbasis digital bukan hanya menjadi suatu kemewahan, namun telah menjadi kebutuhan mendasar di era normal baru.

1.3. Ekonomi Syariah di Indonesia

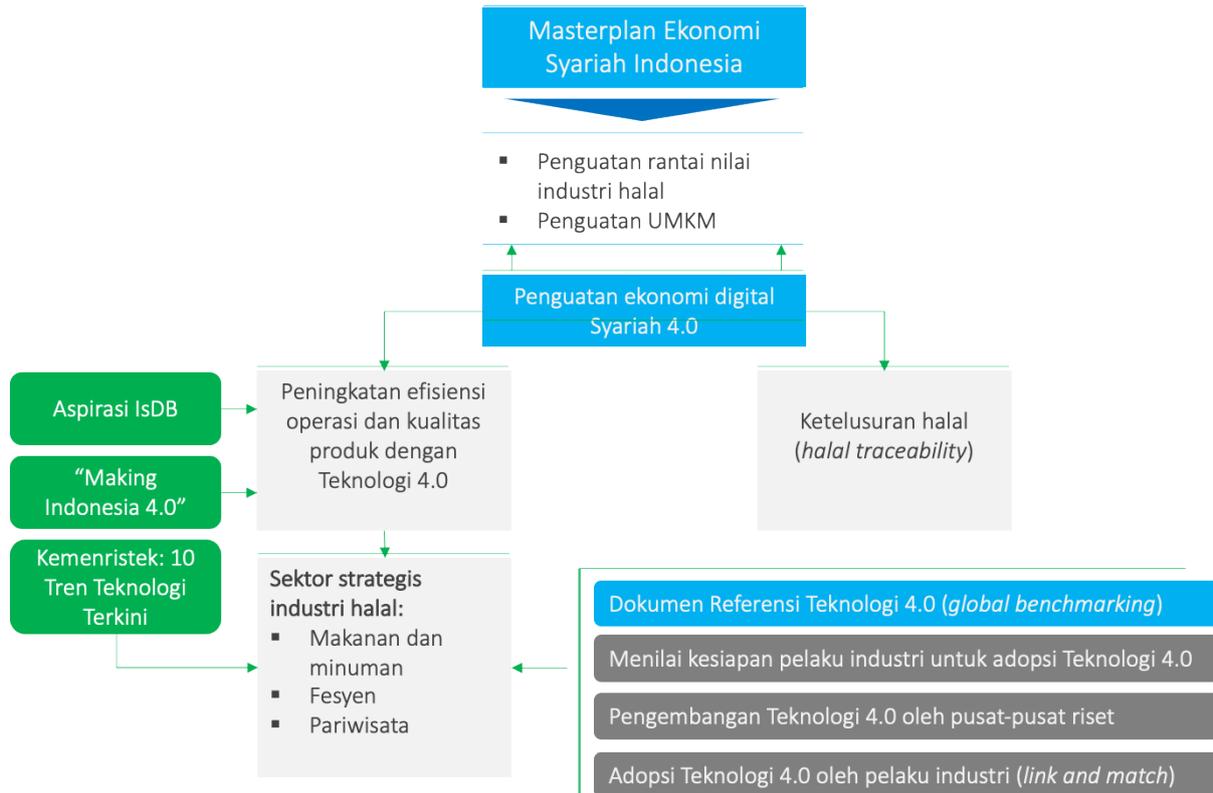
Presiden Islamic Development Bank (IsDB), di dalam pernyataannya terkait respon negara-negara Muslim terhadap Covid-19, telah menekankan bahwa krisis-krisis yang terjadi dapat menjadi pelajaran berharga bagi negara-negara Muslim untuk merestrukturisasi ekonomi menuju pertumbuhan yang berkelanjutan. Istilah *“Restart into New Economy”* difokuskan pada penerapan kerangka industri 4.0 untuk pertumbuhan ekonomi, dimana negara-negara Muslim perlu membangun industrialisasi generasi keempat dengan memanfaatkan teknologi terkini dalam rangka memperkuat ketahanan rantai nilai industri skala internasional (*global value chain*).

Di Indonesia, **Masterplan Ekonomi Syariah Indonesia** telah disusun dan diluncurkan oleh Komite Nasional Keuangan Syariah (KNKS) pada tahun 2019 untuk menjadi referensi dalam upaya mengembangkan ekonomi syariah Indonesia dan berkontribusi dalam memperkuat perekonomian Indonesia dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Masterplan ini mempunyai visi untuk mewujudkan *“Indonesia yang mandiri, makmur dan madani dengan menjadi pusat ekonomi syariah terkemuka dunia”*. Berdasarkan visi tersebut, empat target capaian utama akan dikembangkan lebih lanjut, yaitu peningkatan skala usaha ekonomi dan keuangan syariah; peningkatan peringkat *Global Islamic Economy Index*; peningkatan kemandirian ekonomi; dan peningkatan indeks kesejahteraan masyarakat Indonesia.

Untuk mencapai visi tersebut, terdapat empat strategi utama yang menjadi acuan para pemangku kepentingan ekonomi syariah, yakni:

- Penguatan rantai nilai halal yang terdiri atas industri makanan dan minuman, pariwisata ramah Muslim, fesyen Muslim, media, rekreasi, industri farmasi dan kosmetika, dan industri energi terbarukan;
- Penguatan keuangan syariah;
- Penguatan usaha mikro, kecil dan menengah (UMKM); dan
- Penguatan ekonomi digital.

Merujuk pada Masterplan tersebut, sektor-sektor riil yang strategis dalam konteks ekonomi Syariah Indonesia dan *“Making Indonesia 4.0”* adalah sektor makanan dan minuman, fesyen, dan pariwisata. Dengan kata lain, tiga sektor ini perlu diperkuat dengan penerapan teknologi 4.0, terutama dalam rangka penguatan rantai nilai (*value chain*).



1.4. Tujuan Dokumen Referensi Riset Teknologi 4.0

Merujuk pada aspirasi Islamic Development Bank (IsDB) dan Masterplan Ekonomi Syariah Indonesia, dokumen Referensi Riset Teknologi 4.0 ini disusun dalam rangka mendapatkan hasil identifikasi dan pemetaan teknologi-teknologi terkini berbasis IR 4.0. sesuai dengan standar kualitas internasional. Hasil pemetaan ini diharapkan dapat diaplikasikan untuk pengembangan tiga sektor riil strategis ekonomi Syariah Indonesia, yakni sektor makanan dan minuman, fesyen, dan pariwisata.

Ruang lingkup dokumen Referensi Riset Teknologi 4.0 untuk sektor makanan dan minuman, fesyen, dan pariwisata, meliputi:

- Hasil identifikasi teknologi-teknologi terkini berbasis digital dan Revolusi Industri 4.0 yang dapat diaplikasikan di setiap kategori pelaku usaha dan di setiap rantai nilai, sepanjang rantaian nilai (*value chain*)
- Teknologi-teknologi yang diidentifikasi dan dipetakan bersumber dari teknologi-teknologi yang telah diterapkan di lingkup internasional (*global benchmarking*)
- Pemetaan teknologi-teknologi yang telah diidentifikasi terhadap rantai nilai (*value chain*)
- Praktek penerapan teknologi-teknologi di tingkat internasional (*global best practices*)

Tujuan strategis dari dokumen Referensi Riset Teknologi 4.0 ini mencakup sebagai berikut:

- Hasil dari identifikasi dan pemetaan dapat bermanfaat untuk menyusun pilot project maupun strategi penerapan teknologi, sehingga teknologi yang diaplikasikan dapat

mempercepat proses pengembangan dan penguatan rantai nilai di dalam tiga sektor tersebut secara efisien dan efektif.

- Hasil dari pemetaan dapat bermanfaat untuk menyusun strategi pengembangan dan penguatan spesialisasi dari pusat-pusat riset yang ada di Indonesia dalam mendukung pengembangan industri di tiga sektor riil strategis tersebut.



II. Pemetaan Potensi Aplikasi Teknologi IR 4.0 pada Rantai Nilai Industri Makanan dan Minuman

2.1. Pemetaan Gugus Teknologi, Aktor Industri, dan Manfaat

Aktor	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
Petani	Otomasi	Drone	Analisa tanah dan lahan Penanaman Penyemprotan tanaman Pemantauan tanaman Irigasi Penilaian kesehatan tanaman	Mengurangi biaya input Menyediakan hasil positif terhadap lingkungan Meningkatkan efisiensi Akses terhadap data yang melimpah yang dapat digunakan untuk membuat keputusan manajemen yang lebih baik Hasil panen yang lebih baik
	Otomasi	Traktor tanpa pengemudi	Persiapan lahan dan tugas-tugas agrikultur lainnya	Mengurangi biaya Investasi pada teknologi otonom dapat mengembalikan sampai dengan 75% dari biaya traktor yang dikemudikan oleh manusia yang ada Meningkatkan output Traktor tanpa pengemudi didesain untuk dapat dikerahkan sebagai armada dan dikendalikan oleh pengawas tunggal. Satu penyelia untuk banyak alat berat yang beroperasi siang atau malam akan meningkatkan produktivitas serta lebih banyak output untuk pekerjaan yang kritis dan terikat waktu Tempat kerja yang aman Pekerjaan yang berkaitan dengan traktor terus menjadi penyebab utama kematian pekerja di pertanian. Mengeluarkan manusia dari kabin berarti mengurangi resiko cedera atau kematian saat bekerja Tingkat akurasi yang luar biasa dapat menghasilkan konservasi benih, dimana laba atas investasi (ROI) dapat ditingkatkan secara substansial untuk petani Mengumpulkan informasi tentang kondisi tanah dapat meningkatkan produktivitas secara signifikan

Aktor	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
	Otomasi	Robotik	Robot Pemanen: Robot mencari buah, mengambil citra 3D dari buah tersebut, serta mengenali warna dan bentuknya Robot Penyiangan: melakukan patroli ladang harian, menghindari tanaman dan rintangan sambil mencari gulma untuk dibasmi Robot Pembibitan: Memindahkan tanaman di sekitar rumah kaca	Pengurangan tenaga kerja Robot tidak dapat sakit atau memerlukan waktu istirahat Dapat beroperasi dengan tingkat toleransi rendah Menawarkan kesalahan yang lebih sedikit dan kecepatan yang lebih tinggi Produk dengan kualitas yang lebih tinggi dapat dikenali oleh mesin secara akurat

	Big Data	Big Data and Kecerdasan Buatan (AI)	<p>Dapat melacak batas lahan, tipe tanaman, tanggal tanam dan panen, dan performa tanaman secara keseluruhan</p> <p>Membuat karakterisasi kondisi tanah yang terlokalisasi, menarik batas lahan yang akurat sampai tingkat meter, dan melihat perbedaan samar dari kesehatan tanaman di seluruh area</p> <p>Memberikan rekomendasi agronomi yang tepat dan bermanfaat serta disesuaikan untuk setiap hektar lahan</p> <p>Pertanian Presisi: Teknologi dan perangkat lunak baru yang melacak hasil, mengontrol peralatan, memantau kondisi lapangan, dan mengelola input pada level yang sesuai di seluruh lahan</p>	<p>Meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya, dan meningkatkan keuntungan secara substansial</p> <p>Pengembangan bibit tanaman baru: Perkembangan besar dalam pengumpulan informasi dan analisis biologis telah mempercepat genomik tanaman</p> <p>Mengelola tantangan lingkungan</p> <p>Pertanian yang berlandaskan data dapat memudahkan petani untuk menavigasi perubahan kondisi lingkungan, membantu memerangi perubahan iklim dengan pengelolaan sumber daya yang cerdas</p> <p>Manajemen rantai pasokan yang lebih baik</p> <p>Petani akan lebih mudah dalam melacak produk mereka di seluruh rantai pasokan. Sementara itu, pedagang ritel, distributor, dan pemangku kepentingan lainnya akan lebih siap untuk menyesuaikan penawaran dan layanan produk mereka sesuai dengan kebutuhan pasar</p> <p>Keamanan makanan dan pencegahan makanan terbuang</p> <p>Pengumpulan data terkait kelembaban, suhu, dan bahan kimia akan memberikan gambaran di sekitar bisnis pertanian pintar</p>
--	----------	-------------------------------------	---	---

Aktor	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
	Blockchain	Buku besar terdistribusi bersama Internet of Things (IoT).	<p>Awal rantai pasokan</p> <p>Sistem manajemen inventori dan manajemen transaksi yang efisien</p> <p>Produksi yang terdiferensiasi dan premium</p>	<p>Mengurangi penipuan dan ketidakefisienan</p> <p>Meningkatkan keamanan makanan</p> <p>Meningkatkan keterlacakan dalam rantai pasokan (penipuan dan keamanan makanan)</p>
	IoT (Smart Farming)	Pertanian presisi	Mengukur dan mengelola variabel seperti hasil, tanah, hama dan gulma di seluruh area ladang	<p>Produktifitas yang optimal</p> <p>Meningkatkan kualitas produk dan pengembalian ekonomi</p> <p>Meminimalisir dampak lingkungan dan resiko pertanian</p>
	Teknologi Nano	Teknologi Nano	<p>Nanomaterial dengan sifat kimia, fisik, dan mekanik yang unik sebagai sensor bio-kimia yang sangat sensitif</p> <p>Pupuk yang dilapisi polimer berskala nano terbukti meningkatkan stabilitas produk dan dapat mengontrol pelepasan nutrisi dari butiran pupuk</p> <p>Nanomaterial sebagai alat untuk menemukan dan memulihkan pestisida</p> <p>Nanomaterial dapat secara efektif menghilangkan berbagai polutan dalam air</p>	<p>Menghilangkan polusi dari air untuk irigasi</p> <p>Pengurangan input pertanian</p> <p>Dampak lingkungan yang positif dari pengurangan penggunaan pupuk</p> <p>Perlindungan dan pengobatan penyakit tanaman yang lebih baik</p>

	IoT (Smart Farming)	Sensor Agrikultural Pintar	Sensor memberikan informasi secara real time kepada petani mengenai tanaman mereka sehingga memungkinkan petani untuk merespon secara efektif, misalnya dengan mengambil tindakan perbaikan	<p>Pertanian presisi: Mengumpulkan data yang dapat membantu meningkatkan proses pengambilan keputusan, termasuk kemampuan untuk mengurangi biaya, serta meningkatkan hasil panen dan pemantauan tanaman</p> <p>Meningkatkan rantai pasokan: Memantau komoditas di sepanjang rantai pasokan untuk memastikan kualitas, keamanan dan efisiensi, serta memungkinkan penelusuran produk bagi konsumen dan pembuat kebijakan</p> <p>Memahami iklim mikro untuk tanaman yang membutuhkan irigasi</p> <p>Mengurangi resiko</p>
--	---------------------	----------------------------	---	---

Aktor	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
	IoT (Smart Farming)	Pertanian Vertikal dalam Ruangan	<p>Menggunakan lebih sedikit tempat untuk hasil makanan yang lebih banyak</p> <p>Menyelesaikan masalah irigasi di pertanian dengan mendistribusikan air serta strategi yang lebih tepat sasaran dan mengurangi limbah</p> <p>Solusi dalam mengatasi kekurangan tenaga kerja, kekeringan, perubahan iklim bagi pertanian di luar ruangan, serta membawa produk-produk segar ke daerah yang tidak memiliki lahan subur</p>	<p>Mencapai efisiensi produksi (menghasilkan produksi 350 kali banyak di area tertentu seperti pertanian konvensional) dengan penggunaan air sebesar 1%</p> <p>Memberikan jumlah pencahayaan, air, nutrisi dan banyak input lainnya yang dibutuhkan oleh tanaman agar menghasilkan output yang terbaik.</p> <p>Memungkinkan untuk memiliki pertanian di pusat kota. Hal ini memangkas penggunaan bensin dan emisi, serta mengurangi efek buruk dari makanan terbuang dengan cara memastikan tingkat kesegaran dan rasa yang terbaik</p> <p>Mengurangi tingkat penggunaan air secara signifikan (sampai 95%)</p> <p>Memungkinkan tanaman untuk tumbuh sepanjang tahun dan bukan musiman</p> <p>Cuaca tidak mempengaruhi tanaman</p> <p>Tidak menggunakan pestisida sama sekali sehingga mengurangi bahan kimia masuk ke tanah, air tanah, dan makanan anda</p> <p>Produksi dalam kapasitas besar</p> <p>Hidroponik (tanpa tanah)</p> <p>Ramah lingkungan</p>
Petani telur	Otomasi	Penetasan Telur	<p>Memantau tahap perkembangan embrio dan memberikan pengamatan yang jelas</p> <p>Memantau kesuburan telur, yang hidup atau mati, dan jika ada kematian, kapan kematian itu terjadi</p>	<p>Meningkatkan tidak hanya kuantitas, tetapi kualitas anak ayam yang meninggalkan tempat penetasan</p> <p>Jendela palka dibuat lebih pendek sehingga lebih banyak ayam yang dihasilkan dengan jumlah telur yang sama dan dengan kualitas dan keseragaman yang lebih baik</p>
	Otomasi	Alat Penguji Kualitas Telur	<p>Untuk mengukur kualitas kulit dan kesegaran telur</p>	<p>Memastikan bahwa telur yang dibawa ke pasar adalah konsisten dengan pedoman dan peraturan kualitas pengecer</p> <p>Menghilangkan penilaian subjektif dan inkonsistensi dalam inspeksi</p> <p>Mengurangi pekerjaan padat karya</p>

Aktor	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
Petani	Teknologi 3D	Pencetakan 3D	Menggunakan pencetakan di tempat untuk mencetak suku cadang plastik atau logam yang perlu diganti. Juga untuk usaha penyelamatan nyawa dengan mencetak kaki dan paruh burung	Menghemat waktu pemesanan dan pengiriman (meskipun suku cadang yang berukuran besar mungkin membutuhkan waktu lebih dari sehari untuk dibuat) Membantu petani di area terpencil yang tidak dapat keluar untuk membeli suku cadang yang dibutuhkan Membantu untuk menghemat pembiakan bernilai tinggi untuk keberlangsungan genetik
	Otomasi	Sistem Pemberian Pakan	Sebuah proses yang memprediksi jumlah umpan di kantung makanan peternakan (dengan menggunakan perangkat kecil untuk menerapkan getaran ke permukaan kantung bersama dengan sensor dan perangkat lunak)	Mengurangi dan menghilangkan kekurangan pakan, sehingga lebih sedikit pakan tersisa Meningkatkan performa unggas dengan menghilangkan masalah kekurangan pakan. Mekanisme nya adalah dengan mengetahui berapa banyak pakan tersisa untuk memungkinkan pengiriman yang lebih baik/diprioritaskan Memungkinkan untuk melihat kemajuan ternak secara grafik melalui tingkat pemberian pakan dan perkembangan secara keseluruhan
	Otomasi	Drone	Mesin kecil yang mengudara untuk mengidentifikasi setiap sapi, menemukannya di padang rumput, serta mengukur informasi kesehatan vital seperti berat badan, ukuran, fitur wajah, dan aktivitas fisik. Teknologi ini juga membantu dalam pemantauan air melalui udara.	Memungkinkan peternak untuk melacak ternak lebih sering, dengan lebih sedikit waktu dan sumber daya manusia Pengukuran suhu/termal akan membantu mengawasi semua predator ternak Mengurangi biaya, mudah digunakan, dan mengurangi waktu inspeksi harian
	Otomasi	Woody Breast Detection	Mesin yang mampu mendeteksi dan/atau menyortir daging irisan pada kecepatan lajur normal tanpa menyentuh atau merusak daging dilakukan dengan penglihatan mesin dan kamera kecepatan tinggi	Memungkinkan siapa saja dapat mengukur daging ayam pedaging dengan cepat untuk mendeteksi sindrom woody breast tanpa perubahan signifikan pada proses produksi

Aktor	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
	IoT	Sistem Pemantau Jarak Jauh	Sistem yang memastikan ayam dapat dijaga pada suhu dan tingkat kelembaban yang tepat, baik saat siang dan malam, maupun musim panas dan musim dingin	Memantau kondisi dengan mudah sehingga dapat memaksimalkan hasil panen dan ROI Menghemat waktu dengan sistem pemantau kondisi otomatis Menerima peringatan seketika sebelum masalah kecil berubah menjadi masalah besar dan memakan biaya
	Robotica	Robot Rumah Unggas (Grow-out House Robot (GohBot))	Menavigasi rumah unggas dengan menggunakan sensor deteksi dan pembelajaran mesin Mendeteksi dan mengambil telur, mengukur suhu lingkungan, gas dan tingkat pencahayaan	Mengevaluasi faktor-faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, karbondioksida, amonia, suara dan pencahayaan Mencegah dan mengendalikan penyakit serta infeksi di rumah unggas Meningkatkan efisiensi pakan, tingkat kematian yang lebih rendah, dan peringatan akan kemungkinan penyakit

	Robotica	Autonomous Ceiling-Suspended Robot (ChickenBoy)	Robot otonom yang terletak di langit- langit menggabungkan kecerdasan buatan dan sensor untuk menilai kondisi sekitar, kesehatan, kesejahteraan dan fungsi peralatan	Memantau kesejahteraan secara jarak jauh Mengotomatisasi pekerjaan rutin
	Virtual Reality	VR Pemotongan dan Penulangan Unggas 3D	Mesin memanfaatkan VR yang dapat menghasilkan lintasan pemotongan untuk sistem pemotongan unggas secara otomatis	Secara otomatis melakukan pemotongan presisi yang hasilnya optimal sekaligus menghilangkan resiko merusak tulang pada produk jadi
Feed Mills	Otomasi	Perangkat Lunak (Truck Plus)	Sebuah sistem yang unik dan dikembangkan secara khusus untuk proses pemantauan dan pengendalian truk yang seringkali rumit dan padat karya pada saat mereka tiba atau berangkat dari pabrik	Meningkatkan waktu trayek transport Menyediakan keamanan dan transparansi Tingkat keterlacakan yang tinggi Mengurangi input manual, biaya tenaga kerja dan dokumen Memastikan bobot muatan Menjaga inventaris secara real time

Aktor	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
	Otomasi	Perangkat Lunak (Smart Bagging)	Suatu proses komprehensif dan sistem manajemen data untuk stasiun pengemasan, yang dapat mengumpulkan dan menampilkan informasi berkaitan dengan indikator kinerja utama pengemasan, perincian produk, dan efisiensi operator	Meningkatkan efisiensi operator dan jalur pengemasan Menyediakan manajemen persediaan yang akurat Kontrol berat yang tepat untuk masing-masing kantong Mencegah terjadinya kesalahan pengemasan Mengurangi intervensi manual
	Otomasi	Perangkat Lunak (Smart Batching)	Program kontrol untuk proses penimbangan dan pencampuran dengan tingkat presisi tinggi yang menghasilkan formula yang akurat dan konsisten	Mengoptimalkan perencanaan produksi Menghilangkan kesalahan penimbangan dan kesalahan manusia Mengurangi waktu pengemasan partai Spesifikasi makanan yang presisi dan konsisten Mencegah kontaminasi silang Memastikan keamanan dan keterlacakan
	Otomasi	Perangkat Lunak (Smart Storage)	Modul yang dirancang untuk memberikan solusi terhadap kontrol dan pelacakan bahan baku secara akurat, dari penerimaan masuk ke penyimpanan silo atau gudang, dan dari area penyimpanan ke tempat produksi	Kontrol dan dokumentasi yang akurat dari semua bahan mentah yang masuk Mencegah kesalahan pengisian dan penyimpanan silo serta kontaminasi silang Mengoptimalkan penyimpanan silo produk bahan baku dan manajemen penyimpanan Rekonsiliasi persediaan dan pelacakan bahan secara real time
	Otomasi	iFarm system/Cage farming	Suatu sistem dimana ikan melewati bilik sensor. Sistem dapat mengeluarkan ikan secara individu untuk perawatan kutu, dan mengurutkan berdasarkan berat dan memisahkan ikan yang siap untuk dipanen	Mengurangi kebutuhan untuk perawatan kutu laut Menyortir ikan berdasarkan berat dan mengambil ikan yang sudah siap panen tanpa mengganggu ikan yang lain

Aktor	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
	Otomasi	Pemantauan Elektronik	Alat yang digunakan untuk mengumpulkan data hasil penangkapan ikan termasuk jumlah ikan, upaya penangkapan (misalnya jumlah jam atau hari yang dihabiskan untuk memancing) dan penangkapan ikan yang tidak disengaja	Mengurangi biaya karena masalah fisik, seperti lensa berkabut dan pencahayaan rendah, tidak lagi mengganggu Memungkinkan manajemen berbasis insentif dimana regulator dapat mengambil tindakan manajemen yang tepat target dan efisien. Memberikan jaminan bahwa kapal perusahaan sedang menangkap ikan sesuai dengan peraturan dan kebijakan perusahaan
	Otomasi	Drone bawah air	Drone digunakan untuk memeriksa kerusakan atau lubang pada keramba bawah air dengan menggunakan kamera bawah air bergerak	Portabel dan cocok untuk penggunaan yang mudah Pemeliharaan minimal untuk mengoperasikan drone Nelayan dapat membuat keputusan dan perencanaan yang lebih baik serta pengurangan biaya perbaikan yang tidak perlu
	Teknologi 3D	Pencetakan 3D	Mencetak makanan sesuai dengan spesifikasi bentuk Mengganti bahan-bahan yang langka dan mahal dengan material terbarukan seperti alga	Kemampuan untuk membuat bentuk makanan secara bebas Produk makanan yang dapat dipersonalisasi untuk berbagai macam konsumen Penataan makanan yang baru (menggunakan bahan alternatif seperti alga)
	Otomasi	Pulsed Electric Field	Mengawetkan bahan makanan cair dan semi-cair	Mengurangi konsumsi energi dan air atas proses transportasi massal yang lambat Meningkatkan hasil ekstraksi minyak, jus, dan komponen penting lainnya seperti protein dan antioksidan Meningkatkan kualitas potong dari kentang, sayuran, dan buah- buahan Kemudahan dalam mengupas sayuran dan buah- buahan dengan waktu pengeringan yang lebih singkat untuk produk kentang, sayuran, buah dan daging Nilai gizi yang lebih tinggi dari minuman pasteurisasi dan makanan cair

Aktor	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
	Otomasi	Pascalisasi	Metode untuk mengawetkan dan mensterilkan makanan	Mempertahankan karakteristik kesegaran produk serta menghancurkan patogen Memperpanjang daya simpan produk Mengurangi secara drastis bakteri pembusuk mikrobiologis keseluruhan Mengurangi kebutuhan akan pengawet makanan Perencanaan makanan baru yang inovatif Mampu membuang moluska atau mengeluarkan daging binatang krustasea tanpa merebusnya Ramah lingkungan karena hanya membutuhkan air (yang didaur ulang) dan listrik
	Kecerdasan Buatan (AI)	Kecerdasan Buatan (AI)	Menyortir paket dan produk Sesuai dengan keamanan makanan Menjaga kebersihan Pengembangan produk	Otomasi membantu mengurangi tenaga kerja manusia Kamera berkemampuan AI membantu mendeteksi ketidakdisiplinan pada saat itu juga Memantau sisa-sisa mikroba dan partikel makanan dalam peralatan Data yang dianalisis oleh AI digunakan oleh produsen untuk mengembangkan produk baru

	Cloud	POS system	<p>Menarik pembayaran dan kas</p> <p>Manajemen inventaris</p> <p>Manajemen pegawai</p> <p>Manajemen data pelanggan</p> <p>Mengintegrasikan laporan penjualan</p> <p>Analisis bisnis</p> <p>Distributor bisa mendapatkan data yang terkini</p> <p>Dapat disesuaikan dengan skala operasional</p> <p>Penjualan melalui berbagai saluran</p> <p>Penjualan beberapa variasi produk</p> <p>Sebagai support untuk semua perangkat keras yang diperlukan</p> <p>Peluang kustomisasi yang luas</p>	<p>Kebijakan pengembalian: toko dapat mengelola pengembalian barang jika pelanggan ingin mengembalikan barang yang sudah dibeli</p> <p>Proses checkout yang cepat bagi pelanggan</p> <p>Mengintegrasikan beberapa aktivitas dalam satu sistem</p> <p>Kontrol stok dan persediaan</p> <p>Menyimpan informasi tentang riwayat pelanggan secara terperinci</p> <p>Mengetahui dengan tepat produk mana yang sudah terjual</p>
--	-------	------------	--	---

Aktor	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
			<p>Lokasi dan jumlah toko/cabang yang banyak</p> <p>Pencatatan supplier</p> <p>Pembukuan</p> <p>Pembuatan penawaran dan transfer persediaan barang</p> <p>Akuntansi</p>	
	Cloud	Smart Shelf / Real-Shelf Monitoring	<p>Memantau dan mengelola ketersediaan barang di toko</p> <p>Mengoptimalkan pengalaman belanja di toko untuk pelanggan</p> <p>Kemampuan untuk melacak produk secara real time</p> <p>Mengidentifikasi pemindahan penempatan produk dan mengetahui penempatan produk yang optimal</p> <p>Memberi peringatan kepada staf dan pemasok ketika persediaan sudah sedikit</p> <p>Memberikan pengetahuan tentang perilaku, preferensi, dan penempatan produk pada display</p> <p>Mengetahui merek, penempatan, dan strategi pesaing</p>	<p>Memungkinkan pemilik bisnis untuk membuat keputusan yang lebih tepat</p> <p>Pelacakan inventaris dan analisis data secara real time: memungkinkan pedagang membuat keputusan yang lebih baik, menghemat waktu, dan meningkatkan penjualan toko</p> <p>Memungkinkan pedagang eceran untuk menyimpan persediaan sejumlah besar produk dengan penjualan tinggi</p> <p>Mengurangi jumlah produk dengan tingkat penjualan rendah</p> <p>Memungkinkan produsen dan pengecer untuk memberikan penghargaan terhadap kesetiaan pembeli</p> <p>Melakukan penilaian terhadap ketaatan dan kompetisi</p> <p>Mendeteksi tren dalam penempatan produk</p>
	Analitik	Kios Interaksi Merek	<p>Pengiklanan</p> <p>Interaksi dan komunikasi dengan pelanggan</p>	<p>Promosi/pengiklanan</p> <p>Mendapatkan wawasan/input langsung dari pelanggan</p>
	Kecerdasan Buatan	Teknologi Just Walk Out (Toko Tanpa Kasir)	<p>Menggantikan fungsi manusia di toko</p> <p>Memberikan pengalaman berbelanja kepada pelanggan</p>	<p>Belanja yang efisien</p> <p>Cashless</p> <p>Menghemat waktu pelanggan</p>

Aktor	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
	Augmented Reality	Aplikasi Ritel Berbasis AR	Pelanggan dapat menelusuri rak toko dengan ponsel mereka Memberikan pelanggan saran, rekomendasi dan kupon	Memperluas pengalaman pelanggan Memberikan informasi dan saran kepada pelanggan Memperkecil perbedaan antara belanja online dan belanja di toko langsung Pemilik toko dapat menampilkan lebih banyak barang yang tidak mungkin muat seluruhnya di toko
	Virtual Reality	Berbelanja dengan VR	Berbelanja dengan VR dapat memberikan solusi yang memadai bagi orang-orang yang tidak memiliki waktu untuk pergi ke toko langsung Orang-orang yang memiliki kecemasan sosial dan menghindari berbelanja pakaian atau kebutuhan sehari-hari dapat mensimulasikan kegiatan belanja dari rumah dan mendapatkan manfaat dari terapi ritel di rumah mereka sendiri Pelanggan dapat berinteraksi dengan produk versi model 3D yang benar-benar identik dengan aslinya menggunakan perangkat Oculus Rift Pengguna di rumah dapat memiliki sedikit gambaran dari apa yang dimiliki Amazon di toko sejauh aksesibilitas VR dapat dijalankan	Memberi kesempatan yang lebih besar bagi pelanggan untuk memanfaatkan layanan dengan platform yang lebih besar untuk mengakses layanan tersebut
	Otomasi	Gudang Otonom	Pengangkatan barang berat Penyimpanan barang di rak Inventaris secara real time Pemindaian: robot penghitung dengan akurasi tinggi yang dapat menjelajahi dan memindai lorong-lorong gudang serta kemudian meneruskan informasi ke perangkat lunak inventaris perusahaan	Menjadikan perusahaan lebih kompetitif dengan meningkatkan efisiensi, fleksibilitas dan produktivitas Solusi bagi kekurangan tenaga buruh di perusahaan manufaktur F&B Dapat bergerak naik dan turun dengan rak untuk menyimpan dan mengambil kotak Menjaga inventaris tetap aman dan akurat

Aktor	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
	Otomasi	Forklift Tanpa Pengemudi	Melakukan pergerakan di dalam gudang Menggambil barang yang berat Membawa barang tersebut ke tempat seharusnya dan kemudian menurunkannya, tanpa mengeluarkan keringat manusia Memberikan nilai tambah untuk pekerjaan yang berulang dan jarak yang jauh	Mengurangi biaya operasional Berkfungsi 24/7 Meningkatkan keamanan Solusi bagi kekurangan operator forklift

	Automation	Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)/Drone gudang	Memantau gudang dari udara Melakukan pemeriksaan inventori secara otomatis di seluruh fasilitas Mengidentifikasi inventaris di tempat penyimpanan	Mempercepat proses penghitungan inventaris Melakukan tugas-tugas inventaris dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi Menurunkan biaya tenaga kerja manusia Meminimalisir resiko cedera di tempat kerja Mengurangi waktu henti operasional ketika melakukan pemeriksaan inventaris Tenaga kerja manusia dapat dialokasikan ke pekerjaan dengan nilai yang lebih tinggi saat drone mengambil alih pekerjaan yang berulang Terintegrasi dengan semua perangkat lunak sistem WMS dan ERP Menerima semua format barcode
	IoT	Voice Directed Warehousing (VDW) / Voice Picking	Tanpa penggunaan kertas Sistem bebas-genggam dan bebas-lihat, menggunakan suara yang lebih mudah dimengerti seperti meminta operator gudang untuk menuju lokasi yang dipilih, dan untuk menginstruksikan mereka terhadap tugas-tugasnya	Lebih efisien dibandingkan dengan sistem kertas manual Menekan biaya Membantu memenuhi persyaratan untuk peraturan keamanan pangan dan masalah lainnya Waktu pelatihan yang lebih singkat Meningkatkan akurasi, meningkatkan produktivitas

Aktor	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
	Cloud	Cloud-based ERP (Enterprise Resource Planning)	Mengelola berbagai divisi dalam bisnis seperti pembelian, manajemen inventaris dan manajemen hubungan pelanggan Menyamakan banyak divisi yang dinamis, dari inventaris manajemen pemesanan ke sumber dan pelacakan produk, pergudangan, penjualan, manajemen keuangan dan analitik, dan e-commerce dengan pembeli B2B	Mengelola kompleksitas bisnis distribusi F&B dengan perangkat lunak F&B di cloud Aksesibilitas terhadap kegiatan yang terjadi. Perusahaan dapat meningkatkan aksesibilitas mereka melalui internet dan memungkinkan pengguna untuk berbagi dan mentransfer data di seluruh departemen bisnis, juga eksternal perusahaan secara waktu nyata Backup dan pemulihan data. Membantu pemenuhan peraturan keamanan pangan menggunakan Food Safety Management Capabilities (FSMS) yang komprehensif Perusahaan dapat mengelola status, pengiriman, pengembalian, pembersihan dan penggunaan kembali
	Robotik	Stock Shelves Robot	Memindai dan memantau ketersediaan barang Melakukan pergerakan di area gudang secara konstan Menangkap gambar lorong gudang dan produk Mengirim peringatan ke sistem pusat untuk barang-barang yang penempatannya salah, rak yang kosong dan persediaan barang yang rendah	Lebih produktif dan melakukan pemindaian dengan lebih akurat Membantu manusia untuk meninggalkan tugas-tugas manual dan fokus pada melayani pelanggan dan menjual barang dagangan Membantu manajer untuk menentukan target persediaan barang berdasarkan profitabilitas dan faktor lainnya

	Analitik	Perangkat Lunak Manajemen Inventori	Mengelola tingkat persediaan bahan makanan, pesanan pembelian, resep dan biaya menu Melacak bahan makanan yang telah digunakan untuk mempersiapkan sajian Memberikan visibilitas terhadap inventaris makanan dan minuman	Membantu untuk membuat makanan, minuman dan pesanan persediaan yang lebih ekonomis Membantu mengurangi sampah dan menyederhanakan kinerja dapur
--	----------	-------------------------------------	--	--

Aktor	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
	Otomasi	LED (Silent) Alert Systems	Mengingatkan pekerja untuk tugas-tugas yang terkait waktu (seperti ketika panci dicuci dan siap digunakan) dengan sinyal elektronik	Membantu menjaga kenyamanan suasana restoran karena cahaya dapat diarahkan sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu di area makan
	Otomasi	Sensor Temperatur/ Termometer Bluetooth atau Nirkabel	Sensor nirkabel ringkas yang melacak kondisi suhu dan kelembaban Layar yang disertai dengan aplikasi seluler menampilkan data secara real time dan memungkinkan pengguna untuk mengatur pemacu peringatan atas setiap perubahan kondisi yang penting	Mencegah staf memalsukan laporan harian atau menghilangkan kertas laporan Pendekatan proaktif untuk keamanan makanan, membantu restoran untuk menghindari kerugian dan melindungi keamanan pelanggan Meningkatkan akurasi pembacaan Mengurangi waktu prosedur Mengurangi resiko kontaminasi silang
	Cloud	Sistem Point of Sale (POS)	Solusi berbasis web hosting yang menyimpan data pada server jarak jauh sehingga informasi dapat diakses secara online	Akses ke data terkini kapan saja dan dimana saja Laporan yang mendalam mengenai penjualan, inventaris, perilaku pelanggan, bauran produk, dll Fitur tambahan seperti kartu hadiah, program loyalitas atau pemesanan online Fitur manajemen tenaga kerja Buku pencatatan bagi manajer Penerimaan pesanan yang mudah Pemesanan dan pembayaran di meja kasir Kemampuan manajemen meja Kemampuan manajemen kas Sistem tampilan untuk dapur yang terintegrasi dengan POS
	Cloud	Dapur cloud	Dapur restoran yang hanya menerima pesanan melalui sistem pemesanan online dan tidak menawarkan fasilitas makan di tempat	Meningkatkan efisiensi operasional Dapat menyiapkan pesanan pengiriman di luar lokasi selama jam makan siang atau jam makan malam yang sibuk Mendukung perluasan dan pengembangan tanpa berinvestasi di properti yang mahal

Aktor	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
				Mendorong eksklusivitas untuk segmen pesan antar Menurunkan biaya properti dan biaya di muka Pengelolaan tenaga kerja yang lebih efisien Menawarkan harga menu yang kompetitif
	IoT	Pemantauan Melalui Webcam	Merekam karyawan di area persiapan makan dan area kerja lainnya untuk mendeteksi ketidakdisiplinan terhadap peraturan dan kode keselamatan	Keamanan makanan Produktivitas tenaga kerja

	IoT	Kios Meja / Swalayan	Layar sentuh digital dimana pelanggan dapat memesan sendiri daripada menunggu atau mengantri untuk memesan di kasir	Proses pemesanan yang lebih efisien Dapat memanfaatkan karyawan untuk peran lain yang dapat meningkatkan pengalaman pelanggan Membantu akurasi dan kustomisasi pesanan Pelanggan cenderung mengeluarkan uang lebih banyak dengan checkout mandiri
	IoT	Terminal Layar Sentuh	Dilengkapi dengan perangkat lunak, restoran yang dirancang dengan interface intuitif yang memungkinkan karyawan untuk menerima pesanan dengan cepat dan mudah.	Mempercepat segala sesuatunya yang menyebabkan lebih banyak pesanan yang masuk ke dapur (dan lebih banyak makanan yang dikeluarkan) Pembaca kartu kredit
	IoT	Sistem / Layar Tampilan Dapur	Mengelola pesanan yang masuk dengan pembaruan secara real time Menghubungkan area depan restoran dengan staf dapur	Mengetahui waktu yang dibutuhkan staf dapur untuk memenuhi setiap pesanan Persiapan makanan yang lebih akurat Membantu mengurangi sisa makanan Mengurangi kertas pesanan sehingga dapat mengurangi biaya penggunaan kertas pesanan secara drastis Pesanan dari sistem online restoran dapat dialihkan langsung ke dapur

Aktor	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
	Teknologi Bergerak	Pengelola Reservasi Digital	Melakukan segalanya mulai dari pemesanan reservasi langsung dengan pelanggan hingga memberikan saran untuk pengaturan tempat duduk yang optimal berdasarkan waktu dan jumlah pelanggan	Semua reservasi menjadi terpusat Dapat disesuaikan tergantung kebutuhan Mengelola layanan secara waktu nyata Meningkatkan penjualan Dapat diakses kapan saja dan dimana saja
	Teknologi Bergerak	Sistem Pembayaran Seluler	Memungkinkan pelanggan untuk membayar langsung melalui ponsel mereka sendiri Memungkinkan pelanggan untuk membagi tagihan dan melacak pesanan, bahkan membagikannya di platform media sosial	Aman, cepat, dan nyaman Menghemat waktu pelanggan dan pelayan dalam proses pembayaran Dompet seluler adalah cara yang aman untuk melakukan pembayaran
	Teknologi Bergerak	Aplikasi Pemesanan Online / Sistem Pemesanan Online Internal Untuk Restoran	Platform teknologi online yang mengirimkan makanan dari berbagai vendor atau sistem pengiriman internal	Nyaman dan mudah diakses untuk semua tamu Pelanggan lebih cenderung untuk menelusuri semua opsi menu dan menghabiskan uang lebih banyak Untuk sistem internal: Dapat membuat perubahan instan terhadap menu dan desain. Dapat mengambil semua pendapatan dari transaksi
	Robotik	Koki Robot / Dapur Robotik	Robot dengan kecerdasan buatan yang menyiapkan dan membuat makanan	Memberikan rasa dan kualitas yang tinggi atas makanan yang disiapkan Menarik pengunjung sambil mendorong efisiensi tenaga kerja

	Virtual Reality	Orientasi VR	Dengan menggunakan headset dan piranti lunak khusus, karyawan baru dapat melakukan tur 360 derajat ke fasilitas restoran, menyaksikan karyawan lain dalam melakukan tugas dan menguji keterampilan mereka dalam permainan simulasi	Memastikan semua karyawan menerima pelatihan yang sama dan telah siap untuk menjalankan operasional harian restoran Karyawan pelatihan tidak harus menyentuh makanan atau bahkan berada di restoran untuk belajar bagaimana cara untuk melakukan pekerjaan mereka Lebih sedikit tekanan terhadap karyawan pelatihan untuk menghindari kesalahan Manajer memiliki lebih banyak waktu untuk tanggung jawab mereka yang lain
--	-----------------	--------------	--	--



2.2. Identifikasi Pengguna Teknologi dan Institusi Penyedia Teknologi 4.0 di Tingkat International di Industri Makanan dan Minuman: Global Benchmarking

Kategori	Aktor	Teknologi	Pengguna Teknologi	Penyedia Teknologi
Teknologi 3D	Manufaktur, Petani	Pencetakan 3D	Masih dalam pengembangan: Pabrik makanan, lembaga peneliti (pengganti daging), manufaktur (merancang bahan makanan dan rasionya) and petani agri/urban	Lembaga peneliti: TNO (research organization) Penyedia teknologi kecil: 3Dponics
Analitik	Pedagang Ritel	Kios Interaksi Brand	Pengguna teknologi besar: 7-Eleven, CR Vanguard, Fairprice	Penyedia teknologi kecil: Ksubaka
	Restoran	Perangkat Lunak Manajemen Inventori	Pengguna teknologi kecil: Cava Mezze, Mahony's Po-Boys and Seafood, Bub's Burgers	Penyedia teknologi kecil: Toast Inc
	Restoran	Perangkat Lunak Keuangan	Pengguna teknologi besar: Food Fight Restaurant Group Pengguna teknologi kecil: Glorian Leach, Urbane Cafe	Penyedia teknologi kecil: Restaurant365
Artificial Intelligence	Manufaktur	Mesin Pengupas Sayur Dan Buah	Pengguna teknologi besar: Ardo NV (Belgium)	Penyedia teknologi besar: TOMRA
	Ritel	Just Walk Out Technology (Toko Tanpa Kasir)	Pengguna teknologi besar: Amazon	Penyedia teknologi kecil: Amazon
Augmented Reality	Ritel	Aplikasi Ritel Berbasis AR	Pengguna teknologi besar: Tesco	Penyedia teknologi besar: IBM Penyedia teknologi kecil: Dent Reality
Otomasi	Petani dan Peternak Unggas	Drone	Petani, ahli agronomi, pemilik lahan	Penyedia teknologi besar: AgEagle Aerial Systems, SZ DJI Technology Co Ltd Penyedia teknologi kecil: Drones Seed, Skycision, American robotics
	Petani Agrikultur	Traktor Tanpa Pengemudi	Masih dalam pengembangan: Petani	Penyedia teknologi besar: CNH Industrial N.V., John Deere Penyedia teknologi kecil: Autonomous Tractor Corporation, Bearflag
	Peternak Telur	Penetasan Telur	Peternak telur	Penyedia teknologi kecil: LiveEgg
	Peternak Telur	Peralatan Penguji Kualitas Telur	Peternak telur	Penyedia teknologi kecil: Eggtester.com
	Feed Mills	Perangkat Lunak (Truck Plus)	Pengguna teknologi kecil: Malayan Flour Mills, Gold Coin Feedmills	Penyedia teknologi besar: Andritz Penyedia teknologi kecil: Agentis Innovations

	Feed Mills	Perangkat Lunak (Smart Bagging)	Pengguna teknologi kecil: Malayan Flour Mills Berhad, Gold Coin Feedmills	Penyedia teknologi besar: Andritz Penyedia teknologi kecil: Agentis Innovations
	Feed Mills	Perangkat Lunak (Smart Batching)	Pengguna teknologi kecil: Malayan Flour Mills Berhad, Gold Coin Feedmills	Penyedia teknologi besar: Buhler Group Penyedia teknologi kecil: Agentis Innovations, Sterling Systems and Controls, WEM Automation, Repete Corporation
	Feed Mills	Perangkat Lunak (Smart Storage)	Pengguna teknologi kecil: Malayan Flour Mills Berhad, Gold Coin Feedmills	Penyedia teknologi besar: Andritz Penyedia teknologi kecil: Agentis Innovations
	Peternak Ikan	Ifarm System/Cage Farming	Peternak ikan/salmon	Penyedia teknologi besar: SINTEF, CERMAQ and SeaVax
	Nelayan	Electronic Monitoring	Nelayan	Penyedia teknologi kecil: SaltwaterInc.com, Anchor Lab, Integrated Monitoring, Marine Instruments
	Nelayan	Underwater Drones	Pengguna teknologi kecil: Akerbla	Penyedia teknologi kecil: Blueye Pioneer
	Peternak Unggas	Feed Cast System	Peternak unggas	Penyedia teknologi kecil: Little Birds System
	Peternak Unggas	Woody Breast Detection	Masih dalam pengembangan: Peternak unggas	Lembaga peneliti: Quality and Safety Assessment Research Unit at the U.S. Department of Agriculture-Agricultural Research Service's (USDA-ARS) U.S. National Poultry Research Center Penyedia teknologi kecil: Certified Quality Foods (handheld device)
	Manufaktur	Pascalization / High Pressure Processing Technology (Hpp)	Pengguna teknologi besar: Nestlé, Coca Cola, Bonduelle	Penyedia teknologi besar: Avure Technologies, Bao Tou KeFA High Pressure Technology Co. Ltd., Hiperbaric USA, Kobe Steel, MULTIVAC
	Manufaktur	Pulsed Electric Field	Pengguna teknologi besar: Nestle, Unilever	Penyedia teknologi besar: Elea GmbH, Pulsemaster B.V., KEA-TEC GmbH

	Pedagang Grosir	Gudang Otonom	Pengguna teknologi besar: Amazon, Target Corp.	Penyedia teknologi besar: FANUC, ABB, Rethink Robotics
	Pedagang Grosir	Forklift Tanpa Pengemudi	Gudang	Penyedia teknologi besar: Toyota, Seegrid Corporation
	Pedagang Grosir	Unmanned Aerial Vehicles (Uavs)/ Drone Gudang	Gudang	Penyedia teknologi besar: PINC Solutions Corp
	Restoran	Led (Silent) Alert Systems	Restoran	Penyedia teknologi besar: Unified Brands Inc (Power Soak)
	Restoran	Bluetooth Or Wireless Temperature Sensors/ Thermometers	Restoran	Penyedia teknologi besar: Swift Sensors Inc
Cloud	Ritel, Restoran	Point Of Sale (POS) System	Pengguna teknologi kecil: The Goat & Vine (Toast user), Peggy Porschen (Lightspeed user)	Penyedia teknologi kecil: Toast Inc., Lightspeed POS, ShopKeep, Shopify, Revel
	Ritel	Smart Shelf / Real-Shelf Monitoring	Pengguna teknologi besar: Kroger, Walmart	Penyedia teknologi kecil: EDGE Shelf Technology, Trax Retail, WiseShelf
	Grosir / Ritel	Cloud-Based ERP (Enterprise Resource Planning)	Pengguna teknologi kecil: Coda Coffee Company, Honey Stinger, Pengguna teknologi besar: Fresh Produce Group, The Pur Company	penyedia teknologi besar: Oracle Netsuite, Microsoft Dynamics, Rootstock Software, Sage, SAP
	Restoran	Dapur Cloud	Restoran online	Penyedia teknologi kecil: CloudKitchens, Rebel Foods, Zomato
IoT	Peternak Unggas	Sistem Pemantauan Jarak Jauh, Sensor	Peternak	Penyedia teknologi kecil: Sensor Monitoring and Reporting Technologies Pty Ltd (SMART)
	Grosir	Voice Directed Warehousing (VDW) / Voice Picking	Gudang	Penyedia teknologi besar: Dematic
	Restoran	Webcam Enabled Monitoring	Restoran	Penyedia teknologi besar Sealed Air (Vision Enabled Training
	Restoran	Kios Pemesanan Mandiri	Pengguna teknologi besar: McDonald's, Panera, Chili's, Wendy's	Penyedia teknologi besar: ZIVELLO Penyedia teknologi kecil: Toast Inc.

	Restoran	Terminal Layar Sentuh	Pengguna teknologi besar: McDonald's and most other fast food chains, restaurants.	Penyedia teknologi kecil: Toast Inc.
	Restoran	Sistem/Tampilan Dapur	Pengguna teknologi besar: McDonald's and most other fast food chains, restaurants.	Penyedia teknologi kecil: Toast Inc, Lightspeed POS, QSR Automations
IoT (Pertanian Pintar)	Petani Agri	Pertanian Presisi Or Variable Rate Technology	Petani jagung di AS	Penyedia teknologi besar: IBM
	Petani Agri	Sensor	Petani	Penyedia teknologi besar: Bosch (Plantect sensor system) Penyedia teknologi kecil: CropMetrics
Teknologi bergerak	Restoran	Meja Digital / Pengelola Reservasi	Restoran	Penyedia teknologi kecil: OpenTable Connect, Yelp Reservations, NoWait
	Restoran	Sistem Pembayaran Bergerak	Restoran	Penyedia teknologi besar: Visa Checkout, Mastercard MasterPass, Paypal Mobile, Google Wallet, Apple Pay, Square Order, Intuit GoPayment
	Restoran	Aplikasi Pemesanan Online, Sistem Pemesanan Online Internal Untuk Restoran	Restoran	Penyedia teknologi besar (apps): Grubhub, ChowNow, Zomato Penyedia teknologi kecil (systems): Toast Inc.
Teknologi Nano	Petani	Data Material Nanto	Masih dalam pengembangan	Penyedia teknologi kecil: Agro Nanotechnology Corp., Nano Green Sciences, Inc., Urth Agriculture
Robotika	Petani	Robot Penyiangan Dengan Tenaga Solar	Petani, tukang kebun rumahan	Penyedia teknologi kecil: EcoRobotix, Yverdon-les-Bains, Tertill by Franklin Robotics, Blue River Technology
	Peternak Unggas	Poultry House Robot (Grow-Out House Robot (Gohbot))	Dalam pengembangan untuk penelitian lebih lanjut	Lembaga Peneliti: Georgia Tech Research Institute Penyedia teknologi kecil: Octopus Robot, Tibot, Metabolic Robots, Tyson
	Peternak Unggas	Autonomous Ceiling-Suspended Robot (Chickenboy)	Petani di Eropa	Penyedia teknologi kecil: Farm Robotics and Automation SL

	Grosir	Goods-To-Person Picking Robots	Gudang	Penyedia teknologi kecil: IAM Robotics, GreyOrange, Bleum
	Grosir/ Ritel	Stock Shelves Robot	Pengguna teknologi besar: Walmart	Penyedia teknologi kecil: Bossa Nova Robotics
	Restoran	Koki Robot/Dapur Robotik	Pengguna teknologi kecil: Spyce, Nagoya restaurant (Japan), Bionic Bar on Royal Caribbean Ships	Penyedia teknologi kecil: Moley Robotics, Miso Robotics, Spyce
Virtual Reality	Pedagang Unggas	3d Bird Deboning Cutting Virtual Reality	MAasih dalam pengembangan	Lembaga peneliti: Georgia Tech Research Institute
	Ritel	Virtual Reality Shopping	Pengguna teknologi besar: Amazon, Walmart	Penyedia teknologi besar: Google Cardboard, Samsung gear VR Penyedia teknologi kecil: Oculus Rift
	Restoran	Virtual Reality Onboarding	Pengguna teknologi kecil: Honeygrow	Penyedia teknologi besar: Klip Collective

KNEKS
Komite Nasional Ekonomi dan Keuangan Syariah



III. Penerapan Teknologi 4.0 di Tingkat International pada Rantai Nilai Industri Makanan dan Minuman: *Global Practices*

3.1. Industri Input

Smart Feed Mills

Smart feed mill adalah kontrol yang menyeluruh terhadap suatu proses dan sistem pelaporan data yang mencakup penerimaan bahan baku, penggilingan, penumpukan, penimbangan, pengaturan formula secara mikro, pengkondisian, pendinginan, pelapisan lemak dan pemuatan serta pengemasan produk jadi. *Smart feed mill* dirancang untuk menyediakan kemampuan pelacakan penuh dan optimalisasi kapasitas pabrik. *Smart feed mill* juga dapat diintegrasikan dengan sistem informasi manajemen milik klien dalam rangka membantu menyediakan fitur yang berguna dalam menganalisis berbagai data, baik dalam hal efisiensi operasional dan biaya, maupun pelacakan penuh dan penyesuaian akan ketersediaan barang. Sistem ini terdiri dari berbagai modul otomasi sebagai berikut:

Smart Storage

Modul teknologi ini dirancang untuk memberikan solusi terkait kontrol dan pelacakan bahan baku yang akurat mulai dari bahan-bahan input sampai ke silo penyimpanan atau gudang, atau dari area penyimpanan ke tempat produksi. Fitur-fitur teknologi ini mencakup:

- Kontrol pengarah otomatis akan bahan-bahan yang masuk ke (dan dari) fasilitas penyimpanan massal
- Berbagai pilihan silo penyimpanan dan gudang yang tepat untuk bahan-bahan dalam jumlah besar
- Dapat diintegrasikan dengan sistem pemantauan data lainnya untuk memetakan bahan berdasarkan parameter yang telah ditentukan, misalnya kelembaban
- Sistem pelaporan yang komprehensif untuk semua bahan input.

Smart Batching

Pengontrolan akan sistem penimbangan dan pencampuran bahan adalah inti dari proses produksi. *Smart batching* adalah program kontrol terhadap proses penimbangan dan pencampuran dengan tingkat presisi yang tinggi serta menghasilkan formula yang akurat dan konsisten. Fitur-fitur teknologi ini mencakup:

- Impor data formulasi secara otomatis.
- Sistem pelaporan yang komprehensif dan serbaguna.
- Pencegahan kontaminasi silang secara otomatis dan kontrol terhadap batch flush: Sistem pengurutan yang mengatur pembilasan dan jalur yang diambil melalui mesin dalam rangka mencegah, contohnya, produk makanan bebas antibiotik agar tidak terkontaminasi dengan antibiotik.
- Kontrol pembuangan bahan baku curah, cairan, dan bahan tambahan lainnya secara digital.
- Penghitungan bobot, goncangan otomatis, pengumpan ganda, kontrol terhadap mesin pra-pelepasan dan pengumpan yang cerdas.

- Pelabelan barcode: Setiap kantong memiliki identitas uniknya masing-masing. Pemindaian cepat terhadap kantong manapun di pabrik akan memberikan informasi tidak hanya bahan dan kode lot, tetapi juga dimana kantong tersebut harus ditempatkan dan alokasi produksinya. Hal ini termasuk juga pemanfaatan perangkat keras standar seperti pemindai barcode dan tablet.

Smart Bagging

Modul *smart bagging* adalah sebuah proses komprehensif dan sistem manajemen data untuk stasiun *bagging* yang mengumpulkan dan memunculkan informasi berkaitan dengan indikator kinerja kunci untuk pengemasan, detail produk, dan efisiensi operator. Fitur-fitur teknologi ini mencakup:

- Kontrol tempat pembuangan dan pengemasan
- Mencatat jumlah, ukuran dan berat kantong atau palet secara individu dan kolektif.
- Penyesuaian stok berdasarkan jumlah kantong aktual yang diproduksi per partai.
- Layar di sebelah setiap stasiun pengemasan menampilkan data tentang jalur pengantungan secara real time.
- Fungsi label palet dengan opsi untuk berkomunikasi dengan sistem pelabelan kantong inkjet.
- Melaporkan proses pembuatan dengan opsi untuk mengeksport data ke sistem informasi manajemen.

Truck Plus

Produk unik untuk proses pengawasan dan pengendalian truk yang seringkali rumit dan padat begitu truk-truk tersebut tiba atau berangkat dari pabrik. *Truck Plus* menggabungkan *quality control*, administrasi, pengadaan, stock kontrol, dan prosedur kontrol lalu lintas. Fitur-fitur teknologi ini mencakup:

- Menyediakan proses pemuatan yang akurat untuk produk makanan jadi atau proses pembongkaran bahan baku.
- Teknologi barcode memastikan truk mengikuti tujuan yang ditetapkan saat berada di area pabrik.
- Menyediakan platform umum untuk truk, baik yang keluar atau masuk, untuk didaftarkan, diproses dan diberikan tugas yang sesuai.
- Informasi langsung ditransmisikan ke beberapa stasiun melalui jaringan komunikasi internal.
- Pada stasiun kerja, informasi ditinjau, diambil, dan digunakan untuk proses pengambilan keputusan lebih lanjut.
- Pergerakan setiap truk dikendalikan dan diatur waktunya ke (dan dari) setiap stasiun sesuai arahan.

3.2. Agrikultur

Robot

Metode pertanian tradisional berjuang untuk mengikuti efisiensi yang dituntut oleh pasar. Petani di negara maju menderita kekurangan tenaga kerja. Kemunculan pertanian otonom adalah upaya untuk memecahkan masalah ini dengan menggunakan robot. Berikut adalah robot yang sangat sering digunakan dalam industri pertanian.

Robot pemanen

Pemanenan dan pemetikan adalah salah satu aplikasi robot yang paling populer di industri pertanian karena akurasi dan kecepatan yang dapat dicapai oleh robot untuk memperbesar ukuran lahan dan mengurangi limbah dari tanaman yang tersisa di ladang. Robot mencari buah-buahan, mengambil gambar 3D dari buah tersebut, menilai warna dan bentuknya, dan hanya memanen buah yang sesuai dengan kualifikasi. Bahkan di malam hari dan saat cuaca panas pun, robot dapat melakukan tugasnya. Beberapa produk yang sudah memiliki robot pemanen adalah paprika, tomat, selada, mangga, dll.

Robot penyiangan

Robot ini bekerja tanpa dikendalikan oleh operator manusia. Robot tersebut mengatur posisi dengan bantuan kameranya sendiri, GPS RTK dan sensor. Sistem penglihatannya memungkinkan untuk mengikuti barisan tanaman, dan untuk mendeteksi keberadaan dan posisi gulma di tanah diantara baris tanaman. Dibuat dengan elemen desain yang unik dan beragam sensor, robot berpatroli di ladang setiap hari, menghindari tanaman dan rintangan sambil mencari gulma untuk dibasmi. Dua lengan robot kemudian mengaplikasikan dosis kecil herbisida, secara sistematis menarget gulma yang telah terdeteksi. Robot ini menggunakan kamera untuk mendeteksi tanaman (kamera dan penglihatan buatan untuk kemudi dan deteksi). Jika robot menemukan tanaman, bagian depan cangkang mengaktifkan sensor yang membuat robot berbalik. Jika menemukan gulma, ia mengaktifkan sensor yang berbeda untuk menyalakan pemotong gulma. Robot ini menggunakan teknologi sensor dan GPS untuk menavigasi ladang. Beberapa mengandalkan daya surya sepenuhnya (photovoltaic panel yang menyerap sinar matahari sebagai sumber energi untuk menghasilkan listrik arus searah). Pada hari-hari mendung, robot akan menghemat energi dengan lebih jarang berkeliparan di ladang.

Robot pembibitan otomatis

Robot pembibitan otomatis dapat menghasilkan efisiensi yang besar untuk pembibitan tanaman, terutama untuk memindahkan tanaman di sekitar rumah kaca. Pembibitan otomatis adalah proses dimana benih ditumbuhkan menjadi tanaman muda, yang kemudian ditanam di lahan. Tanaman pembibitan dijual langsung ke konsumen dan para tukang kebun lanskap. Robot pembibitan dapat berbentuk tautan ke traktor. Ketika manusia mengendarai traktor, robot-robot tersebut didesain untuk dapat beradaptasi dengan kecepatan kendaraan yang dikemudikan manusia.

Drone

Drone berteknologi tinggi memungkinkan petani, dan pilot drone yang mengoperasikannya, untuk meningkatkan efisiensi dalam aspek-aspek tertentu dari proses pertanian. Hal ini mencakup pemantauan hingga penanaman tanaman, pengelolaan ternak, penyemprotan tanaman, penentuan jalur irigasi, dsb. Drone pertanian menangkap gambar dengan resolusi tinggi dan memanfaatkan data tersebut untuk diterjemahkan menjadi informasi yang berguna dalam rangka mendukung proses pengambilan keputusan. Drone ini dilengkapi dengan kamera multi-spektral dan foto yang dapat memonitor crop stress, pertumbuhan tanaman, dan memprediksi hasil, dengan menggunakan drone

yang lebih canggih yang mampu membawa dan mengirimkan muatan seperti herbisida, pupuk, dan air. Drone dapat digunakan untuk tujuan-tujuan berikut:

- Analisis tanah dan ladang: Memproduksi peta 3D untuk analisis awal tanah, drone berperan dalam perencanaan penanaman benih dan mengumpulkan data untuk mengelola tingkat irigasi dan nitrogen.
- Penanaman: Drone menembakan kapsul berisi benih dan nutrisi ke dalam tanah (menghemat 85% biaya penanaman).
- Penyemprotan tanaman: Drone dapat memindai tanah, melakukan penyemprotan secara real time untuk cakupan lahan yang lebih merata (lima kali lebih cepat dari mesin tradisional).
- Pemantauan tanaman: Dengan drone, animasi urutan waktu dapat menunjukkan perkembangan tanaman dan mengungkap ketidakefisienan dalam produksi.
- Irigasi: Sensor drone dapat mengidentifikasi bagian lahan mana yang kering atau memerlukan perbaikan.
- Penilaian kesehatan tanaman: Dengan memindai tanaman menggunakan cahaya baik yang tampak maupun inframerah jarak dekat, drone membawa perangkat yang membantu melacak perubahan pada tanaman dan menunjukkan tingkat kesehatan tanaman tersebut.

Traktor tanpa pengemudi

Traktor tanpa pengemudi adalah kendaraan pertanian mandiri yang memberikan upaya traksi tinggi (atau torsi) pada kecepatan lambat untuk keperluan pengolahan lahan dan tugas-tugas pertanian lainnya. Traktor tersebut dianggap tanpa pengemudi karena dapat beroperasi tanpa kehadiran manusia di dalam traktor itu sendiri. Seperti kendaraan darat tanpa pengemudi lainnya, mereka diprogram untuk secara mandiri mengamati posisi mereka, memutuskan kecepatan, dan menghindari rintangan seperti orang, hewan, atau benda di lapangan saat melakukan tugas. Traktor tanpa pengemudi dapat diprogram melalui tablet, dan menawarkan kemungkinan untuk penyemaian, penanaman dan olah lahan secara otonom. Hal ini dilakukan dengan kemampuan untuk dapat mengenali kendala, radar, kamera, dan barang-barang lainnya yang pengguna harapkan dari kendaraan otonom. Akan tetapi, traktor otonom saat ini masih berupa konsep. Meskipun sudah ada dan dapat berfungsi penuh serta dapat beroperasi di lapangan, namun traktor tersebut tidak tersedia secara komersial, karena masih perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut pada sisi litigasi kendaraan dan regulasinya. Berikut adalah fungsi dari traktor penggerak mandiri:

- Sensor (mengumpulkan informasi tentang kondisi lahan)
- GPS (untuk memandu traktor melintasi lahan) dan memberi perintah kepada armada traktor dari satu lokasi terpencil
- Merencanakan rute, menjadwalkan pekerjaan, dan menerima peringatan peralatan dari jarak jauh secara real time
- Merancang rute khusus dengan kemampuan rekam dan putar kembali jalur
- Mengotomatiskan operasi kerja traktor di lahan luas, lajur tanaman, kebun, dan kebun anggur yang memiliki jarak pandang yang jelas ke langit
- Mengendarai traktor pada mode manual atau otomatis dengan menggunakan pengendali E-stop dan menghindari rintangan.

Big Data dan Kecerdasan Buatan (AI)

Teknologi AI akan mengintegrasikan beberapa sumber data seperti cuaca, data pasar, data agronomi atau tolok ukur dengan pertanian lain untuk semakin meningkatkan efektivitasnya. Teknologi AI ini dapat melacak batas lahan, jenis tanaman, tanggal penanaman dan panen, dan kinerja tanaman secara keseluruhan. Teknologi ini juga memberikan rekomendasi agronomi yang tepat, yang dibuat khusus untuk setiap hektar lahan. AI memberi nilai lebih pada data yang dikumpulkan dengan menganalisis dan mengubahnya menjadi informasi untuk mendukung pengambilan keputusan manajemen pertanian. Salah satu perusahaan penyedia data yang menggunakan AI adalah Indigo Atlas. Atalsa Insights memberikan detail yang berbeda dan tak tertandingi dari platform ini. Ia mampu mengkarakterisasi kondisi lahan yang terlokasi, menggambar batas lahan hingga akurasi tingkat meter, dan membedakan perbedaan samar atas kesehatan tanaman di suatu wilayah. Algoritma yang dimiliki Atlas menghasilkan rangkaian output dengan resolusi tingkat tinggi, real time, dan dapat segera ditindaklanjuti. Informasi yang diberikan Atlas memungkinkan petani untuk membuat keputusan yang berkaitan dengan penanaman, panen, dan pemasaran yang lebih tepat. Hal ini juga memberi pembeli dan konsumen tingkat kontrol dan pilihan yang lebih luas atas rantai pasokan mereka. Wawasan yang diberikan Indigo Atlas kepada petani:

- *Data Cleaning*: Sistem mengumpulkan gambar mentah dan data cuaca, membersihkannya, dan menormalkannya menjadi satu peta yang konsisten.
- *Crop Masking*: Mereka kemudian membuat layer/tirai untuk memastikan bahwa mereka melihat bagian yang tepat pada peta untuk setiap tanaman.
- *Cleaning Metrics*: Perangkat lunak ini kemudian merangkum metrik berdasarkan geografi untuk membuat aliran data historis.
- *Creating Models*: Mereka memasukan aliran data tersebut sebagai variabel ke model pembelajaran mesin, yang mengambil data terbaik dari setiap metrik untuk prediksi.

Blockchain

Dalam bidang pertanian, penggunaan buku besar yang didistribusikan idealnya diimplementasikan bersamaan dengan perangkat IoT, seperti sensor dan pemindai, sehingga menghapus komponen kesalahan manusia dalam entri data ke buku besar. Pemanfaatan utama buku besar yang didistribusikan di bidang pertanian mencakup penghilangan biaya (misalnya, pelaku perantara yang mengambil margin) dan meningkatkan keterlacakan (misalnya, kontrol keamanan pangan). *Blockchain* juga berpotensi untuk memberikan insentif finansial bagi praktik-praktik produksi yang menguntungkan secara ekologis dan ekonomis. Semua aplikasi ini sangat selaras dengan apa yang dicari konsumen.

Blockchain menjanjikan transparansi dan keaslian kepada konsumen, serta mencegah penipuan makanan dan masalah keamanan pangan. *Blockchain* juga memiliki potensi untuk membawa petani kembali berhubungan dengan konsumen akhir mereka dan, dengan melakukan itu, membawa margin tambahan kembali ke pertanian. Aplikasi kunci untuk buku besar yang didistribusikan di bidang pertanian meliputi:

- Sumber rantai pasokan (data tentang praktik-praktik industri, rincian transaksi, kualitas dan keamanan produk, serta kepatuhan pada peraturan dan keuangan).
- Sistem manajemen inventori dan manajemen transaksi yang efisien: Buku besar yang

terdistribusi menawarkan sektor pertanian peluang untuk melompati sektor lain dengan sistem transaksi dan kesesuaian digital yang sudah ada.

- Produksi yang premium dan dibedakan jenisnya: Kombinasi dari IoT dan buku besar yang terdistribusi berpotensi untuk memungkinkan konsumen untuk memberikan nilai pada praktik produksi yang dibedakan (misalnya, sertifikasi; efisiensi sumber daya; standar kesejahteraan).

Pertanian Presisi

Pertanian presisi mengukur dan mengelola variabilitas seperti hasil, tanah, hama, dan gulma di seluruh lahan untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sistem penanaman pertanian. Hal ini diperlukan untuk produktivitas yang optimal, kualitas produk dan pengembalian modal, dan meminimalisir dampak lingkungan dan resiko pertanian. Pertanian presisi bergantung pada peralatan khusus, perangkat lunak, dan layanan IT. Pendekatan pertanian presisi termasuk mengakses data real time tentang kondisi tanaman, tanah dan udara sekitar, bersama dengan informasi relevan lainnya seperti perkiraan cuaca hiper-lokal, biaya tenaga kerja, dan ketersediaan peralatan. Kemunculan filosofi dan proses pertanian presisi dimungkinkan oleh adanya teknologi-teknologi kunci yang baru dan terjangkau seperti:

- Komputer personal
- Teknologi GPS yang membaca sinyal secara terus menerus dari satelit yang memungkinkan pembacaan titik horizontal dan vertikal yang tepat.
- Penginderaan terhadap gambar satelit dan udara secara jarak jauh diproses dan dikorelasikan dengan karakteristik tanaman.
- Teknologi GIS yang mengatur dan menampilkan data dan hubungan spasial
- Berbagai aplikasi pengukur dengan sensor dan GPS untuk merespon variabel lahan dan tanah.

Sensor Agrikultur Pintar

Sejumlah teknologi penginderaan yang digunakan dalam pertanian presisi menyediakan data yang membantu petani memantau dan mengoptimalkan tanaman, serta beradaptasi dengan perubahan faktor lingkungan termasuk:

- Sensor lokasi menggunakan sinyal dari satelit GPS untuk menentukan garis lintang, garis bujur, dan ketinggian hingga ukuran kaki. Minimal 3 satelit diperlukan untuk menentukan posisi yang akurat. Posisi yang tepat merupakan landasan dari pertanian presisi.
- Sensor optik menggunakan cahaya untuk mengukur sifat tanah. Sensor tersebut mengukur frekuensi reflektansi cahaya yang berbeda dalam spektrum inframerah-dekat, inframerah-menengah, cahaya spektrum dan cahaya terpolarisasi. Sensor dapat ditempatkan pada kendaraan atau platform udara seperti drone, atau bahkan satelit. Data pantulan tanah dan warna tanaman hanyalah dua variabel dari sensor optik yang dapat diambil dan diproses. Sensor optik kini telah dikembangkan untuk menentukan tanah liat, bahan organik dan kadar air tanah.
- Sensor elektrokimia memberikan informasi penting yang diperlukan dalam pertanian presisi: tingkat pH dan tingkat nutrisi tanah. Elektroda sensor bekerja dengan mendeteksi ion spesifik yang terdapat di dalam tanah. Saat ini, sensor yang dipasang ke kendaraan yang didesain

khusus membantu mengumpulkan, memproses, dan memetakan data kimia tanah.

- Sensor mekanik mengukur pemadatan tanah atau 'ketahanan mekanik'. Sensor ini menggunakan alat penggali yang menembus tanah dan mencatat gaya resistif melalui penggunaan sel beban atau pengukur tekanan.
- Sensor kelembaban tanah dielektrik menilai tingkat kelembaban dengan mengukur konstanta dielektrik (sifat listrik yang berubah tergantung pada jumlah kelembaban yang ada) di tanah.
- Sensor aliran udara mengukur permeabilitas udara di tanah. Pengukuran dapat dilakukan di satu lokasi saja atau dinamis saat bergerak. Output yang diinginkan dari sensor ini adalah data tekanan yang diperlukan untuk mendorong sejumlah udara yang telah ditentukan ke dalam tanah pada kedalaman tertentu. Berbagai jenis sifat tanah termasuk kepadatan, struktur, jenis tanah dan tingkat kelembaban menghasilkan tanda-tanda pengidentifikasi yang unik.

Teknologi Nano

Nanomaterial berukuran sangatlah kecil, dimana nanometer (nm) adalah sepersepuluh meter dan nanopartikel memiliki satu atau lebih dimensi dalam urutan 100 nm atau kurang. Aplikasi teknologi nano adalah sebagai berikut:

- Sensor: Nanomaterial dengan sifat kimia, fisik dan mekanis yang unik telah dikembangkan dan diujicobakan kepada sensor bio-kimia yang sangat sensitif. Teknologi ini sangat relevan untuk pertanian seperti analisis tanah, dan penginderaan dan kontrol bio-kimia.
- Pupuk: Pengembangan non-pupuk sedang dieksplorasi seiring dengan penelitian akan pupuk yang dilapisi polimer skala nano sedang dimunculkan untuk meningkatkan stabilitas produk dan dapat mengendalikan nutrisi yang dilepaskan dari butiran-butiran pupuk tersebut.
- Pestisida: Nanomaterial kini sedang dikembangkan sebagai alat penginderaan dan perbaikan pestisida dengan menggunakan nanopartikel, nanotube dan nanokomposit, yang digunakan untuk mendeteksi, mengurangi, dan menghilangkan zat pestisida.
- Pengolahan Air: Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa nanomaterial dapat secara efektif menghilangkan berbagai polutan dalam air. Hal ini merupakan potensi besar yang dapat digunakan dalam pertanian, khususnya dengan penggunaan kembali limbah untuk irigasi.

Teknologi Pertanian Hidroponik-vertikal dalam Ruangan

Pertanian vertikal mengacu pada praktik pertanian buah dan sayur secara vertikal, disusun secara berlapis pada banyak lantai di dalam gedung, menggunakan lampu buatan sebagai pengganti matahari, dan menggunakan teknologi-teknologi yang relatif baru. Tujuan utama pertanian vertikal adalah memproduksi lebih banyak hasil panen per meter persegi. Untuk mencapai tujuan ini, tanaman ditanam dalam lapisan bertumpuk dengan struktur seperti menara. Kombinasi sempurna antara pencahayaan alami dan buatan digunakan untuk mempertahankan tingkat cahaya yang tepat di dalam ruangan. Teknologi seperti tempat pot berputar digunakan untuk meningkatkan efisiensi pencahayaan. Alih-alih menggunakan tanah, pertanian ini menggunakan medium aeroponik, aquaponik, atau hidroponik. Lumut gambut atau sabut kelapa dan media non-tanah serupa sangat umum di pertanian vertikal. Pada akhirnya, metode pertanian vertikal menggunakan berbagai fitur berkelanjutan untuk mengimbangi biaya energi pada pertanian. Faktanya, pertanian vertikal menggunakan 95 persen air lebih sedikit daripada pertanian biasa. Teknologi-teknologi utama yang

digunakan dalam pertanian vertikal:

- Pembibitan: Penanaman benih, penggandaan, okulasi, transplantasi, dan jarak tanam
- Kontrol proses: Memantau dan mengontrol kondisi lingkungan pada pertanian dalam ruangan
- Teknologi persepsi: Kamera dan sensor lain yang dapat memantau warna dan faktor-faktor lainnya seperti penyakit tanaman
- Kecerdasan buatan: AI yang dapat memproses data dari sensor dan merumuskan solusi
- Mekatronika otomatis dan otonom: Robot dan mesin otomatis lainnya yang melakukan pekerjaan pembabatan, pemangkasan, penjarangan, dan pemanenan. Contoh: Robot buatan IronOx yang melakukan tugas-tugas seperti pemanenan, pembenihan, dan inspeksi tanaman yang terjadi ribuan kali dalam sehari. Pertanian dalam ruangan IronOx kini sedang dalam produksi penuh, dengan dua sistem robot utama: lengan robot dan transportasi bergerak.
- Perangkat lunak cloud yang dipatenkan, yang bertindak sebagai orak, melayani ekosistem dengan memantau data, memastikan kohesi di semua bagian, dan mengawasi lingkungan secara waktu nyata.

3.3. Peternakan dan Akuakultur Robot

Robot rumah unggas (Grow-out House Robot (GohBot))

Robot ini mampu menavigasi area rumah unggas dengan menggunakan sensor pencitraan dan pembelajaran mesin, memiliki kemampuan untuk mendeteksi dan mengambil telur dan merasakan suhu lingkungan, gas, dan tingkat pencahayaan. Robot ini adalah robot seluler yang mampu melakukan navigasi secara cerdas di rumah unggas komersial, melakukan interaksi dengan unggas dan melakukan tugas-tugas seperti pemindahan telur secara otomatis. Robot ini menggunakan rutinitas kecerdasan buatan dan rangkaian sensor, termasuk gambar 2D dan 3D yang dikombinasikan dengan infrakstruktur rumah unggas untuk melakukan navigasi sendiri. Rutinitas AI memungkinkan untuk mengkarakterisasi unggas, peralatan dan menemukan telur di lantai. Robot ini memungkinkan peternak untuk:

Melakukan evaluasi terhadap faktor internal seperti temperatur, kelembaban, karbondioksida, amonia, suara dan pencahayaan

Mencegah dan mengontrol penyakit dan infeksi di rumah-rumah unggas

Menghemat biaya bagi produsen dalam ongkos produksi dan tenaga kerja

Meningkatkan efisiensi pakan, tingkat kematian yang lebih rendah, dan memberi peringatan pada produsen apabila ada kemungkinan timbulnya penyakit.

Robot otonom yang digantung di langit-langit (ChickenBoy)

ChickenBoy adalah robot yang digantung di langit-langit pertama di seluruh dunia, yang ditugaskan untuk mengamati ayam, sampah dan peralatan secara mandasi selama 24 jam. Robot ini memonitor kualitas udara, kesehatan, dan kesejahteraan melalui banyak sensor dan kamera, memeriksa kerja peralatan dan menginformasikan petani, stock person, atau dokter hewan melalui alarm ponsel. Robot ini sudah tersedia di pasar di Eropa. Pengembang di Farm Robotics dan Automation SL berencana untuk terus meningkatkan kemampuannya termasuk penyingkiran unggas mati dan analisis kelembaban kotoran unggas.

Robot Penyembelih, Virtual Reality Pemotongan, dan Pengulitan Unggas 3D

Sistem penglihatan 3D yang unik memodelkan unggas untuk menentukan bagaimana pemotongan harus dilakukan untuk unggas tertentu. Sebelum melakukan pemotongan, unggas diposisikan di bawah sistem penglihatan; gambar dan pengukuran kemudian diambil; potongan geometri ditentukan; dan posisi dan orientasi pisau yang tepat ditentukan untuk pemotongan yang sesuai. Akhirnya, burung dan robot pemotong kemudian disejajarkan dengan pose ini, dan potongan pun dibuat. Teknologi yang digunakan oleh robot ini:

- Analisis penglihatan memungkinkan sistem untuk melakukan pemotongan optimal untuk setiap unggas tanpa memandang ukuran dan bentuk.
- Algoritma force feedback memungkinkan pisau sistem membuat irisan tanpa menembus ke tulang itu sendiri.

Sistem dan Mesin Otomasi

Deteksi Sindrom Woody Breast

Perangkat ini berlandaskan pada konsep dasar bahwa daging *woody breast* bertekstur keras dan tidak lentur, sementara daging dada unggas normal bertekstur lentur. Dengan menggunakan prinsip ini, sistem menggunakan penglihatan mesin dan algoritma komputer khusus untuk mengukur seberapa banyak daging irisan tertekuk dan memberi sinyal apakah daging tersebut normal atau tidak. Sistem ini menggunakan kamera tunggal yang ditempatkan di ujung sabuk konveyor, dimana ia dapat menangkap pandangan atas daging irisan yang jatuh dan menganalisis berapa banyak daging yang tertekuk saat jatuh dari konveyor. Jika daging tersebut menekuk ke ambang nilai yang telah ditentukan sebelumnya, maka daging tersebut disortir sebagai daging *woody breast*. Kemampuan penglihatan sistem ini beroperasi pada sekitar 200 frame per detik dan kecepatan jalur maksimum 40 meter per menit. Deteksi *woody breast* ini memungkinkan siapa saja untuk dengan cepat mengukur daging irisan ayam pedaging dan mendeteksi *woody breast* tanpa adanya perubahan signifikan pada proses produksi.

Sistem Pemberi Pakan

Sistem pemberi pakan memperkirakan jumlah pakan yang diperlukan di tempat penyimpanan dengan menggunakan perangkat kecil untuk membuat getaran ke permukaan wadah bersama dengan sensor dan perangkat lunak. Unit bertenaga surya ini melaporkan level pakan kepada petani, pabrik, dan integrator secara nirkabel melalui portal web dan aplikasi seluler. Portal web menyajikan riwayat level umpan di kandang dan memberikan proyeksi. Masalah kekurangan pakan dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan dan makin sedikit pakan yang terbuang. Sistem pemberi pakan memungkinkan unggas untuk:

- Masalah kekurangan pakan dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan dan makin sedikit pakan yang terbuang
- Meningkatkan performa: Pengetahuan mengenai berapa banyak pakan yang tersisa memungkinkan pengiriman yang lebih baik/diprioritaskan. Kontrol inventaris pada feed mills mengetahui dan menginformasikan berapa banyak pakan yang dikirimkan. Peternak juga dapat memantau performa pertumbuhan dengan mendapatkan informasi mengenai konversi

pakan secara real time sehingga dapat membantu peternak untuk menentukan bagaimana kemajuan pertumbuhan ternak. Teknologi ini juga dapat memperkirakan konsumsi dimana inventaris pakan dapat membantu peternak dalam mengurangi pengambilan pakan pada akhir siklus pertumbuhan.

- Memungkinkan peternak untuk melihat grafik pertumbuhan ternak:
 - Melihat tingkat pemberian pakan dan kemajuan secara keseluruhan.
 - Menemukan potensi masalah yang mungkin terjadi dengan sistem pemberian pakan (misalnya, pipa yang tersumbat, nampak yang belum dibuka) sebelum masalah tersebut mempengaruhi pertumbuhan ternak.
 - Merencanakan pengiriman selanjutnya untuk meminimalisir penggunaan truk.

Alat Penguji Kualitas Telur

Instrumen ini menentukan berat telur, kadar zat putih telur, Haugh Unit (HU), warna kuning telur, dan kadar USDA hanya dalam waktu 17 detik untuk mengontrol secara rutin terkait kualitas dan kesesuaian terhadap peraturan. Penguji kualitas telur terdiri dari berbagai modul sebagai berikut:

- Penganalisa Telur: Instrumen ini menentukan berat telur, kadar zat putih telur, Haugh Unit (HU), warna kuning telur, dan kadar USDA hanya dalam 17 detik
- Pengukur Kekuatan Telur: Instrumen ini mengukur kekuatan yang dibutuhkan untuk menghancurkan kulit telur dan merupakan indikator langsung kemampuan untuk dipasarkan
- Pengukur Ketebalan Kulit Telur: Instrumen ini menggunakan USG untuk mengukur ketebalan kulit telur tanpa memecahkannya sebagai kebutuhan kontrol kualitas dan penelitian.
- Digital Haugh Tester: Instrumen ini mengukur kadar zat putih telur dan memungkinkan pengguna untuk secara manual menentukan Haugh Unit (HU) secara cepat dan akurat
- Egg Candler: Instrumen ini berupa baterai LED portabel / lampu telur
- Wireless Egg Nod: Instrumen ini memberikan ukuran guncangan, getaran, rotasi, kemiringan dan suhu telur secara real time untuk mengurangi kerusakan dan kerugian.
- DSM Yolk Color Fan: Merupakan indeks warna dengan 16 skala untuk membedakan kepadatan warna kuning telur.

Drone Bawah Air Untuk Akuakultur

Saat ini, inspeksi visual di bawah permukaan dan di dasar laut biasanya dilakukan oleh sistem kamera tetap, penyelam, atau ROV berat. Sementara menggunakan penyelam itu mahal dan memiliki risiko HSE yang signifikan, ROV secara umum berbiaya tinggi dan membutuhkan pelatihan ekstensif untuk mengelolanya. Kamera tetap secara alami memiliki keterbatasan dalam hal jangkauan dan fleksibilitas. Dengan menggunakan drone bawah air, inspektur memiliki kamera bawah air yang dapat bergerak dan dapat melakukan inspeksi sendiri kapanpun inspektur inginkan tanpa memerlukan perencanaan yang panjang. Dengan drone bawah air, inspektur akan memiliki mata sendiri di bawah permukaan dalam beberapa menit saja. Drone dapat mendekati penangkaran ikan yang lebih bersih tanpa mengganggu mereka serta menyelesaikan inspeksi jaringan dan tambatan ikan dengan mudah. Hal ini memberi peluang untuk pengambilan keputusan yang lebih baik, perencanaan yang akurat, dan pengurangan biaya perbaikan yang tidak perlu.

Di beberapa wilayah di dunia, tidaklah mungkin untuk menggunakan tim penyelam hanya dengan

pemberitahuan mendadak. Biasanya, perlu membawa penyelam ke lokasi terlebih dahulu sebelum inspektur dapat melakukan inspeksi bawah air, dimana hal ini dapat memakan waktu berhari-hari. Sedangkan dengan menggunakan drone bawah air, inspeksi dapat segera dilakukan. Biaya satu buah drone sama dengan mengerahkan satu tim penyelaman, dan drone dapat dioperasikan hanya dengan pelatihan minimal.

Sebagian besar penangkaran ikan memiliki alat pantau kamera tetap di tempatnya. Akan tetapi, drone bawah air dapat memberikan akses ke area-area yang tidak bisa dijangkau oleh kamera. Kombinasi penggunaan kamera tetap dan drone bawah air akan memberikan gambaran yang lengkap.

Sensor

Sistem Sensor Pengawasan Jarak Jauh Dalam Peternakan

Ventilasi rumah unggas dirancang untuk menyeimbangkan kebutuhan kesehatan dan pertumbuhan unggas dengan biaya energi. Seperti gedung kantor, ventilasi yang terlalu sedikit menyebabkan kualitas udara yang buruk. Terlalu banyak ventilasi menimbulkan biaya untuk pemanasan dan pendinginan. Untuk menyeimbangkan variabel-variabel ini, petani biasanya memantau suhu dan kelembaban udara. Namun, pertanian modern juga memantau tingkat karbon dioksida. Seperti juga suhu dan kelembaban, kadar karbon dioksida telah terbukti dapat meningkatkan produksi unggas. Misalnya, anak ayam memetabolisme makanan mereka lebih lambat di bawah kadar CO₂ tinggi. Dengan mengatur kadar CO₂, petani dapat mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk mengubah anak ayam menjadi ayam pedaging atau ayam petelur. Juga seperti gedung perkantoran, level CO₂ berfungsi sebagai “canary in the mineshaft” untuk menentukan kualitas udara secara keseluruhan. Kadar CO₂ yang tinggi sama dengan kadar amonia dan hidrogen sulfida yang tinggi dari kotoran, atau kadar karbon monoksida dan sulfur dioksida dari pemanas gas / minyak. Seperti halnya pada manusia, semua bahan kimia ini dapat merusak kesehatan dan kesejahteraan unggas. Sensor SMART dapat mengukur suhu, kelembaban, dan tingkat CO₂ di baterai. Sensor nirkabel akan mengirimkan informasi ini ke pusat data yang aman. Data tersebut kemudian diteruskan ke dasbor online pribadi, yang menginformasikan keadaan secara real time dan historis tingkat suhu, kelembaban, dan CO₂.

Sensor Ifarm Di Peternakan Salmon

iFarm dapat mengatasi banyak tantangan yang saat ini membatasi pertumbuhan dalam budidaya salmon. Sensor iFarm memiliki penglihatan komputer, yang dapat mengenali setiap ikan berdasarkan pola titik pada salmon. Pada bilik sensor, terdaftar jumlah ikan, ukuran ikan, jumlah kutu laut, dan kemungkinan tanda-tanda penyakit. Metode ini memungkinkan budidaya ikan berbasis individu. Oleh karena itu, iFarm merupakan lompatan teknologi dalam pengembangan pertanian kerangkeng. Saat ikan melewati bilik sensor, kita dapat mengeluarkan masing-masing ikan, misalnya untuk perawatan kutu. Kita tahu bahwa kutu tersebar dengan tidak merata. Dengan demikian, kita dapat memfokuskan perawatan kutu hanya kepada ikan-ikan yang terdampak. Demikian pula dengan penyortiran, kita dapat melakukan sortir berdasarkan berat dan mengeluarkan ikan yang sudah siap panen tanpa mengganggu ikan lainnya.

Karena kita dapat memantau setiap individu, kita dapat mendeteksi apakah seekor ikan berhenti

bertumbuh, mengalami perubahan dari pertumbuhan sebelumnya, atau mengalami penurunan yang tidak dapat dijelaskan kondisinya. Karena iFarm memiliki seluruh riwayat pertumbuhan dan kondisi dari masing-masing ikan, kita dapat mendeteksi perubahannya bahkan jika pengamatannya masih dalam batas populasi normal. Dengan demikian, pekerjaan dan tindakan diagnostik dapat dilakukan lebih awal.

3.4. Pabrik dan Pengolahan Makanan

Pencetakan 3D

Kemunculan pencetakan 3D telah membawa terobosan besar dalam industri makanan saat ini dengan banyaknya perusahaan di dunia ikut mencoba makanan yang dicetak secara 3D. Saat ini, pencetakan 3D bukan lagi hanya sebuah konsep, tetapi sebuah realitas yang dapat merevolusi inovasi dan produksi makanan melalui kreativitas yang lebih baik, dapat dibuat sesuai pesanan dan berkelanjutan. Dalam istilah yang paling sederhana, pencetakan 3D menggunakan proses yang dikenal sebagai manufaktur aditif, dimana printer pengendapan 3D secara perlahan membuat lapisan material satu lapisan di atas lapisan lainnya, hingga suatu produk terbuat. Kita juga dapat menggunakan printer 3D pengikat, dimana lapisan-lapisan tersebut kemudian rekatkan dengan perekat. Pencetak 3D yang digunakan untuk membuat makanan antara lain menggunakan laser, bahan bubuk dan pipa semprot dan membuka peluang baru terkait makanan yang disesuaikan dengan pesanan dan memberikan racikan nutrisi yang ampuh dan tepat. Beberapa contoh printer makanan 3D meliputi:

- Foodini: Dikembangkan oleh mesin alami, Foodini adalah printer 3D yang memungkinkan untuk mencari resep menggunakan ponsel pintar, dan memprogram resep tersebut ke dalam mesin. Yang perlu dilakukan adalah mengisi kapsul makanan di printer dengan bahan-bahan segar, dan printer tersebut akan mencetak makanan tersebut.
- Biozoon: Sebuah perusahaan Jerman yang menciptakan printer 3D yang dapat mengubah bahan makanan segar menjadi bubur makanan sehat yang disebut Smoothfood. Ini sangat berguna untuk orang-orang dengan kondisi medis tertentu yang sulit mengonsumsi makanan utuh.
- AlgaVia: Sebuah perusahaan dari San Fransisco, California, yang memanfaatkan mikroalga untuk mengembangkan bubuk protein dengan atribut fungsional seperti bebas alergi, bebas gluten dan memiliki sumber serat makanan yang tinggi. Hal ini akan membuat perlindungan protein nabati menjadi lebih sederhana serta memastikan makanan yang tetap kaya rasa tapi minim lemak.
- Barilla: Produsen pasta Italia terkemuka yang bekerja sama dengan TNO, perusahaan riset Belanda, untuk mengembangkan printer 3D yang mampu mencetak berbagai pasta dengan bentuk yang berbeda. Pelanggan dapat mencetak file CAD dengan desain pasta sendiri dengan cepat dan mudah.

Pulsed Electric Field

'Pulsed Electric Field' (PEF) atau teknologi elektroporasi adalah teknologi pemrosesan ringan untuk makanan, serta cocok untuk mengawetkan makanan cair dan semi cair. Metode pemrosesan ini menggunakan denyut listrik pendek untuk mencapai inaktivasi mikroba dalam produk makanan

sambil tetap menjaga keseegarannya. PEF dapat diterapkan dalam suhu yang relatif rendah untuk pasteurisasi produk makanan, dengan efek yang minimal terhadap kesegaran makanan seperti warna, rasa, dan nutrisi. Penggunaan PEF dapat memungkinkan pengawetan produk-produk yang sensitif terhadap suhu panas seperti jus atau smoothie, dimana rasa segar adalah parameter kualitas utama. Penerapan PEF yang paling umum telah difokuskan pada pengawetan makanan cair termasuk jus buah dan sayuran, susu, dan telur cair. Pengoperasian yang berkelanjutan dan desain alay yang sederhana dengan pilihan kapasitas yang berbeda-beda memungkinkan PEF untuk penetrasi dengan mudah ke jalur produksi yang sudah ada.

Pascalization

Pengolahan secara pascalisasi, bridgmanization, pengolahan tekanan tinggi (HPP) atau pengolahan tekanan hidrostatik tinggi (HHP) adalah metode pengawetan dan pensterilan makanan dimana suatu produk diproses di bawah tekanan yang sangat tinggi, yang menyebabkan inaktivasi mikroorganisme dan enzim tertentu dalam makanan. Dalam pascalisasi, produk makanan disegel dan ditempatkan ke dalam kompartemen baja yang berisi cairan dan menggunakan pompa untuk menciptakan tekanan. Pompa dapat memberikan tekanan secara konstan atau berjarak. Penerapan tekanan hidrostatik tinggi (HHP) pada produk makanan akan membunuh banyak mikroorganisme, tetapi tidak menghancurkan spora. Pascalisasi bekerja dengan baik pada makanan asam seperti yogurt dan buah-buahan, karena spora yang toleran terhadap tekanan tidak dapat hidup di lingkungan dengan tingkat pH rendah. Metode ini bekerja dengan baik untuk kedua produk makanan padat dan cair.

Kecerdasan Buatan

Menyortir Kemasan dan Produk

Tantangan operasional pertama yang dihadapi perusahaan pengolahan makanan adalah memilah bahan baku. Setiap kentang, tomat, jeruk dan apel berbeda, dan karenanya memerlukan penyortiran yang ketat karena setiap perusahaan pengolahan makanan harus mempertahankan kualitas tertentu untuk terus dapat bersaing. Jika penyortiran tersebut tidak diotomatisasi melalui AI dan teknologi baru lainnya seperti IoT, proses ini membutuhkan banyak tenaga manusia. TOMRA, penyedia solusi penyortiran dan pengumpulan terkemuka di Norwegia, menyatakan bahwa 90% makanan disortir oleh tenaga manusia sampai akhir abad ke-20. Tidak seperti mesin penyortir makanan yang hanya memisahkan buah dan sayuran berkualitas buruk dari yang baik, TOMRA melakukan proses penyortiran menggunakan spektroskopi X-ray, NIR (Near Infra-Red), laser, kamera, dan algoritma pembelajaran mesin yang unik untuk menganalisis berbagai aspek berbeda dari suatu buah atau sayuran.

Pemenuhan Keamanan Makanan

Keamanan adalah perhatian utama dalam bisnis pengolahan makanan, bahkan kontaminasi terkecil pun tidak dapat ditolerir. Pabrik pengalengan makanan sudah mulai menggunakan kamera berbasis AI untuk mendeteksi apakah seorang karyawan sudah menggunakan pakaian yang sesuai atau belum. Namun, implementasi terbesar telah diterapkan oleh badan kesehatan kota Shanghai yang bekerja sama dengan Remark Holding. Mereka memasang kamera yang berbasis AI lebih

dari 200 restoran di Shanghai dan berencana untuk memperluasnya ke lebih dari 2000 restoran. Kamera berkemampuan AI membantu manajer restoran untuk mengawasi para pekerja restoran dalam penggunaan perlengkapan pelindung makanan yang sesuai dengan peraturan keamanan pangan. Hal ini membantu mereka untuk mendeteksi ketidakdisiplinan karyawan secara real time.

Menjaga Tingkat Higienis

Menjaga tingkat higienis adalah kekhawatiran besar di pabrik makanan. Banyak perusahaan mengklaim bahwa mereka sebersih es karena setiap proses pengolahan dilakukan secara otomatis dan tidak tersentuh oleh tangan manusia. Tapi bagaimana jika mesin dan peralatan yang terkontaminasi? Pelanggan juga sudah cerdas, dan mereka tahu bahwa setiap proses otomatis tidak berarti produk akan aman dikonsumsi. Konsumen menuntut lebih banyak bukti, dimana sistem pembersihan tradisional tidak mencakup sensor yang dapat menangkap partikel residu makanan dalam mesin. Dengan menggunakan AI, sistem akan menggunakan pencitraan fluoresensi optik dan teknologi penginderaan ultrasonik untuk mengirimkan data ke algoritma pembelajaran mesin, yang akan membantu untuk memonitor sisa-sisa mikroba dan partikel makanan di peralatan.

Pengembangan Produk

Industri pengolahan makanan adalah industri yang unik karena terdapat begitu banyak produk yang dapat dihasilkan oleh satu perusahaan. Sebagai contoh, perusahaan minuman raksasa Coca Cola telah membeli lebih dari 500 merek dagang dan menawarkan lebih dari 3.500 jenis minuman kepada konsumennya. Tapi hal ini memunculkan pertanyaan bagaimana perusahaan memutuskan citarasa mana yang akan dibuat selanjutnya? Sebelum AI, merek dagang melakukan survei dan kampanye untuk mendapatkan input atas apa yang diinginkan konsumen mereka. Saat ini, Coca Cola telah meluncurkan beberapa stasiun minuman soda mandiri yang memungkinkan konsumen untuk membuat minuman mereka sendiri dengan mencampurkan beberapa jenis minuman yang ditawarkan Coca Cola. Ribuan stasiun itu diletakkan di seluruh AS, dan ratusan pelanggan telah menggunakannya untuk membuat minuman khusus mereka sendiri. Dengan menggunakan AI, Coca Cola menganalisis dan mengidentifikasi bahwa sebagian besar konsumen mencampurkan soda rasa ceri dengan Sprite. Data ini membantu Coca Cola untuk membuat produk baru mereka: Cherry Sprite.

3.5. Layanan Makanan (Restoran)

Sistem Point of Sale (POS)

Sistem On-premise POS atau sistem yang tradisional, beroperasi dalam jaringan internal dan menggunakan server lokal dalam menyimpan informasi. Mereka bekerja sangat mirip seperti program yang digunakan di komputer pribadi, yang menyimpan data pada penyimpanan lokal komputer.

Cloud-Based POS (juga disebut sebagai Software-as-a-Service (SaaS) atau sistem POS basis cloud yang berbasis web) adalah solusi hosting web yang menyimpan data di server jarak jauh sehingga membuat informasi dapat diakses secara online. Cloud ada dimana-mana dan pengguna dapat mengakses cloud setiap kali masuk Facebook, Gmail, atau aplikasi perbankan online. Sistem POS restoran meliputi perangkat keras dan perangkat lunak titik penjualan yang mengelola transaksi penjualan termasuk pemrosesan kartu kredit, pencetakan bon, dan masih banyak lagi. Sistem POS

restoran dibangun khusus untuk bisnis restoran, bukan ritel atau hotel. Sistem POS restoran yang modern dapat merampingkan operasional internal, menghubungkan berbagai personil yang terlibat dalam upaya kelancaran operasional restoran, dan secara otomatis melacak metrik penjualan, tenaga kerja dan inventaris. Hal ini membantu peningkatan pendapatan, laba, dan kepuasan pelanggan, sambil mengurangi pergantian karyawan, kesalahan pemesanan, waktu tunggu, dan tingkat stres.

Koki Robot / Dapur Robotik

Robot pemasak otonom dapat mempelajari resep, memasak, dan membersihkan setelahnya. Fitur-fiturnya meliputi lengan robot, oven, kompor, dan unit layar sentuh. Penggunaannya dapat mengontrol perangkat dengan menggunakan layar sentuh dan aplikasi selulernya. Rekaman 3D dari koki yang bekerja dibuat untuk memastikan bahwa alat ini tidak hanya memiliki kemampuan untuk menjalankan tugas tetapi juga pemrograman yang diperlukan untuk menghasilkan gerakan seperti manusia. Dari rekaman tersebut, robot mampu menangkap gerakan para koki, dan kemudian merancang serangkaian algoritma khusus sehingga robot dapat merekonstruksi gerakan tersebut. Dengan dapur robotik, restoran dapat memberikan rasa dan kualitas yang baik dalam makanan yang disiapkan, dan juga memuaskan pelanggan dengan efisiensi dan layanan yang konsisten. Berikut adalah beberapa contoh penggunaan dapur robotik di seluruh dunia:

- Spyce, sebuah restoran yang berlokasi di Boston, menggantikan koki manusia dengan koki robot untuk meningkatkan selera pelanggan mereka.
- Sebuah restoran bernama Nagoya yang berada di Jepang menggunakan robot dengan tujuan untuk menarik pelanggan dan meningkatkan efisiensi tenaga kerja.
- Sebuah perusahaan robot yang berbasis di Inggris, Moley, telah membangun dapur robotic yang dapat mempelajari resep, memasak, dan membersihkan dapur.

Sistem Peringatan Dapur dengan Menggunakan LED

Silent Alert System adalah sistem yang unik untuk seluruh industri peralatan dapur. Dengan memanfaatkan peringatan visual *non-line-of-sight*, kita dapat menerangi lantai (atau dengan sistem nirkabel jarak jauh opsional, setiap permukaan dapur dapat menyala), memberi peringatan kepada staf dan manajer tindakan yang perlu dilakukan, tanpa terlihat sepenuhnya oleh pelanggan. *Silent Alert System* ini dapat mengkomunikasikan lebih dari 20 pesan berbeda dan dapat disesuaikan untuk kebutuhan spesifik masing-masing operator. *Silent System Alert* ini lebih disukai daripada sistem peringatan yang menggunakan suara karena tidak mengganggu tamu. Hal ini menjaga suasana restoran menjadi lebih nyaman tanpa membuat suara yang tidak perlu yang dapat merusak suasana hati. Sistem peringatan LED berwarna ini memberi tahu staf tentang tugas yang memiliki batas waktu tertentu seperti ketika panci dicuci atau ketika peralatan makan sudah kering dan siap digunakan. Hal ini akan menghemat waktu dan memudahkan identifikasi ketika tugas-tugas tertentu belum atau sudah selesai.

Sensor Suhu/ Thermometer Bluetooth atau Nirkabel

Pemantau suhu jarak jauh adalah sensor nirkabel ringkas yang melacak kondisi suhu dan kelembaban. Pemantau suhu nirkabel yang baik disertai dengan aplikasi seluler yang memvisualisasikan data secara real time. Sensor mengatur variabel pemicu yang dapat menyalakan

peringatan untuk menginformasikan tentang segala perubahan kondisi yang dianggap penting. Dengan menggunakan alat pelacak genggam dan alat sensor tetap, restoran dapat secara manual maupun otomatis mengukur suhu dari aset-aset utama mereka hanya dalam waktu empat detik. Manajer dapat memprogram batas-batas suhu yang diinginkan untuk setiap makanan dan peralatan, dan mendapat pemberitahuan jika ada yang melewati ambang batas. Sensor bluetooth ini juga dapat melakukan pencatatan atas pembacaan suhu secara nirkabel dalam catatan HACCP sehingga karyawan tidak perlu melakukannya secara manual.

Perangkat Lunak Manajemen Inventori

Inventaris restoran terdiri dari semua barang atau bahan baku yang diperlukan untuk menyiapkan hidangan. Sistem inventaris restoran membantu dalam melacak setiap bahan yang digunakan dalam hidangan; memberikan visibilitas terhadap inventaris makanan dan minuman; membantu dalam mengurangi pemborosan dan merampingkan operasional dapur. Sistem ini membantu mengelola level persediaan bahan, pesanan pembelian, resep, dan biaya yang diperlukan untuk sebuah menu. Fungsi-fungsi sistem manajemen inventori restoran antara lain:

- Laporan nilai inventaris
- Laporan variasi bahan dan COGS
- Pelacakan bahan tidak terpakai (*waste tracking*)
- Alat yang terintegrasi: Data inventaris yang selalu sinkron, tidak memerlukan ekspor data
- Rekayasa menu: Menghilangkan menu yang berperforma rendah dan melakukan percobaan untuk meningkatkan profit menu
- Pengaturan layout rak

Dapur Cloud / Dapur Digital

Dapur cloud pada dasarnya adalah dapur restoran yang menerima pesanan hanya melalui pemesanan online dan tidak melayani pesanan makan di tempat. Dapur cloud yang terkadang disebut dapur hantu, dapur gelap, restoran virtual, atau *restaurants-as-a-service (RAAS)* ini dirancang khusus untuk pemesanan dan pengiriman online. Tidak ada lokasi dengan bangunan bata dan semen. Tidak ada pelayan. Hanya ada dapur bersama, dengan staf dapur yang memasak makanan terbaik dan kru pengiriman yang mendistribusikan makanan ke pelanggan di rumah atau tempat kerja. Ini adalah *WeWork* untuk restoran, dan ia memanfaatkan bursa ekonomi untuk menemukan pengantar dan koki yang efektif. Terdapat ruang dapur bersama untuk restoran melakukan eksperimen dengan menu baru tanpa biaya properti dimuka. Biaya yang timbul atas peralatan tenaga kerja, rekrutmen dan pelatihan dengan akses ke tenaga ahli ditanggung bersama oleh beberapa restoran.

Kios Swalayan

Kios swalayan adalah layar sentuh digital yang ada di restoran atau kafe, dimana pelanggan memesan sendiri alih-alih menunggu atau mengantri untuk memesan makanan di kasir. Kebanyakan kios swalayan merupakan salah satu fitur dari sistem POS dengan skala bisnis yang lebih besar. Pelanggan memindai, memilih, dan menggesek kartu kredit mereka pada menu di layar untuk melakukan pemesanan, dan juga melakukan pembayaran tanpa melibatkan manusia. Jaringan restoran lain telah menyediakan tablet digital skala kecil di meja untuk menginformasikan menu, memesan minuman, dan melakukan pembayaran melalui layar *checkout* mandiri.

Terminal layar sentuh

Kegunaan utama teknologi layar sentuh di restoran adalah untuk memesan makanan. Menu baru pada list menu dapat ditambahkan secara cepat dan efisien, dan menu yang tidak tersedia atau sudah tidak ada lagi dapat dengan mudah dihapus. Di beberapa restoran, terutama restoran cepat saji, layar sentuh menggantikan kasir. Terminal-terminal ini dilengkapi dengan perangkat lunak yang dirancang dengan interface intuitif yang memungkinkan karyawan baru menerima pesanan dengan cepat dan mudah. Fitur-fitur penting dalam terminal layar sentuh:

- Layar sentuh yang tidak mudah rusak
- Tahan panas
- Tahan air
- Berbentuk ringkas
- Memiliki banyak pilihan ukuran
- Memiliki mode offline untuk menerima pesanan dan pembayaran
- Prosesor dan memori yang terbaik

Kitchen Display System (KDS)

Kitchen Display System (KDS) adalah layar digital yang menggantikan tiket pesanan yang dicetak atau ditulis tangan di dapur komersial, dengan menghubungkan ke sistem POS restoran. Pada umumnya, sistem POS restoran memiliki sistem KDS yang dapat dijadikan sebagai fitur tambahan dengan tambahan biaya bulanan. Sistem KDS tidak dapat beroperasi tanpa terkoneksi ke sistem POS. Sistem KDS yang baik akan memperlancar komunikasi dapur, mengurangi resiko kesalahan manusia, dan memonitor waktu persiapan untuk setiap hidangan. Sistem KDS memungkinkan untuk:

- Tampilan Pesanan
Sistem ini memungkinkan staf untuk melihat pesanan selanjutnya dengan tampilan yang tetap atau dinamis. Restoran cepat saji dan kasual dapat menggunakan tampilan kotak, sedangkan restoran dengan layanan meja dapat menggunakan tampilan pesanan di meja persiapan akhir atau di area server dimana pesanan diantarkan secara bersamaan ke meja tamu.
- Tampilan Bahan
Staf akan dapat melihat masing-masing bahan dalam pilihan format baris atau per menu dengan tampilan bahan. Tampilan ini dapat digunakan di restoran dengan layanan meja dimana bahan diperlukan dengan cepat dan efisiensi dalam mengarahkan bahan ke stasiun persiapan bahan tertentu menjadi kunci utama.
- Pesanan Siap
Jenis tampilan ini diarahkan ke pelanggan untuk menunjukkan apakah pesanan mereka sudah siap atau sedang dalam proses.

Pemantauan Melalui Webcam

Teknologi ini digunakan untuk memantau karyawan dalam rangka memastikan standar kualitas. Teknologi ini merekam karyawan di area persiapan makanan dan stasiun kerja lainnya dengan

tujuan untuk mendeteksi ketidakpatuhan terhadap peraturan kesehatan dan kode keselamatan. Hal ini sangat membantu bagi pemilik restoran yang mempunyai beberapa lokasi restoran dan tidak dapat selalu berada disana.

Teknologi ini dikembangkan oleh Sealed Air yang berbasis di New Jersey dengan nama Vision Enabled Training. Sistem ini menggunakan algoritma canggih bersama dengan penggunaan kamera atau webcam untuk merekam dan mendeteksi ketidakpatuhan terhadap peraturan kesehatan dan kode keselamatan di tempat kerja. Pada dasarnya, sistem ini memungkinkan para manajer untuk memantau apakah karyawan sudah menggunakan sarung tangan dan topi saat menyiapkan makanan, dan memberi informasi tentang apa yang harus ditingkatkan dalam pelatihan. Dalam sebuah uji coba yang telah dilakukan, karyawan di fasilitas kesehatan diberi pemancar frekuensi radio yang memberi peringatan kepada sistem ketika pekerja mendekati wastafel untuk mencuci tangan. Sistem melacak berapa lama karyawan tersebut mencuci tangannya dan mereka menggunakan sabun atau pembersih kuman.

Pengelola Pemesanan Tempat / Reservasi Digital

Perangkat lunak ini dapat melakukan segalanya mulai dari pemesanan reservasi langsung dengan pelanggan hingga memberi saran pengaturan tempat duduk yang optimal berdasarkan waktu dan jumlah pelanggan. Restoran dapat memberikan perkiraan waktu tunggu yang akurat kepada pelanggan dan memberi tahu mereka melalui pesan singkat saat meja sudah siap, untuk pengalaman menunggu yang lebih menyenangkan. Para pelayan juga dilengkapi dengan informasi penting yang disediakan melalui reservasi dan riwayat makan pelanggan, seperti hidangan favorit dan tanggal-tanggal penting seperti ulang tahun dan hari jadi. Staf restoran juga dapat memberi tahu pelanggan mengenai status pesanan mereka kapan saja diperlukan selama proses memasak. Pengelola reservasi digital adalah rahasia untuk melayani pelanggan secara tepat dari saat mereka memasuki restoran.

Sistem Pembayaran Bergerak (Mobile Payments)

Sistem ini memungkinkan pelanggan untuk melakukan pembayaran langsung dari ponsel pintar mereka sendiri, menghilangkan kebutuhan akan keterlibatan staf dan atau tablet. Sebagian besar aplikasi memungkinkan pelanggan untuk membagi tagihan dan melacak pesanan mereka, bahkan membaginya di media sosial. *Mobile payments* (yang mencakup dompet digital dan transfer digital) adalah transaksi yang diatur melalui perangkat seluler. Artinya, daripada membayar barang dengan uang tunai, cek, atau kartu kredit fisik, teknologi mobile payment melakukannya secara digital. Dalam mobile payment yang dilakukan di bisnis fisik, dengan menggunakan aplikasi di perangkat seluler, alih-alih menggunakan uang tunai atau kartu, untuk membayar barang/jasa tertentu di kasir. Di toko-toko, mobile payment tersebut diaktifkan oleh teknologi yang disebut NFC, yang berarti "komunikasi jarak dekat / near field communication".

Orientasi VR

Karyawan baru dapat terlibat dalam pengalaman sesungguhnya yang unik dengan menggunakan headset dan perangkat lunak khusus, tanpa resiko dan biaya sesi pelatihan yang normal. Mereka dapat melakukan tur fasilitas secara 360 derajat, menyaksikan karyawan lain dalam bertugas, dan

menguji keterampilan mereka dalam permainan simulasi. Mereka yang mengalami pelatihan VR dapat melihat karyawan yang ada bekerja, sebagai tambahan dari bermain game dimana mereka benar-benar mengisi animasi penyimpanan lemari pendingin. Game ini dilengkapi dengan musik latar, diselingi oleh suara binatang yang dimunculkan ketika pengguna menyimpan animasi komputer berupa sapi, ayam, babi, dan ikan ke rak penyimpanan menggunakan pengendali jarak jauh.

3.6. Ritel dan Grosir

Sistem POS

Sistem Point of Sale, atau POS, adalah tempat dimana pelanggan melakukan pembayaran atas produk atau layanan di toko. POS berfungsi sebagai komponen utama untuk bisnis, dan merupakan pusat dimana semuanya seperti penjualan, inventaris, dan manajemen pelanggan. Komponen-komponen dalam sistem POS:

- Monitor/tablet: Menampilkan database produk dan mengaktifkan fungsi-fungsi lain, seperti jam masuk karyawan dan melihat laporan penjualan. Tablet digunakan untuk mengganti monitor yang lebih besar.
- Pemindai barcode: Mengotomatiskan proses *checkout*. Memindai barcode akan memunculkan info produk dan menambahkannya ke total checkout. Pemindai barcode juga dapat diintegrasikan dengan sistem manajemen inventaris untuk secara otomatis menyesuaikan jumlah persediaan barang.
- Mesin kartu kredit: Pembayaran digital dengan sistem keamanan yang sesuai standar peraturan.
- Printer tanda terima/bon: Tanda terima digital melalui email atau pesan singkat mungkin semakin populer, tetapi tanda terima fisik tetap penting untuk memungkinkan pelanggan mengambil foto secara cepat atas pembelian atau pengembalian mereka.
- Laci penyimpanan uang tunai: Selama uang tunai masih banyak digunakan, penjual akan memerlukan tempat yang aman untuk menyimpan uang tunai hasil transaksi. Manfaat lain dari uang tunai adalah tidak adanya biaya yang terkait dengan penggunaan kartu kredit.

Gudang Otonom

Gudang Otonom adalah gudang yang menggunakan robot dan teknologi lainnya untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Robot dapat bergerak sendiri di seluruh area gudang dan menghindari rintangan. Robot berhenti apabila ada pekerja manusia; mengambil peti dan memindahkan peti tersebut dari satu lokasi ke lokasi lain; bergerak melalui sistem pengemasan yang mungkin hanya memiliki sedikit keterlibatan manusia. Ada banyak fitur baru yang menarik dari gudang otonom:

- Pemindaian: Terdapat “robot penghitung dengan tingkat akurasi tinggi” yang menyusuri lorong-lorong gudang dan memindainya. Informasi yang diterima dapat diperiksa keakuratannya dengan perangkat lunak inventori perusahaan.
- Inventori real time: Kehilangan persediaan barang dapat memakan biaya tinggi. Layar dapat menunjukkan dengan tepat dimana setiap peti berada, dan dimana peti itu terletak saat mereka dinavigasikan melalui sistem.
- Integrasi Sistem: Di gudang otonom, integrasi sistem berfungsi untuk menyatukan

seluruh struktur. Robot biasanya terhubung ke *Robotic Management System* (RMS) yang mengintegrasikan data mengenai produk-produk dengan permintaan yang tinggi, serta produk yang perlu diambil dan dikirim dengan cepat.

- Pemindaian untuk pengemudi: Perangkat lunak pemindaian untuk pengemudi dapat berintegrasi dengan sistem gudang. Kini, pengemudi truk dapat dengan mudah memindai dan mengirim dokumen yang terintegrasi dengan aplikasi dan sistem logistik.

Forklift tanpa pengemudi

Forklift ini digunakan untuk melakukan pekerjaan secara mandiri di gudang, mengambil muatan yang berat, membawanya ke tempat yang diinginkan, dan kemudian menurunkannya. Semua ini dilakukan tanpa mengeluarkan keringat manusia. Teknologi ini sangat cocok untuk operasional gudang yang proses penanganan bebannya memberikan hanya sedikit nilai tambah, berulang dan melibatkan jarak yang lebih jauh. Kamera dengan algoritma penglihatan komputer memungkinkan forklift untuk mendeteksi objek di sekitar forklift. Algoritma AI tersebut juga didukung oleh sensor yang membuat peta 3D dari lingkungan kendaraan berada dan melakukan tugas-tugas seperti menghindari rintangan, menavigasi area industri, dan mengidentifikasi tempat untuk mengangkat barang.

Drone Gudang

Solusi drone gudang memungkinkan perusahaan untuk menerapkan teknologi drone yang ditambahkan dengan kemampuan sensor optik, RFID, dan barcode yang canggih, untuk meningkatkan efektivitas operasional dan efisiensi siklus inventaris gudang dengan signifikan. Drone gudang dapat diperintah oleh operator untuk melakukan pemeriksaan inventaris otomatis di seluruh fasilitas, serta mengidentifikasi inventaris secara akurat di lokasi penyimpanan pada frekuensi yang dipilih. Memindahkan proses pengambilan informasi ke udara dapat meminimalisir kerugian waktu, biaya dan resiko dalam mengakses lokasi yang sulit dijangkau. Dengan menggunakan sensor optik yang luas, drone inventaris dapat menavigasi, mengidentifikasi inventaris, menentukan lokasi barang dan terbang dengan aman di lingkungan gudang.

Kekuatan dalam solusi manajemen drone inventaris terletak pada kemampuan perangkat lunak canggih yang menyediakan pemetaan 3D, navigasi, identifikasi inventaris, dan akurasi lokasi. Drone dilengkapi dengan teknologi pemindaian RFID untuk menawarkan daya penglihatan terhadap inventaris yang ada di gudang secara real time. Hasil pemindaian yang dihasilkan diunggah ke cloud dalam aplikasi web yang dapat diselaraskan dengan VMS atau sistem manajemen inventaris lainnya. Gambaran umum drone gudang:

- Drone bertugas menghitung jumlah barang inventaris yang termuat dalam kotak yang disimpan di rak paling atas di lorong gudang.
- *Warehouse Management System* (WMS) terintegrasi penuh dengan perangkat lunak drone. Melalui sistem ini, drone dapat mengakses data lokasi inventaris sampai level lorong, rak, atau kotak tertentu.
- Drone memetakan jalur perjalanan tersingkat yang dibutuhkan untuk mencapai lokasi barang. Drone memiliki sistem optik yang menggabungkan penglihatan komputer dan teknologi pembelajaran yang mendalam, dimana ini merupakan sub bidang pembelajaran mesin yang

memungkinkannya mengenali gambar berdasarkan jaringan lapisan-lapisan pembelajaran.

- Drone tiba di lokasi barang yang diketahui berdasarkan koordinat X, Y, Z.
- Drone secara visual memeriksa label, mengambil foto barcode, atau menggunakan sensor RFID untuk memberikan informasi jumlah barang ke WMS pusat.

Voice Directed Warehousing (VDW) / Gudang dengan Perintah Suara

Voice picking, atau yang juga dikenal dengan *voice-directed warehousing (VDW)*, adalah sistem tanpa kertas, bebas genggam, dan tanpa mata, yang menggunakan suara yang mudah dipahami dan bertujuan untuk mengarahkan operator gudang dalam memilih lokasi dan memberi instruksi terhadap tugas-tugasnya. Setelah memilih barang, operator gudang membaca dua atau tiga digit terakhir dari barang, dan WMS akan mengkonfirmasi apakah barang yang dipilih sudah benar. WMS memberi tahu operator gudang terkait kuantitas yang diinginkan, dan kemudian mulai menginstruksikan operator tentang barang berikutnya yang harus diambil beserta informasi jalur terpendek menuju lokasi.

Smart Shelf

Smart Shelf adalah terobosan teknologi yang meningkatkan pengalaman berbelanja secara keseluruhan dan meningkatkan efisiensi operasional toko dalam hal pengendalian inventaris dan penambahan persediaan. *Smart Shelf* yang cerdas dan interaktif memungkinkan produk yang ditandai dengan RFID/NFC dapat secara otomatis diketahui saat diambil oleh pembeli. Sensor rak mengumpulkan informasi dari label atau kemasan bersensor yang melekat pada barang dagangan di rak. Informasi produk yang terperinci kemudian ditampilkan pada layar sentuh. Hal ini memungkinkan para pebisnis ritel untuk memaksimalkan penjualan dengan meminimalisir resiko kehabisan persediaan. Dengan demikian, teknologi dapat memberikan keunggulan kompetitif yang tajam di pasar ritel modern dengan memberikan layanan pelanggan yang tak tertandingi dan pengalaman berbelanja yang unik.

Misalnya *Smart Shelf* yang mengirimkan data ke pusat big data terletak di toko offline atau di gudang persediaan toko online. Selain mengatur untuk persediaan ulang, *Smart Shelf* memiliki kemampuan kompetitif lainnya. Pertama, *Smart Shelf* dapat mengidentifikasi dan melacak barang dagangan yang salah penempatan. Kedua, *Smart Shelf* dapat meningkatkan proses pemberian label harga dan terhubung ke layar sentuh yang memberikan informasi produk. Ketiga, *Smart Shelf* dapat mengumpulkan informasi tentang berapa banyak pelanggan yang mengambil barang versus berapa banyak barang yang terjual. Hal ini membantu dalam identifikasi barang apa yang menarik bagi pelanggan, dan informasi ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan jenis-jenis barang dagangan. Terakhir, *Smart Shelf* dapat mengurangi resiko penyusutan barang dengan mengetahui lokasi dimana barang yang hilang.

Aplikasi Ritel Berbasis AR

Aplikasi ini merupakan contoh lain dari penggunaan kreatif AR, yang memadukan data digital dengan citra dunia nyata. Pelanggan dapat menjelajahi rak-rak toko dengan ponsel pintar mereka untuk mendapatkan input, rekomendasi dan kupon yang personal. Teknologi ini mengintegrasikan AR dengan aplikasi seluler. Saat pelanggan memasuki toko, pelanggan dapat mengunduh aplikasi

ini di ponsel atau tablet, mendaftar untuk layanan, dan membuat fitur profil-profil yang penting bagi pelanggan, seperti bahan-bahan yang menimbulkan alergi atau makanan favorit. Kemudian, saat pelanggan menelusuri lorong-lorong sambil mengarahkan kamera ke suatu barang, aplikasi akan mengenali produk-produk tersebut dan menambahkan detail produk di atas gambar secara digital.

Pelanggan akan dapat melihat informasi seperti bahan, harga, ulasan, dan diskon yang berlaku hari itu. Jika pelanggan memilih untuk berpartisipasi, data dari jaringan sosial pelanggan dapat diintegrasikan ke dalam aliran data. Jika seorang teman sudah memberikan ulasan produk yang dilihat pelanggan, aplikasi akan menandai ulasan tersebut. Pelanggan dapat memberi tahu aplikasi tersebut bahwa ia menginginkan merek sereal yang rendah gula, berperingkat tinggi pada ulasan konsumen, dan dijual dengan harga rendah. Kemudian pelanggan dapat menelusuri rak sereal dan mendapatkan informasi dari aplikasi, sereal mana yang memenuhi kriteria.

Spoiler Alert Software

Perangkat lunak ini menawarkan B2B marketplace online yang membantu perusahaan mengelola kelebihan persediaan makanan mereka sehingga mereka dapat mengarahkannya ke tempat yang tepat sebelum makanan tersebut terbuang. Perangkat lunak ini akan memberikan informasi kepada produsen makanan, pengusaha grosir, distributor dan pedagang eceran produk apa yang belum terjual. Mereka dapat melihat informasi dengan lebih cepat dan efisien. Perusahaan nirlaba dan perusahaan diskon makanan dapat membantu orang dengan mengarahkan kelebihan makanan kepada orang yang membutuhkan. Juga terdapat marketplace online yang memfasilitasi sumbangan makanan cepat saji dan makanan diskon, dimana perangkat lunak ini menawarkan platform web sehingga bisnis dapat lebih mudah dilacak dan dianalisis keberhasilannya. Pertama, perusahaan dapat dengan cepat mengunggah stok apa yang mereka miliki. Pembaruan ini memberikan pemberitahuan secara otomatis ke jaringan penerima. Sistem kemudian memungkinkan semua orang yang terlibat untuk berkomunikasi saat itu juga, sehingga mereka dapat bergerak dengan cepat dan mudah. Ketika seseorang membeli makanan, sistem akan memastikan metode pembayaran yang lancar dan aman.

Kios Interaksi Merek Dagang

Kios ini adalah jaringan plug-and-play dari layar digital interaktif yang berada di dalam toko ritel fisik. Layar memungkinkan pedagang ritel dan pemilik merek untuk beriklan di titik penjualan dan mengajak pelanggan terlibat secara interaktif dengan produk yang dijual di toko itu. Gamifikasi adalah cara sederhana untuk menjadikan penjualan menjadi lebih menyenangkan bagi pelanggan. Daripada mencoba meyakinkan pelanggan untuk tertarik dengan produk, teknologi ini menggunakan teknik desain game untuk menciptakan pengalaman yang tidak dapat ditolak oleh pelanggan. Selain mempromosikan produk, layar tersebut memungkinkan pedagang ritel dan merek dagang untuk mendapatkan pengetahuan secara real time tentang apa yang dipikirkan dan dilakukan pelanggan dalam lingkungan toko.

Teknologi just walk out (toko ritel tanpa kasir)

Didukung dengan penglihatan komputer, sensor, dan pembelajaran mendalam, toko serba ada yang berteknologi tinggi milik Amazon Go memungkinkan pelanggan untuk benar-benar hanya

mengambil barang dan langsung pergi (tanpa antrian, tanpa *checkout*). Pelanggan masuk ke toko dan memindai ponsel pintar mereka, mengambil apa yang dibutuhkan dari rak, membawanya ke mesin pengepakan robot dan keluar. Amazon akan secara otomatis menghitung jumlah belanjaan dan membebaskan biaya tersebut ke akun pelanggan. Di dalam toko, sensor berat di rak memantau pergerakan barang. Lusinan kamera, yang dibuat khusus untuk melakukan tugas penglihatan komputer seperti deteksi gerakan dan deteksi objek, memantau aktivitas dari atas. *Edge Computing* adalah kunci untuk menyaring data yang tidak diperlukan dan membuat proses sinkronisasi menjadi lebih efisien. Seiring dengan perluasan Amazon Go, perusahaan akan mengumpulkan lebih banyak data pelanggan. Mereka tidak hanya tahu apa yang dibeli oleh setiap pelanggan, tetapi juga kebiasaan berbelanja mereka di dalam toko, dan apa yang membuat mereka berhenti untuk dilihat dan diambil, tetapi pada akhirnya tidak dibeli. Dengan mengumpulkan data ini, Amazon akan memiliki lebih banyak akses ke kehidupan seseorang daripada saat ini. Informasi akan aktivitas pelanggan yang semakin personal ini akan meningkatkan kebutuhan atas sistem wawasan yang digerakkan oleh AI.



IV. Pemetaan Potensi Aplikasi Teknologi IR 4.0 pada Rantai Nilai Industri Fesyen

4.1. Pemetaan Gugus Teknologi, Aktor Industri, dan Manfaat

Pengguna	Klaster	Nama Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
Petani Kapas	Otomatisasi	<i>Cotton harvesting machine</i>	<ul style="list-style-type: none"> Mesin yang digunakan dalam proses panen kapas 	<ul style="list-style-type: none"> Dapat memilih hasil panen yang terbaik dan tanpa henti dengan memeriksa tingkat kelembaban Dapat secara cepat memperoleh hasil maksimum dan tingkat kelembaban rata-rata Dapat bekerja lebih luas beberapa hektar per hari
	Otomatisasi	<i>Precision planter</i>	<ul style="list-style-type: none"> Penanaman berkecepatan tinggi dan akura 	<ul style="list-style-type: none"> Jarak yang tepat antara setiap penanaman benih Kedalaman yang tepat dari setiap penanaman Ketepatan pupuk dan granulasi mikro Tenaga kerja lebih efisien dan efektif Aplikasi lapisan film lebih cepat Mengatasi masalah melompat dan ganda Meningkatkan hasil
	Otomatisasi	<i>Cotton bed former</i>	<ul style="list-style-type: none"> Memberikan kemudahan dengan mengurangi beberapa tahapan pengerjaan konvensional, seperti tidak lagi diperlukan tahapan melonggarkan tanah terlebih dahulu. 	<ul style="list-style-type: none"> Mencegah penyebaran penyakit dan hama seperti cacing Boll merah muda Menggabungkan residu tanaman

Pengguna	Klaster	Nama Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
	Bioteknologi	Rekayasa Genetik kapas	<ul style="list-style-type: none"> • Rekayasa Genetik benih kapas dapat membuat tanaman tahan terhadap herbisida berbasis glifosat seperti Roundup Monsanto • Rekayasa dapat merangsang tanaman untuk menghasilkan racun yang membunuh bollworm (salah satu hama utama tanaman) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengurangi jumlah pestisida yang perlu dibeli petani untuk mengendalikan hama • Meningkatkan panen dan pendapatan pertanian dengan mengurangi kehilangan panen karena serangan hama
	Robotik	<i>Cotton picker robot</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan panen kapas dengan kuantitas yang tinggi • Peningkatan kualitas serat dan mengurangi resiko kehilangan hasil karena peristiwa cuaca 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Bollworm</i> diambil segera untuk menghindari hasil dan kualitas yang menurun atau hilang akibat hujan, angin, penyakit • Panen <i>top bolls</i> pada jatah maksimum yang diperbolehkan oleh unit panas musiman. • Tanaman yang belum matang di bagian atas dapat dipanen dan dipasarkan • Keseragaman serat, mengurangi daun dan kotoran di benih kapas untuk mempercepat proses ginning. • Tidak ada kontaminasi karena robot akan mengenali dan hanya mengambil serat kapas.
Petani Sutera	Bioteknologi	<i>Bivoltine silkworm breeds</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pembiakan ulat bertujuan untuk mencapai kinerja yang unggul dalam hal hasil telur, hasil sutra mentah kokon, stabilitas kokon, dan produksi 	<ul style="list-style-type: none"> • Kualitas sutera yang lebih baik • Lebih banyak produksi yang sesuai standar dan stabil di bawah kondisi lingkungan yang berbeda

Pengguna	Klaster	Nama Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
Petani Wol	Bioteknologi	Rekayasa Genetik	<ul style="list-style-type: none"> • Memodifikasi gen domba untuk menghasilkan wol berkualitas lebih baik 	<ul style="list-style-type: none"> • Memodifikasi gen domba untuk menghasilkan wol berkualitas yang lebih baik • Meningkatkan hasil • Meningkatkan kekuatan serat • Mengurangi diameter • Mengurangi kekakuan serat • Mengubah crimp • Menambah kilau • Memodifikasi properti permukaan untuk penggunaan khusus • Pemberantasan serat gelap dari bulu domba • Pencegahan serangan blowfly • Meningkatkan teknik panen wol biologis.
Produsen Bulu	Otomatisasi	Sorting machine	<ul style="list-style-type: none"> • Secara otomatis menyortir bulu berdasarkan ukurannya 	<ul style="list-style-type: none"> • Proses penyortiran yang lebih cepat dan lebih akurat • Lebih sedikit biaya tenaga kerja
Manufaktur Tekstil	Bioteknologi	Bio-fabrication	<ul style="list-style-type: none"> • Mikroorganisme hidup digunakan untuk membuat kain baru. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menawarkan bahan yang kuat, fleksibel, dan ringan. • Hemat waktu tanpa melalui langkah-langkah seperti benang pintal, kain tenun, dsb.

Pengguna	Klaster	Nama Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
				<ul style="list-style-type: none"> • Mengurangi limbah dalam fase produksi: air, transportasi, dan lahan pertanian. • Penghematan: tidak ada lagi pembuangan air limbah ke aliran dan sungai setempat. • Menyelamatkan ekosistem.
	Inovasi untuk keberlanjutan	Pewarnaan, Pencelupan oleh CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Solusi pencelupan yang bebas air dan bebas bahan kimia dengan menggunakan teknologi berbasis industri berdasarkan CO₂, bukan air. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hemat energi dengan menghilangkan kebutuhan untuk menguapkan air. • Biaya rendah karena siklus pendek, hemat energi dan tidak perlu pengolahan air. • Berbagai warna dihasilkan oleh zat warna yang menembus jauh ke dalam serat. • Kebebasan geografis karena tidak bergantung pada sumber air
	Otomatisasi	Computer Aided Design (CAD)	<ul style="list-style-type: none"> • CAD melibatkan penggunaan komputer secara efisien untuk menggambar dan merancang bagian atau produk, juga untuk analisis dan pengujian desain 	<ul style="list-style-type: none"> • Hemat biaya dan waktu dibandingkan menggunakan tenaga kerja manual. • Pelanggan dapat mengontrol proses • Data dapat dengan mudah disimpan dan dikirim melalui file komputer • Desain dapat dengan mudah disesuaikan dan dipersonalisasi

Pengguna	Klaster	Nama Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
				<ul style="list-style-type: none"> • Para perancang dapat memantau proses dari layar untuk menghasilkan swatches
	Otomatisasi	Machine Vision	<ul style="list-style-type: none"> • Presentasi dan inspeksi produk diselesaikan secara otomatis. • Inspeksi yang mengacu pada industri pakaian dapat didefinisikan sebagai pemeriksaan visual atau tinjauan bahan baku (seperti kain, benang jahit, kancing, trim, dll). 	<ul style="list-style-type: none"> • Proses dilakukan pada kecepatan tinggi, dengan efisiensi pemrosesan yang lebih besar dan biaya yang lebih rendah. • Pastikan produksi tekstil berkualitas tinggi sambil meminimalkan biaya dan memaksimalkan keuntungan. • Memungkinkan produsen untuk memasok barang yang hampir bebas cacat, meminimalkan pemborosan, dan mempromosikan lingkungan yang berkelanjutan

<p>Desainer</p>	<p>3D Technology</p>	<p>3D Printing / Additive Manufacturing (AM)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pencetakan 3D atau manufaktur aditif adalah proses pembuatan benda padat tiga dimensi dari file digital • Bahan cetak 3D memungkinkan sifat fisik untuk dimasukkan dalam bidang tekstil tertentu (seperti potongan yang fleksibel, tahan air, kaku atau buram yang dapat digabungkan menjadi pakaian tunggal) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk membuat produk • Menghilangkan kendala yang sering dialami dengan metode manufaktur tradisional yang biasa. • Memungkinkan perancang busana untuk melampaui batas- batas tradisional desain. • Memungkinkan mereka untuk mengubah beberapa konsep desain yang paling menantang menjadi kenyataan
-----------------	----------------------	--	--	--

Pengguna	Klaster	Nama Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
				<ul style="list-style-type: none"> • Tanpa perlu cetakan khusus, desainer bebas untuk membuat geometri dan struktur yang rumit (tidak hanya menyenangkan secara estetika, tetapi dapat menambah fungsionalitas cerdas) • Pakaian dapat dibuat agar sesuai dengan ukuran setiap bagian tubuh, sehingga memungkinkan personalisasi yang tinggi
Produsen dan Penjahit	Otomatisasi	Automatic cut plan	<ul style="list-style-type: none"> • Memperkirakan bahan yang diperlukan untuk pemesanan secara akurat • Membuat proses perencanaan pemotongan otomatis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk memperkirakan bahan yang diperlukan sesuai pemesanan secara akurat dan membuat proses perencanaan pemotongan otomatis. • Pemesanan kain yang tepat melalui estimasi AI • Pemanfaatan Algoritma Optimasi untuk optimalisasi penggunaan air • Efisiensi dan akurasi inspeksi kain tanpa kelelahan.
Desainer dan Manufaktur	Artificial Intelligence	Artificial Intelligence (AI)	<ul style="list-style-type: none"> • Mengetahui tren di pasar dan jenis produk apa yang bersedia dibeli oleh pelanggan, sehingga membantu dalam membuat produk yang tepat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikasi tren yang akan datang lebih cepat daripada kompetitor dalam industri untuk meningkatkan proses desain

Pengguna	Klaster	Nama Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
			<ul style="list-style-type: none"> • Pengetahuan dari sistem AI berguna untuk desainer, yang kemudian dapat menggunakannya untuk membuat keputusan desain untuk koleksi berikutnya. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengurangi waktu yang diperlukan untuk membawa model tertentu ke pasar. • Membantu produsen untuk menyusutkan proses pembuatan secara besar-besaran dari 180 hari menjadi 35 hari atau hingga 15 hari untuk beberapa perusahaan. • Memungkinkan produsen dan pengecer untuk memberikan rekomendasi style yang dipersonalisasi kepada pelanggannya, sesuai dengan gaya hidup dan anggaran mereka. • Melengkapi generasi baru pemimpin ritel dengan keterampilan baru dan memberi inspirasi untuk desain mereka dengan bantuan AI.
	Teknologi Blockchain	Aplikasi Blockchain untuk rantai pasokan dan manajemen inventaris	<ul style="list-style-type: none"> • Solusi blockchain di industri berasal dari kemampuannya yang unik untuk membuat tautan fisik-digital antara barang dan identitas digital mereka di blockchain. Seringkali, segel kriptografi atau nomor seri bertindak sebagai pengidentifikasi fisik, yang menghubungkan kembali ke "kembaran digital" masing-masing produk. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat melindungi produk dari pemalsuan. Untuk setiap item mode, asal dan kepemilikannya dapat dilacak hingga sumbernya. Produk atau replika palsu tidak akan memiliki rantai catatan yang otentik dan karenanya dapat dengan mudah dilacak.

Pengguna	Klaster	Nama Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
	Inovasi untuk keberlanjutan	Moisture Management Application	<ul style="list-style-type: none"> Aplikasi yang berkinerja tinggi dan memungkinkan kain melengkung dan menyebarkan keringat, lebih baik daripada, sebagian besar kain sintetis berteknologi tinggi. 	<ul style="list-style-type: none"> Menyerap kelembaban dengan cepat. Kontrol suhu tubuh. Mengurangi bau badan.
	Teknologi Robotik	Sewing Robots	<ul style="list-style-type: none"> Sebuah robot yang dirancang untuk membantu sektor produksi garmen, dengan kombinasi teknik pintar yang masuk ke dalam desain robot serta proses pengerasan dalam persiapan kain untuk proses menjahit otomatis. 	<ul style="list-style-type: none"> Menurunkan tenaga kerja yang dibutuhkan Biaya lebih rendah untuk volume produksi yang lebih besar
	3D Teknologi	3D Modelling Software / Garment simulation	<ul style="list-style-type: none"> Teknologi visualisasi garmen 3D dengan solusi simulasi garmen 3D true-to-life. 	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan wawasan AI real time untuk memodifikasi mode hingga tahap produksi. Digunakan untuk membantu brand atau manufaktur dalam menghasilkan barang sesuai permintaan dan menciptakan cara baru untuk penyesuaian. Tingkatkan kolaborasi antara pembuat pola, desainer dan vendor, dengan memvalidasi desain yang siap untuk pencetakan digital atau sublimasi.
	Analitik	Pelacak dan prediksi tren	<ul style="list-style-type: none"> Alat yang menggunakan sinyal perilaku online untuk memprediksi tren mode dalam rangka meningkatkan dan memvalidasi intuisi desainer dalam proses kreatif mereka 	<ul style="list-style-type: none"> Memberikan petunjuk tentang apa yang paling mungkin menjadi tren. Membantu memprediksi kapan suatu mode siap di pasar

Pengguna	Klaster	Nama Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
	Komputasi Awan (Cloud)	Cloud computing (Real-time data).	<ul style="list-style-type: none"> Digunakan oleh brand dan pabrik dalam membantu mereka menerima umpan balik secara real-time dan menginformasikan segala cacat atau kerusakan barang, membantu penghematan, mengurangi limbah, dan mengirimkan produk yang memadai pada waktu yang tepat 	<ul style="list-style-type: none"> Memberi produsen wawasan yang lebih cepat untuk menentukan area mana yang paling memengaruhi kinerja dan penjualan Memberikan wawasan tentang bagaimana peralatan manufaktur dan masa pakai mesin dapat ditingkatkan. Membantu perusahaan untuk bekerja sama dari berbagai belahan dunia secara bersamaan, memungkinkan mereka untuk mengakses data yang relevan, memfasilitasi komunikasi yang lebih cepat, lebih produktif, dan lebih jelas.
	Teknologi Seluler	Mobile apps for Product Lifecycle Management (PLM)	<ul style="list-style-type: none"> Konektivitas seluler PLM untuk mengunggah informasi dan gambar, berkomunikasi dengan desainer, dan mempertahankan alur kerja secara real-time. PLM atau Manajemen Siklus Hidup Produk merupakan teknologi dasar yang menghubungkan semua pihak yang terkait dengan pembuatan produk seperti merchandising, perencanaan, desain, desain teknis, pengembangan produk, pengembangan bahan, sampel, ulasan fit, pengujian produk, kualitas produk, sumber, manufaktur, presentasi ritel, dsb. 	<ul style="list-style-type: none"> Menghemat waktu untuk mengunggah semua gambar yang dikumpulkan dalam batch Merampingkan kolaborasi dengan meningkatkan efisiensi, memotong admin dan membuat keputusan secara real time, sehingga tim dapat membuat produk yang dapat dipasarkan lebih cepat. Mengurangi jumlah email, rapat, panggilan telepon, dan waktu yang dihabiskan untuk mencari atau memperbarui informasi.

Pengguna	Klaster	Nama Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
				<ul style="list-style-type: none"> Mengoptimalkan operasional, membebaskan tim untuk fokus pada inovasi, inisiatif strategis dan pengembangan bisnis seperti desain yang lebih baik, pemasok baru, bahan baru, meluncurkan kategori produk yang sama sekali baru atau koleksi, saluran atau geografi
Retailers/Pengecer	Komputasi Awan	Clienteling Point of Sale (POS)	<ul style="list-style-type: none"> Membantu anggota staf membantu pelanggan Memberikan saran kepada staf tentang produk agar pelanggan dapat melengkapi pembelian mereka Saran untuk staf yang melayani selera pelanggan Jawaban informasi yang mendalam dan jelas tentang barang yang mungkin dibeli pelanggan 	<ul style="list-style-type: none"> Membantu staf untuk membantu pelanggan Memberikan staf terkait akses mudah untuk segala informasi
	Analitik	Enterprise Resource Planning (ERP) Software	<ul style="list-style-type: none"> Integrasi e-commerce Pemrosesan pesanan pelanggan, EDI terintegrasi Distribusi dan manajemen gudang Akuntansi keuangan terintegrasi Pelaporan komprehensif 	<ul style="list-style-type: none"> Membantu pengecer untuk mengelola operasional bisnis dari pesanan hingga pengiriman, perencanaan hingga produksi, bahan baku, dll Pengecer dapat memiliki informasi untuk membuat bisnis yang lebih baik

Pengguna	Klaster	Nama Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
	Artificial Intelligence	Rekomendasi personalisasi	<ul style="list-style-type: none"> • Alat untuk menganalisis perilaku pelanggan dalam berbelanja • Memberikan rekomendasi pribadi untuk mempertahankan pelanggan, mempertahankan loyalitas pelanggan, dan menjaga perusahaan tetap untung. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mempertahankan pelanggan baru • Keterlibatan pelanggan baru
	Artificial Intelligence	Digital Personal Shopping Assistant	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan rekomendasi mode berdasarkan tren media sosial 	<ul style="list-style-type: none"> • Peningkatan layanan • Memberikan pengalaman pelanggan (UX) • Memberikan wawasan secara real time tentang preferensi konsumen, merek yang sedang tren, produk-produk populer yang disegmentasi oleh masing-masing toko, lokasi, timeline (hari, minggu, bulan, musim, tahun dll) • Membantu pengecer untuk membuat keputusan lebih cepat terkait dengan operasi mereka dan strategi UX
	Artificial Intelligence	Message Bots	<ul style="list-style-type: none"> • Merangsang percakapan atau obrolan dengan pengguna dalam bahasa alami melalui aplikasi pengiriman pesan, situs web, aplikasi seluler, atau telepon untuk meningkatkan pengalaman pelanggan • Menjawab pertanyaan dari pelanggan kapan saja 	<ul style="list-style-type: none"> • Meningkatkan layanan pelanggan • Pelanggan dapat bertanya kapan saja • Meningkatkan keterlibatan pelanggan • Pengecer dapat memonitor data konsumen dan mendapatkan insight

Pengguna	Klaster	Nama Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
	AR / VR	AR Shopping App	<ul style="list-style-type: none"> • Memertahankan penempatan benda-benda dunia nyata sambil meningkatkan gambar dengan berbagai komponen sensorik tambahan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan pengalaman nyata kepada pelanggan tentang kehidupan di balik layar
	AR / VR	Virtual Reality Headset	<ul style="list-style-type: none"> • Menyelinap dan mengintip di balik layar di peragaan busana mereka 	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan pengalaman nyata kepada pelanggan tentang kehidupan di balik layar
	Internet of Things (IoT)	Smart Fitting Room	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan saran mode baru untuk orang-orang ketika melewati atau memasuki toko • Menunjukkan bahwa pakaian yang dicoba oleh pelanggan akan terlihat bagus pada kondisi tertentu • Memberikan saran untuk pelanggan terkait ukuran atau warna, barang yang melengkapi pembelian 	<ul style="list-style-type: none"> • Menarik pelanggan untuk mengunjungi toko • Memberikan UX toko pelanggan • Layanan toko yang maju dan terdepan
	Internet of Things (IoT)	Smart Beacons (Beacon Tech)	<ul style="list-style-type: none"> • Pemasaran dan keterlibatan pelanggan 	<ul style="list-style-type: none"> • Mendukung analisis pemasaran internal • Mendukung analisis personalisasi pelanggan • Melacak pergerakan pelanggan di dalam toko • Membantu pelanggan menemukan jalan di sekitar toko • Memberi tahu pelanggan diskon dan kupon di toko • Menarik pelanggan ke acara di dalam toko

Pengguna	Klaster	Nama Teknologi	Kegunaan	Keuntungan
	Internet of Things (IoT)	Self-checkout stations (RFID)	<ul style="list-style-type: none"> Mengizinkan pelanggan berbelanja tanpa ke teller dan antrian 	<ul style="list-style-type: none"> Membantu proses checkout lebih efisien Menghilangkan kerepotan seperti jalur checkout yang panjang atau jam yang tidak nyaman
	Otomatisasi	Warehouse Automation	<ul style="list-style-type: none"> Mengotomatiskan operasi di gudang. Beberapa fungsinya adalah: <ul style="list-style-type: none"> Atribut stok generik (Ukuran, Warna, Gaya) Otomatis dalam pergerakan produk ke setiap bagian proses Pertukaran pesan EDI 856 (ASN) penuh Memesan daftar pengepakan baik pada tingkat pesanan atau karton yang menghubungkan SKU individual ke karton bernomor Matriks transportasi untuk mengkonsolidasikan pengiriman dan pencetakan label operator dan catatan pengiriman Manajemen paket rasio 	<ul style="list-style-type: none"> Memberikan kemampuan untuk menawarkan pengiriman hari berikutnya untuk semua pesanan yang dilakukan sebelum tengah malam Pengiriman lebih cepat Operasi yang lebih efisien



4.2. Identifikasi Pengguna Teknologi dan Institusi Penyedia Teknologi 4.0 di Tingkat International di Industri Fesyen: *Global Benchmarking*

Klaster	Player	Tech Name	User of Tech	Provider of Tech
3D Technology	Desainer	3D Printing / Additive manufacturing (AM)	Balenciaga, Chanel	Big tech provider: MakerBot Industries, LLC, Ultimaker
	Desainer, Pengecer	3D Modelling Software / Garment simulation	Adidas, Emilio Pucci	Small tech provider: CLO Virtual Fashion Inc
Analytics	Desainer, Pengecer	Trend tracking tool	Designers, retailers	Big tech provider: Makersights, Google Trends
	Pengecer	Enterprise Resource Planning (ERP) Software	Pengecer	Small Provider: NGC
Analytics ; Cloud technology ; Mobile technology	Pengecer	Clienteling point of sale (POS)	Pengecer	Small Provider: LS Retail
Artificial Intelligence	Desainer, Produsen/Pabrik	Artificial Intelligence (AI) tools	H&M, Tommy Hilfiger	Big Tech providers: Stitch Fix, IBM, Amazon Small Tech Providers: Stylumia Intelligence Technology Pvt. Ltd., India.
	Pengecer	Personalised recommendation software	Pengecer	Small Provider: LS Retail
	Pengecer	Digital personal shopping assistant	Pengecer	Small Provider: Piktorlabs
	Pengecer	Message bots	Burberry, Tommy Hilfiger, Estee Lauder, H&M, Levi's	Small Provider: Expert System
Augmented Reality (AR) / Virtual Reality (VR)	Pengecer	Augmented Reality Shopping App	Zara	Zappar
	Pengecer	Virtual Reality Headset	Dior	DigitasLBI Lab France

<i>Automation</i>	Petani Kapas	<i>Cotton harvesting machine</i>	Petani Kapas	Small providers: Vomax Instrumentation, Gomsel-mash
	Petani Kapas	<i>Precision planter</i>	Petani Kapas	Small providers: Techni-Plant FL built by Norseman Tempo by Vaderstad
Klaster	Player	Tech Name	User of Tech	Provider of Tech
	Petani Kapas	<i>Cotton bed former</i>	Petani Kapas	Small providers: Northwest Tillers
	Petani Kapas	<i>Drip Irrigation (precision farming)</i>	Petani Kapas	Small providers: Netafim USA Toro Ag (Italy)
	Pengolahan	<i>Sorting machine</i>	Small users: Bel-Pol, Bettfedernfabrik Schwarzfischer GmbH, European Down and Feather, Zhejiang Wanxiang Bedding, The Sea Feather Company, Peter Kohl	Small providers: Hangzhou Hangtian Speed Variator Co. Ltd
<i>Biotechnology</i>	Petani Kapas	<i>Genetically Modified Cotton</i>	Petani Kapas	Big providers: Monsanto
	Desainer	<i>Bio-fabrication</i>	Konsumen, desainer	Small tech providers: Fabric from fungus: NEFFA, BioCouture 1. Spider silk: AMSilk 2. Bacteria Dyeing: Living Colour, Faber Futures
	Pengolahan/Produsen	<i>Wood pulp modification, cellulose dissolution and fibre quality generation</i>	Man made cellulose producer: Lenzing AG Baoding Swan Fiber, Celanese Corporation, Century Rayon, Daicel Chemical Industries, Eastman Chemical Company Fast Fashion: H&M	GRETE, the Green chemicals and technologies for the wood-to-textile value chain project by the Bio-based Industries Joint Undertaking (BBI JU)
	Petani sutra	<i>Bivoltine silkworm breeds</i>	Petani sutra	Kraig Biocraft Laboratories MIT Media Lab
	Petani wol	<i>Genetic manipulation</i>	Petani wol	CSIRO research project and other scientists

Klaster	Player	Tech Name	User of Tech	Provider of Tech
<i>Blockchain Technology</i>	Desainer, Produsen/Pabrik	<i>Blockchain applications for supply chain and inventory management</i>	Desainer, Produsen/Pabrik	Loomia
<i>Cloud technology</i>	Desainer, Pengecer	<i>Cloud computing (Real-time data).</i>	Zara, ASOS	Microsoft, SAP, Badgley Mischa, IQMS
<i>Innovation for sustainability</i>	Petani Kapas	<i>Biodegradable film technology</i>	Petani Kapas	Small providers: OneCrop
	Desainer	<i>Color-changing technology</i>	Konsumen	Research labs: University of Michigan
	Desainer	CO2 Dyeing	Big user: Nike, Adidas, Peak Performance	Small tech provider: DyeCoo
	Desainer, Produsen/Pabrik	<i>Moisture Management Application</i>	Konsumen, desainer	Small tech provider: CottonInc
	Teknik Fasyen	Engineered fiber (NuCycl)	Big user: Adidas by Stella McCartney	Small tech provider: Evrnu
IoT	Pengecer	<i>Smart Video Wall & Interactive mirror</i>	Nordstrom Macy's Inc Kate Spade	Big Provider: eBay
	Pengecer	Smart beacons (Beacon Technology)	Pengecer	Big Providers: Google Apple
	Pengecer	<i>Self-checkout stations (RFID)</i>	Zara Rebecca Minkoff	Small Provider: QueueHop
<i>Mobile Technology</i>	Desainer, Pengecer	<i>Mobile apps for Product Lifecycle Management (PLM)</i>	Desainer, Pengecer	Big Tech Provider: Centric Software Inc
	Pengecer	<i>E-commerce / Online shop</i>	Boohoo, missguided Gucci, Burberry, Hermes	Shopify
Robotics	Petani Kapas	<i>Cotton picker robot</i>	Petani Kapas	Small providers: Cotton Incorporated (in development)
	Desainer, Produsen/Pabrik	<i>Sewing Robots</i>	Produsen/Pabrik	Small providers: SoftWear, Kniterate, Fabrican, Sewbo, Zornow



V. Penerapan Teknologi 4.0 di Tingkat International pada Rantai Nilai Industri Fesyen: *Global Practices*

5.1. Pembuatan Bahan Baku

Petani Kapas

Alat atau Mesin Panen Kapas

Pemanenan adalah proses akhir dari serangkaian kegiatan dalam budidaya tanaman. Penanganan yang kurang atau tidak benar selama proses pemanenan akan beresiko kehilangan hasil. Begitu juga dengan penanganan pasca panen kapas. Penanganan yang kurang tepat tentu saja akan menurunkan kualitas kapas yang dihasilkan. Bagian tanaman kapas yang dipanen adalah serat yang berada dalam buah kapas. Guna mendapatkan kapas berkualitas tinggi haruslah memperhatikan proses pemanenan kapas itu sendiri. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam proses pemanenan adalah periode kematangan buah, saat pemetikan dan metode termasuk mesin dan teknologi dalam pemanenan. Cara pemanenan kapas dapat dilakukan secara manual dengan tangan ataupun melibatkan tenaga mesin pemanen kapas. Secara sederhana, buah kapas yang sudah terbuka, seratnya dapat langsung dipetik dengan tangan. Bagian yang dipetik hanya seratnya saja, tidak kulit buah. Dengan cara ini, petani dapat langsung memisahkan antara kapas yang baik dan rusak. Pemetikan secara manual, meskipun melibatkan tenaga kerja yang besar dan waktu yang relatif lama, sangat efektif pada varietas yang tidak masak serempak. Pemanenan menggunakan mesin pemanen ditemukan efektif pada area penanaman skala besar.

Cotton harvester

Mesin ini digunakan untuk memanen kapas. Pemanenan kapas pada dasarnya merupakan proses pemetikan atau pengambilan kuntum-kuntum kapas. Terdapat dua cara dasar dalam proses pemanenan kapas yaitu, pengupasan (*strippers*) dan pemetikan (*pickers*). Jenis pengupasan (*stripper type*) bekerja dengan cara mengambil buah kapas dalam keadaan utuh dari tanaman, sedangkan jenis pemetik (*picker type*) bekerja dengan cara hanya mengambil biji-biji kapas yang sudah mekar atau berambut.

Cotton Stripper

Mesin ini merupakan jenis mesin yang menggunakan perangkat seperti jari berikat, saling menyeret, berbentuk jari atau sisir, gulungan baja atau sikat untuk menghilangkan duri dari semua tanaman. *Cotton stripper* merupakan pengembangan lebih lanjut sebuah alat yang bernama *sled box*, yang bagian depannya diberi jeruji untuk menyisir buah kapas, dan kapas tersebut akan tertampung di bagian belakang dari box atau kotak penampungan di bagian belakang.

Stripper Tipe Rolls

Mesin ini terdiri dari dua piring-loaded paralel roll, sepanjang 48 inchi ditempatkan dengan membentuk sudut 30° (tiga puluh derajat) dengan bidang berlawanan dengan putaran roll pada mesin panen. Sementara buah-buah kapas dilepas dari pohonnya, mereka dijatuhkan dari pohon serta dipindahkan ke tempat penampungan dengan menggunakan conveyor (yaitu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain).

Mesin Cotton Picker

Mesin *cotton picker* sangat cocok untuk daerah-daerah beririgasi dengan curah hujan yang tinggi, hasil per hektar cukup tinggi, serat kapas panjang, tipe buah (*bolts*) terbuka, serta pertumbuhan vegetatif pohon bertingkat. Sedangkan stripper sesuai untuk tanaman kapas yang kecil, hasil per ha rendah, serat kapas pendek dan kapas mudah dibersihkan dari biji dan kotoran-kotoran lainnya. Karena harga stripper jauh lebih murah dari harga picker, biaya pemeliharanya juga jauh lebih rendah, sehingga stripper sangat sesuai digunakan untuk perkebunan kapas dengan luasan kecil.

Robot Pemetik Kapas (Cotton Picker Robot)

Robot *harvest* memberi kemampuan untuk dapat sering memanen kapas dengan sistem robotik termasuk peningkatan kualitas serat dan mengurangi resiko kehilangan hasil karena peristiwa iklim atau keadaan cuaca. Pekerjaan di bidang ini sudah dalam proses pengembangan dan penerapan di India dan Cina di mana mereka juga telah membuat kemajuan dalam menggunakan mesin untuk mengidentifikasi biji buah kapas dan telah mengusulkan sistem vakum untuk menghilangkan buah kapas menggunakan lengan robot. Representasi tiga dimensi dari tanaman kapas yang berasal dari sensor menggunakan laser untuk menentukan seberapa jauh suatu objek dari suatu unit, seperti LIDAR, *Light Detection*, dan *Ranging*. Kemampuan untuk secara otomatis menemukan biji buah kapas dalam tiga dimensi adalah langkah penting untuk panen kapas menggunakan teknologi robot. Peneliti lain telah mengembangkan sistem pencitraan atau penggambaran stereoskopik yang dapat mengklasifikasikan tanaman kapas yang telah didefoliasi (dari *platform* yang bergerak dengan kecepatan 1,5 mph). Selain itu, mereka juga bereksperimen dengan cara panen biji buah kapas menggunakan sistem vakum. Robot pemetik kapas yang berfungsi seperti memetik dengan tangan dapat memberikan banyak manfaat. Kualitas serat akan meningkat cukup signifikan, dimana biji buah kapas dipetik segera setelah terbuka untuk menghindari hasil dan kualitas yang hilang akibat hujan, angin, penyakit dan residu serangga. Biji buah kapas memiliki potensi lebih kecil untuk terkena dampak dari badai pasir, serta mengurangi resiko abrasi jarum pada tekstil tenun. Biji buah kapas bagian atas dapat mencapai kematangan maksimum yang disebabkan oleh unit panas musiman. Robotik juga dapat membantu proses pemisahan serat kapas. Misalkan, *Cotton Gin* adalah sebuah mesin yang memisahkan biji, kulit biji, dan benda kecil lainnya dari serat kapas. Nol kontaminasi (kantong plastik, mulsa, kapas lengket) lebih mudah dicapai karena teknologi robot akan mengenalinya dengan hanya mengambil serat kapas.

Selain itu, alat bantu panen dapat dihilangkan atau dikurangi dengan tujuan menghemat biaya, sehingga memungkinkan dedaunan tetap pada tanaman dan melindungi boll yang baru tumbuh dan terbuka dari kerusakan akibat angin. Misalkan, robot panen dapat kembali lebih cepat ke ladang setelah hujan turun karena lebih sedikit mengurangi gangguan medan dibandingkan dengan pemanen

mesin tradisional. Dengan asumsi beberapa robot kecil, kegagalan satu robot akan memiliki dampak yang lebih terbatas pada proses panen dibandingkan dengan satu mesin yang mencakup 80 hektar per hari. Mesin panen yang besar dan mahal akan terus bekerja selama 11 (sebelas) bulan. Platform robot bisa multi-tugas pada operasional lain seperti *scouting*, *weeding* (penyiangan), pengendalian hama, dan agnostik tanaman.

Precision Planter

Pada perkebunan tradisional, benih jatuh bebas melalui tabung benih dari meteran atau pengukur benih menuju ke tanah. Ketika getaran muncul akibat kecepatan penebaran benih meningkat, benih tersebut akan memantul dalam tabung benih, dan banyak benih yang hilang atau terbuang. *Precision planter* merupakan solusi teknologi untuk permasalahan ini. *Precision planter* adalah penanam berkecepatan tinggi yang menghasilkan ketepatan dua kali lipat dari penanam tradisional. Mesin ini dapat menanam berbagai macam tanaman dengan hasil yang sangat baik dan dengan mudah mengubah jarak baris dan pengaturan mesin untuk berbagai tanaman, teknologi tersebut menawarkan fleksibilitas tinggi di pertanian. Hasilnya adalah peningkatan efisiensi dan meminimalkan biaya alat berat per hektar. Inti dari *Precision planter* adalah unit pengukuran benih yang unik yaitu *Gilstring Seed Meter*, dimana teknologi ini dapat memberikan presisi yang tinggi pada kecepatan yang sangat tinggi. *Precision planter* juga memiliki teknologi *PowerShoot*, yang menggunakan tekanan udara untuk mempertahankan kendali penuh atas benih yang dijatuhkan ke tanah. Dengan menghilangkan gravitasi dari persamaan, kecepatan tidak menjadi kendala bagi *precision planter*.

Cotton Bed Former

Cotton bed former merupakan teknologi yang memiliki biaya minimum dalam persiapan bed untuk menanam benih kapas, dengan mengurangi tahapan melonggarkan tanah terlebih dahulu. Tindakan penggilingan unit ini menghilangkan gumpalan tanah, menghasilkan penetrasi air yang merata dan tanah yang lebih sehat, serta mencegah penyebaran penyakit dan hama. *Cotton bed former* ini akan menggabungkan batang akar kapas secara menyeluruh, hingga kedalaman 14 $\frac{3}{4}$ inci untuk menghasilkan mikro biotope yang sehat, di mana mikroflora dan mikro-fauna yang bermanfaat dapat hidup. *Bed Former* dilihat sebagai cara untuk membangun area yang terlindung dan berdrainase baik untuk menanam tanaman.

Sistem Irigasi Presisi

Teknologi ini memiliki penjadwal irigasi yang dikombinasikan dengan metode konvensional yang ada, agar dapat menawarkan solusi yang layak bagi petani dari tantangan penjadwalan yang mereka miliki. Para petani dapat menghemat waktu, uang, dan sumber daya di seluruh proses jika teknologi ini digunakan dengan benar dalam berbagai situasi irigasi. Irigasi tetes (*drip irrigation*) memungkinkan penjadwalan dan pengiriman air irigasi untuk memenuhi permintaan atau kebutuhan tanaman setiap hari. Hal ini dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman sambil menghindari tekanan air yang dapat memberikan pengaruh negatif terhadap hasil yang diperoleh. Bila dibandingkan dengan metode tradisional irigasi kapas, seperti banjir atau alur, irigasi tetes dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air, sehingga membuktikan penghematan yang signifikan untuk pertanian, dan terutama untuk isu lingkungan.

Kapas yang Dimodifikasi Secara Genetik

Kapas *Gossypium hirsutum* adalah salah satu komoditas perkebunan penghasil serat alam untuk bahan baku tekstil dan produk tekstil. Serangga hama merupakan kendala utama pada produksi tanaman kapas. Jenis serangga hama utama pada tanaman kapas adalah *Helicoverpa armigera*, *Pectinophora gossypiella*, *Heliothis virescens*. Salah satu pengendalian hama kapas adalah penggunaan varietas tahan hama. Perbaikansifat tanaman kapas dapat dilakukan melalui modifikasi genetik baik dengan pemuliahan tanaman secara konvensional ataupun dengan bioteknologi, khususnya teknologi rekayasa genetika. Kadangkala dalam perakitan varietas kapas tahan serangga hama, metode konvensional mengalami suatu kendala yang sulit dipecahkan, yaitu langkanya atau tidak adanya sumber gen ketahanan di dalam koleksi plasma nutfah kapas. Contohnya, sumber gen ketahanan yang langka adalah gen ketahanan terhadap serangga hama dari kelompok Lepidoptera, khususnya CBW. Saat ini, kesulitan pemulia konvensional tersebut dapat diatasi dengan teknologi rekayasa genetika melalui kapas transgenik. Melalui rekayasa genetika, dihasilkan kapas transgenik yang memiliki sifat baru, yaitu ketahanan terhadap CBW. Gen yang ditransfer ke dalam genom tanaman kapas untuk membentuk kapas transgenik bisa berasal dari spesies lain, bakteri, virus, atau tanaman. Salah satu contoh gen untuk ketahanan serangga hama adalah Bt. Gen Bt adalah gen hasil isolasi bakteri tanah *Bacillus thuringiensis*.

Manipulasi Genetika Wol

Manipulasi genetika memungkinkan modifikasi gen domba untuk menghasilkan wol berkualitas lebih baik. Teknik manipulasi genetik memungkinkan penyisipan gen tunggal sebagai DNA ke dalam genom hewan ternak, sehingga memperoleh fenotipe baru dengan perubahan karakter produksi. Dalam kasus domba, variasi gen tunggal dapat ditargetkan untuk pertumbuhan dan penyempurnaan wol. Terdapat dua strategi utama, yaitu: Pertama, untuk meningkatkan karakter tertentu, ‘perolehan fungsi’. Kedua, untuk mengurangi atau sepenuhnya menghilangkan karakter produksi atau ‘kehilangan fungsi’. Secara teoritis, manipulasi genetik dapat mengubah banyak aspek pertumbuhan wol serta dapat memberikan informasi yang diperlukan tentang gen apa yang terlibat beserta sifat-sifatnya. Daftar berikut terdiri dari karakteristik fenotipik yang penting untuk penggunaan wol, yaitu: meningkatkan hasil; meningkatkan kekuatan serat; mengurangi diameter; mengurangi kekakuan serat; mengubah crimp; meningkatnya kilau; memodifikasi properti permukaan untuk penggunaan khusus; pemberantasan serat gelap dari bulu domba; dan pencegahan serangan *blowfly*.

5.2. Pengolahan Bahan Baku

Computer Aided Design

Computer-Aided Design (CAD) adalah penggunaan berbagai alat berbasis komputer yang membantu para perancang atau desainer profesional dalam membuat desain. Beberapa program menyediakan pemodelan 3D dari desain kain atau tekstil, sementara yang lain membantu dalam merancang pola, desain kain dan desain bordir atau hiasan. Banyak perancang tekstil dan fashion menggunakan sistem CAD. Perancang secara umum akan mulai dengan menggambar tangan

beberapa gambar kasar (sketsa). Kemudian, mereka akan memindai gambar tersebut ke komputer dan mulai menggunakan CAD. Seorang desainer menggunakan CAD untuk memodifikasi rancangan desain dan membuat perubahan. Bergantung pada jenis tekstil yang dibuat oleh seorang desainer, mereka mungkin menggunakan berbagai jenis perangkat lunak CAD. Terdapat sebuah sistem untuk desain tekstil umum serta membuat kain rajutan dan cetakan. Terdapat sistem CAD untuk aplikasi ilustrasi dan sketsa yang memungkinkan seseorang untuk menggambar secara langsung di komputer. Terdapat sistem CAD yang menunjukkan kepada perancang atau desainer bagaimana suatu jenis kain dapat menjadi kunci potensi sebuah pakaian dalam sisi komersial. Beberapa program CAD bahkan dapat mendesain pola bordir. CAD dapat mengambil alih seluruh proses desain dan memungkinkannya dilakukan di teknologi komputer. Sebagai contoh, saat membuat pola tekstil dengan bunga berwarna-warni, seorang desainer dapat mengubah pola geometris bunga, membuatnya menjadi warna yang berbeda, mengubah warna latar belakang, mengubah ukurannya dan memutarnya. Ini semua bisa dilakukan di layar komputer dan tanpa menggambar ulang setiap konsep.

Mesin Penglihatan (Machine Vision) untuk Inspeksi

Dalam industri di mana pembeli menilai produsen atas kemampuan mereka untuk secara konsisten menghasilkan tekstil berkualitas tinggi dengan biaya rendah, produsen harus melembagakan proses kendali mutu sejak awal hingga akhir produksi untuk memastikan bahwa produk akhir berkualitas tinggi. Sistem *Machine Vision* yang menggunakan kamera pemindaian garis (*line scan camera*) memiliki kemampuan untuk bekerja dengan jaringan material yang kontinyu dan secara konsisten mendeteksi perubahan pola, perubahan warna dan tekstur, serta cacat lain pada tekstil yang bergerak dengan laju yang dapat diprediksi di seluruh lini produksi.

Data yang dihasilkan oleh kamera pemindaian garis dapat digunakan untuk membuat gambar dua dimensi (2D) atau secara otomatis membuat peta yang menunjukkan dengan tepat di mana cacat berada di permukaan tekstil. Bagian kualitas kontrol kemudian meninjau peta kecacatan untuk memastikan validitasnya. Beberapa inspektur kualitas kontrol mencari cacat tipikal antara lain termasuk kerusakan air, salah cetak, serat asing, bintik-bintik minyak. Perangkat pengolah gambar kemudian menganalisis gambar atau peta cacat untuk membangun rencana pemotongan virtual. Proses ini memungkinkan pabrikan untuk secara virtual membuat rencana pemotongan yang akan menghasilkan hasil yang lebih besar dengan cacat minimal, sebelum memotong fisik tekstil. Setelah hasil pemotongan yang ideal dihasilkan, pabrik kemudian dapat mengimplementasikan rencana tersebut dan menyiapkan tekstil untuk pengiriman. Alat berat dengan vision system memungkinkan produsen untuk memproduksi tekstil berkualitas tinggi sambil meminimalkan biaya dan memaksimalkan keuntungan. Dengan mendeteksi cacat sebelum hasil tekstil sampai ke tangan pembeli, alat berat dengan vision system memungkinkan produsen untuk memasok barang yang bebas cacat, meminimalkan pemborosan, dan mempromosikan partisipasinya terhadap lingkungan yang berkelanjutan.

Bio-Fabrikasi

Bio-Fabrikasi adalah kumpulan komposit multimaterial yang dibuat oleh bakteri. Menyadari bahwa bakteri dapat digunakan untuk membuat bahan dengan sifat yang berbeda, perusahaan desain

berupaya untuk menggabungkan beberapa sifat seperti fleksibilitas dan kekakuan, transparansi dan opasitas menjadi potongan-potongan material komposit yang mirip dengan struktur tekstil. Proses ini dimulai dengan pengembangan strain bakteri sintetis baru yang menghasilkan bahan dengan tiga sifat berbeda: kekakuan, fleksibilitas, dan pola rumit. Selanjutnya, para desainer menggunakan bakteri untuk menumbuhkan lembaran komposit dari gula. Tekstil biopolimer akan menunjukkan kekuatan dan transparansi serta lebih ramah lingkungan daripada plastik yang berasal dari minyak bumi.

Terdapat beberapa jenis bio-fabrikasi yang telah diterapkan di industri tekstil. Pertama, menumbuhkan sutera laba-laba dengan bakteri. Jenis bio-fabrikasi ini menggunakan bakteri hasil rekayasa genetika untuk mengatasi masalah itu. Di dalam bioreaktor fermentasi, bakteri menghasilkan protein sutera laba-laba, yang kemudian dipintal menjadi serat, menciptakan bahan baru dengan sifat unik. Material ini tidak membutuhkan input hewan atau bahan apa pun. Kedua, kain yang terbuat dari jamur menggunakan berbagai bagian sayuran dari jamur yang disebut *Mycelium*. Jamur ditanam dalam cakram, yang kemudian saling menempel untuk membuat pakaian tanpa jahitan. Ketiga, bakteri tekstil mati. Kegiatan pewarnaan menggunakan *Streptomyces Coelicolor*, dimana bakteri menghasilkan pigmen saat tumbuh selama seminggu sesuai umur kehidupannya. Mikroba secara alami berubah warna berdasarkan pH (tingkat keasaman) media yang tumbuh di dalamnya, sehingga mengubah lingkungan dan menciptakan warna seperti biru tua atau merah muda cerah. Melalui biologi sintetis, dimungkinkan untuk memprogram organisme untuk menghasilkan rentang warna yang lebih penuh dan bervariasi. Seluruh proses ini menggunakan air jauh lebih sedikit daripada pewarnaan industri pada umumnya. Tidak seperti pewarna alami, bio-fabrikasi juga tidak memerlukan penggunaan tanah pertanian dan pestisida untuk menanam tanaman dalam rangka membuat pewarna, dan tidak memerlukan logam berat untuk memperbaiki pewarna ke bahan.

5.3. Produsen Fesyen Cepat dan Tinggi

Perangkat Lunak Pemodelan 3D untuk simulasi Produksi Pakaian Jadi (Garmen)

Teknologi visualisasi garmen 3D yang menggunakan 3D *true-to-life* adalah teknologi yang memanfaatkan *Real time Artificial Intelligent* untuk memodifikasi mode atau fesyen tepat sebelum tahap produksi. Teknologi 3D *true-to-life* mewakili hal atau kondisi sebagaimana adanya, dan pendekatan yang sangat menyerupai bentuk aslinya. Teknologi 3D digunakan untuk membantu produsen atau penjahit menghasilkan barang sesuai permintaan dan menciptakan jalan atau cara baru untuk kustomisasi. Hal ini meningkatkan kolaborasi antara pembuat pola, desainer, dan vendor dengan memvalidasi desain yang siap untuk diproses di pencetakan digital atau sublimasi. Teknologi ini dapat digunakan sebagai alat desain (khusus untuk pengembangan desain) untuk memvisualisasikan pakaian berdasarkan pola CAD dua dimensi (2D) mereka. Teknologi ini digunakan untuk beberapa fungsi, yaitu fungsi yang dapat berbagi konten ini dalam bentuk file gambar atau video, serta sebagai alat visualisasi untuk membuat pilihan desain yang lebih cerdas.

Pencetakan 3D atau Manufaktur Aditif (AM)

Pencetakan 3D atau manufaktur aditif adalah proses pembuatan benda padat tiga dimensi dari file

digital. Penciptaan objek cetak 3D dicapai menggunakan proses aditif. Dalam proses aditif, sebuah objek dibuat dengan meletakkan lapisan material yang berurutan sampai objek tersebut berhasil dibuat. Masing-masing lapisan ini dapat dilihat sebagai potongan melintang horizontal yang diiris tipis dari objek akhirnya. Pencetakan 3D adalah kebalikan dari manufaktur subtraktif yang memotong atau melubangi sepotong logam atau plastik dengan misalnya, mesin penggilingan. Pencetakan 3D memungkinkan produsen untuk menghasilkan bentuk yang kompleks dengan menggunakan lebih sedikit bahan daripada metode pembuatan tradisional.

Dikarenakan masih merupakan proses yang sangat kompleks, pakaian cetak 3D sebagian besar terbatas pada mode dan seni kelas atas. Bahan cetak 3D memungkinkan sifat fisik untuk dimasukkan dalam area spesifik dari tekstil (seperti potongan fleksibel, tahan air, kaku atau buram) dan dapat digabungkan menjadi pakaian tunggal yang dapat memiliki geometri dan struktur sederhana atau kompleks. Dengan hukum fisika dan arsitektur, perancang busana dapat membuat ukuran dan kelengkungan yang tepat untuk kecocokan dan personalisasi yang akurat. Pada intinya, keuntungan dari pencetakan 3D adalah mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk membuat produk, dan menghilangkan hambatan yang sering dialami melalui metode pembuatan tradisional yang biasa. Pencetakan 3D memungkinkan perancang busana untuk memperluas melampaui batas-batas desain tradisional, memungkinkan mereka untuk mengubah beberapa konsep desain yang paling menantang menjadi sebuah kenyataan. Bahan-bahan yang diciptakan secara digital menawarkan kemungkinan besar dalam hal sifat fisik yang canggih untuk tertanam di area tekstil tertentu. Misalnya, membuat tekstil tertentu yang tahan air, terlihat buram, fleksibel atau kaku, serta kemudian menggabungkan elemen-elemen ini bersama-sama. Dengan kata lain, semua karakteristik ini dapat hadir dalam satu garmen. Tanpa perlu cetakan khusus, desainer bebas untuk membuat geometri dan struktur yang rumit, yang tidak hanya menyenangkan secara estetika, tetapi juga dapat menambah fungsionalitas cerdas. Peluang besar untuk menyesuaikan terhadap apa saja yang ditawarkan pencetakan 3D juga merupakan manfaat penting bagi industri lainnya. Pakaian era teknologi 4.0 dapat dibuat agar sesuai dengan ukuran dan kelengkungan setiap bagian tubuh, serta memungkinkan personalisasi yang tinggi.

Alat Pelacak Tren

Alat pelacak tren adalah alat yang menggunakan sinyal perilaku online untuk memprediksi tren mode, meningkatkan dan memvalidasi intuisi desainer dalam proses kreatif mereka. Salah satu metode yang digunakan adalah penggunaan komputasi kognitif, dimana program mensimulasikan proses pemikiran manusia dan meniru fungsi otak. Komputasi kognitif bergantung pada teknik seperti pengumpulan data, analisa data dari berbagai sumber, pengenalan pola dan pemrosesan bahasa alami. Penggunaan data membantu beberapa bisnis untuk mengadopsi pendekatan yang berlawanan dengan merancang algoritma yang akan membuat konsumen memilih pakaian untuk dibeli dan dipakai.

Alat Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligent)

Teknologi *Artificial Intelligent* (AI) digunakan untuk menganalisis data penjualan dan tren mode yang dikumpulkan oleh Instagram, Pinterest, majalah mode, dan sumber serupa. Berdasarkan analisis tersebut, teknologi merekomendasikan penggunaan atribut seperti jenis kerah, lengan, potongan,

warna dan fitur lainnya yang saat ini populer di kalangan pelanggan. Selanjutnya, atribut ini akan digunakan secara otomatis dalam format desain. Sebagai contoh, teknologi *Hybrid Design* yang mengotomatiskan desain mode menggunakan AI, menggunakan keahlian dan wawasan pengarah mode pribadi, serta efisiensi AI untuk menganalisis data tentang gaya, pengukuran tubuh, umpan balik pelanggan, dan preferensi untuk melengkapi gaya (style) manusia. Hal ini dapat mengurangi resiko produk yang kurang diminati. AI digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis data historis dari berbagai sumber, untuk menghasilkan keputusan yang kita butuhkan terkait tren pasar saat ini. Manfaat AI dalam industri fashion dapat diringkas sebagai berikut:

- Desain ini sepenuhnya dihasilkan oleh komputer.
- Mengurangi waktu yang diperlukan untuk membawa gaya atau mode tertentu ke pasar.
- Membantu perusahaan untuk menyusutkan proses pembuatan secara besar-besaran dari 180 hari menjadi 35 hari atau hingga 15 hari untuk beberapa perusahaan.
- Membuat siklus produksi lebih sederhana dan lebih mudah.
- Mengizinkan produsen dan pengecer dalam memberikan rekomendasi gaya yang dipersonalisasi kepada pelanggannya sesuai dengan gaya hidup dan anggaran mereka.
- Memungkinkan produsen dan pengecer untuk memprediksi apa yang ingin dihindari pasar dari buruknya produksi.
- Tren industri fashion *real time*.
- Mengidentifikasi tren yang akan datang lebih cepat untuk meningkatkan proses desain dan memenangkan kompetisi.
- Melengkapi generasi baru pemimpin ritel dengan keterampilan baru, dan membawa informasi terkait desain yang mereka buat.

Rencana Potong Otomatis

Teknologi ini digunakan untuk memperkirakan kain yang diperlukan untuk pemesanan dengan akurasi tinggi dalam perencanaan pemotongan. Pembuatan rencana potong adalah proses yang sangat kompleks, dan membutuhkan pengalaman dan keahlian yang tepat. Namun, otomatisasi proses ini dilakukan melalui perangkat lunak sehingga dapat menghasilkan pemanfaatan kain yang lebih baik dibandingkan dengan proses manual. Rencana pemotongan otomatis dapat menguntungkan seluruh tahap produksi. Dengan menggunakan AI dan analitik data, proses pemesanan kain dapat memperkirakan jumlah kain yang diperlukan untuk memenuhi pesanan. Konsumsi dan buffer yang direncanakan melalui teknologi ini akan hampir mendekati konsumsi aktual. Pengelompokan sejumlah gulungan dilakukan dalam hitungan detik dengan cara sebaik mungkin, serta memberikan persentase pemborosan yang minimal sehingga dapat membuat pengambilan keputusan jauh lebih mudah. Melalui perencanaan algoritmik, teknologi dapat mengidentifikasi roll secara tepat dan jumlah lapisan yang akan dipotong. Secara keseluruhan, teknologi ini memungkinkan pabrik atau manufaktur fesyen untuk memiliki pemesanan kain yang tepat melalui estimasi AI, pemanfaatan kain yang optimal dengan menggunakan algoritma, serta efisiensi dan akurasi inspeksi menjadi lebih mudah diperoleh.

Blockchain untuk Rantai Pasokan dan Manajemen Inventaris

Solusi blockchain di industri fesyen berasal dari kemampuannya yang unik untuk membuat

tautan fisik dengan digital antara barang dan identitas digital mereka di *blockchain*. Seringkali, segel kriptografi atau nomor seri bertindak sebagai pengidentifikasi fisik, yang menghubungkan kembali ke produk individual “kembar digital”. Setiap kali suatu produk berpindah tangan, semua perubahan dicatat pada *blockchain*. Barang palsu akan sangat jelas terlihat karena tautan fisik dan digitalnya, sehingga *blockchain* memberikan catatan pihak terakhir yang mendapatkan hak milik atas produk tersebut, dan menunjukkan di mana produk palsu itu dimasukkan atau produk asli dialihkan. Menggunakan *blockchain*, maka pabrikan dan desainer dapat melindungi merek mereka dari pemalsuan. Pada setiap item mode, asal dan kepemilikannya dapat dengan mudah dilacak hingga ke sumbernya. Produk atau replika palsu tidak akan memiliki rantai catatan yang otentik sehingga dapat dengan mudah dilacak.

Cloud Computing: Data Real Time

Komputasi awan membantu pembuat keputusan mendapatkan visibilitas secara real time ke dalam inventaris, mengoptimalkan pencocokan penawaran dan permintaan, serta mendorong interaksi pelanggan yang konsisten di seluruh lini. Sementara itu, data real-time memungkinkan pertumbuhan manufaktur yang lebih besar di industri fesyen dengan terus meningkatkan kualitas produksi. Teknologi ini memberikan informasi tentang proses produksi, mesin, pusat kerja dan lini produk mana yang beroperasi pada tingkat kualitas tinggi dan mana yang tidak. Teknologi ini digunakan oleh perusahaan dan pabrik untuk membantu mereka menerima umpan balik real time, memberikan informasi setiap ada kecacatan atau kerusakan barang, membantu mereka menghemat uang, menghilangkan limbah, dan mengirimkan produk yang memadai pada waktu yang tepat. Teknologi ini juga membantu perusahaan untuk bekerja sama dari berbagai belahan dunia secara bersamaan, memungkinkan mereka untuk mengakses data yang relevan, memfasilitasi komunikasi yang lebih cepat, lebih produktif, dan lebih jelas. Komputasi awan atau *cloud computing* memberi produsen terkait wawasan yang lebih cepat untuk menentukan area mana yang paling memengaruhi kinerja. Cara ini memberi wawasan tentang bagaimana peralatan manufaktur dan masa pakai mesin dapat ditingkatkan, juga dapat menghilangkan seluruh proses manual yang membuat paket teknologi 70% lebih cepat dari metode tradisional.

Aplikasi Manajemen Siklus Hidup Produk (PLM)

PLM adalah singkatan dari *Product Lifecycle Management*, merupakan teknologi dasar yang menghubungkan semua bagian yang terkait dengan pembuatan produk seperti merchandising, perencanaan, desain, desain teknis, pengembangan produk, pengembangan bahan, sampel, fit review, pengujian produk, kualitas produk, sumber, manufaktur, ritel dan lainnya. Dikarenakan siklus mode semakin cepat, pemasok dan pengecer mode harus bergantung pada konektivitas seluler PLM untuk mengunggah informasi dan gambar, berkomunikasi dengan desainer, dan mempertahankan alur kerja secara real-time. Aplikasi ini membantu mengurangi waktu pemasaran, menghemat waktu untuk mengunggah semua gambar yang dikumpulkan dalam batch, memulai proses selanjutnya seperti produksi mode baru. Teknologi ini dapat meningkatkan inovasi produk dengan mengoptimalkan operasional agar tim dapat fokus pada inovasi, inisiatif pengembangan bisnis dan strategis seperti desain yang lebih baik, pemasok baru, bahan baru, meluncurkan kategori atau koleksi produk yang baru dan inovatif

Robot Menjahit

Robot menjahit dirancang untuk membantu sektor produksi garmen. Hal ini semua dibuat dari kombinasi teknik cerdas yang masuk ke dalam desain robot. Sistem ini menggunakan machine vision yang dikalibrasi untuk menganalisa kain. Teknologi ini mendeteksi distorsi dan secara robotis dapat menyesuaikan kebutuhan kain. Dengan bekerja melintasi jalur produksi kaos sepanjang 70 kaki, robot melakukan setiap tugas, termasuk memotong, menjahit jahitan, menambahkan selongsong, dan pemeriksaan kualitas. Menggunakan machine vision berkaliber tinggi dan analisa real time, robotik kemudian terus memanipulasi dan menyesuaikan kain agar diatur dengan benar. Mesin ini meniru bagaimana penjahit akan bergerak dan menangani kain. Dalam kasus pabrik baru Tianyuan, tiga hingga lima orang akan mengerjakan masing-masing dari 21 jalur produksi robot. Teknologi ini menghasilkan penurunan tenaga kerja sebesar 50-70% dibandingkan dengan 10 pekerja pada jalur konvensional. Selain menurunkan biaya, robot juga akan meningkatkan hasil produksi. Garis jahit manusia menghasilkan 669 kaos dalam delapan jam, dibandingkan dengan robot di 1.142 kaos. Hal ini berarti peningkatan tercapati hingga 71%, dan menghasilkan total output 1,2 juta kaos per tahun.

5.4. Pedagang Besar dan Pengecer (Retailer)

Point of Sales (POS)

Pelanggan saat ini menginginkan interaksi yang dipersonalisasi dan layanan yang menarik. POS dapat memberdayakan karyawan toko ritel untuk menjual lebih dari persediaan yang tersedia di dalam toko, sambil memberikan layanan pribadi yang sangat personal. Dengan menggunakan layar POS, staf toko sekarang dapat terlibat dengan pelanggan terkait menavigasi mereka dalam menggunakan tampilan dan pengalaman yang mirip atau serupa dengan penelusuran toko online. Layar POS mendukung proses diskusi, serta memberdayakan karyawan untuk memberi saran kepada pelanggan tentang karakter dan perilaku pembelian mereka dengan menggunakan POS sebagai tampilan produk yang kaya konten dan sangat visual. Hal ini dicapai dengan menampilkan item dalam berbagai warna dan varietas yang tersedia, mempelajari fitur dan spesifikasi, serta menavigasi ke item lain yang mungkin diminati pelanggan. Rencana fitur masa depan akan mencakup kemampuan untuk membandingkan produk yang berdampingan di POS, serta akses cepat terkait informasi untuk pelanggan, sehingga para staf dapat memberikan layanan pelanggan yang lebih pribadi.

Perangkat Lunak Rekomendasi Personal (Personalized Recommendation Software)

Perangkat lunak ini adalah mesin rekomendasi produk berbasis cloud untuk pengecer, yang dapat menganalisis perilaku belanja dan memberikan wawasan prediktif kepada tim penjualan dan situs e-commerce yang dimiliki. Melalui jalur online atau di dalam toko, pelanggan akan menerima saran terkait produk dalam rangka meningkatkan pengalaman berbelanja mereka dan meningkatkan nilai transaksi (*Average Transaksi Value*). Perangkat lunak ini menarik data dari pola pembelian dan riwayat belanja pelanggan untuk memberikan saran-saran yang dipersonalisasi secara online dan di dalam toko. Perangkat lunak ini adalah solusi sederhana berbasis SaaS yang dapat digunakan di

semua titik kontak, termasuk POS bergerak (mobile) dan alat tulis, situs e-commerce, dan aplikasi loyalitas.

Digital Asisten Belanja (Digital Personal Shopping Assistant)

Teknologi ini menawarkan asisten belanja virtual yang melayani pembeli dengan rekomendasi sesuai dengan tren mode saat ini yang berasal dari media online. Teknologi ini menggunakan algoritma pembelajaran mesin untuk mengidentifikasi pilihan pakaian pelanggan, dan memberikan rekomendasi didasarkan pada tren gaya (mode) di media sosial, serta memperhitungkan ketersediaan barang. Rekomendasi dari perangkat dirancang untuk menginspirasi pembeli untuk mengeksplorasi lebih banyak pilihan dalam bentuk pakaian yang cocok, aksesoris atau produk serupa. Pembeli juga dapat memeriksa ketersediaan produk di toko, meminta pemasangan (*mix and match*), memesan secara online untuk dikirim pulang atau hanya berbagi inspirasi dengan teman-teman di seluruh pemesanan atau *platform* media sosial. Hal ini juga dapat diintegrasikan dengan teknologi lain seperti kamar pintar dan sebagainya. Untuk pengecer, teknologi ini memberikan informasi real time yang berharga tentang preferensi pembeli, merek yang sedang tren, produk populer yang disegmentasi oleh masing-masing toko, lokasi, timeline (hari, minggu, bulan, musim, tahun, dll). Data yang diberikan oleh asisten digital dapat membantu pengecer untuk membuat keputusan lebih cepat terkait dengan operasi dan strategi pengalaman pelanggan mereka.

Aplikasi Belanja dengan Augmented Reality

Melalui implementasi aplikasi belanja berbasis *Augmented Reality*, perusahaan dapat mengarahkan kamera di segala tempat atau segala arah mulai dari manekin hingga jendela toko ke layar pembelian *e-commerce* dan pakaian tersebut akan hidup kembali dengan model selama beberapa detik. Dalam hal ini, konsumen dapat mengklik untuk berbelanja item terkait. Aplikasi ini memiliki alat untuk berbagi pengalaman di media sosial, mendorong pengguna untuk mengambil dan mengirim foto hologram, membangun koneksi virtual yang tampak sangat nyata. Fitur ini membuat belanja menjadi nyaman. Pelanggan cukup mengklik item tertentu untuk secara otomatis membelinya. Ritel juga dapat mengadopsi *Augmented Reality* untuk pembelian online.

Pengalaman Berbelanja dengan Virtual Intelligent

Segmen terbesar dari industri fesyen yang sedang diubah oleh VR adalah pakaian. Di masa depan, konsumen tidak lagi pergi ke pameran atau toko favorit mereka untuk mencoba pakaian dan melihat apakah suatu barang cocok untuk mereka. Sebagai gantinya, konsumen melihat manusia virtual, avatar 3D, yang memodelkan pakaian yang mereka minati. Hal ini menghemat banyak waktu dan uang bagi pelanggan, serta kenyamanan melakukan semua pembelian tanpa harus meninggalkan rumah. Headset realitas virtual memungkinkan konsumen untuk berbelanja di toko mode imersif dan realitas campuran, di mana saja di dunia. Cukup menggunakan kacamata berteknologi tinggi, konsumen seolah-olah berada di toko sungguhan: berjalan-jalan di sekitar ruangan, meneliti produk-produk dalam 3D, dan membawa produk favorit ke kasir. Pengalaman tersebut terasa realistis dan taktis. Dengan melihat item dalam 3D, konsumen bisa mendapatkan gambaran tentang ukuran baju, tidak seperti aplikasi belanja online saat ini.

RFID

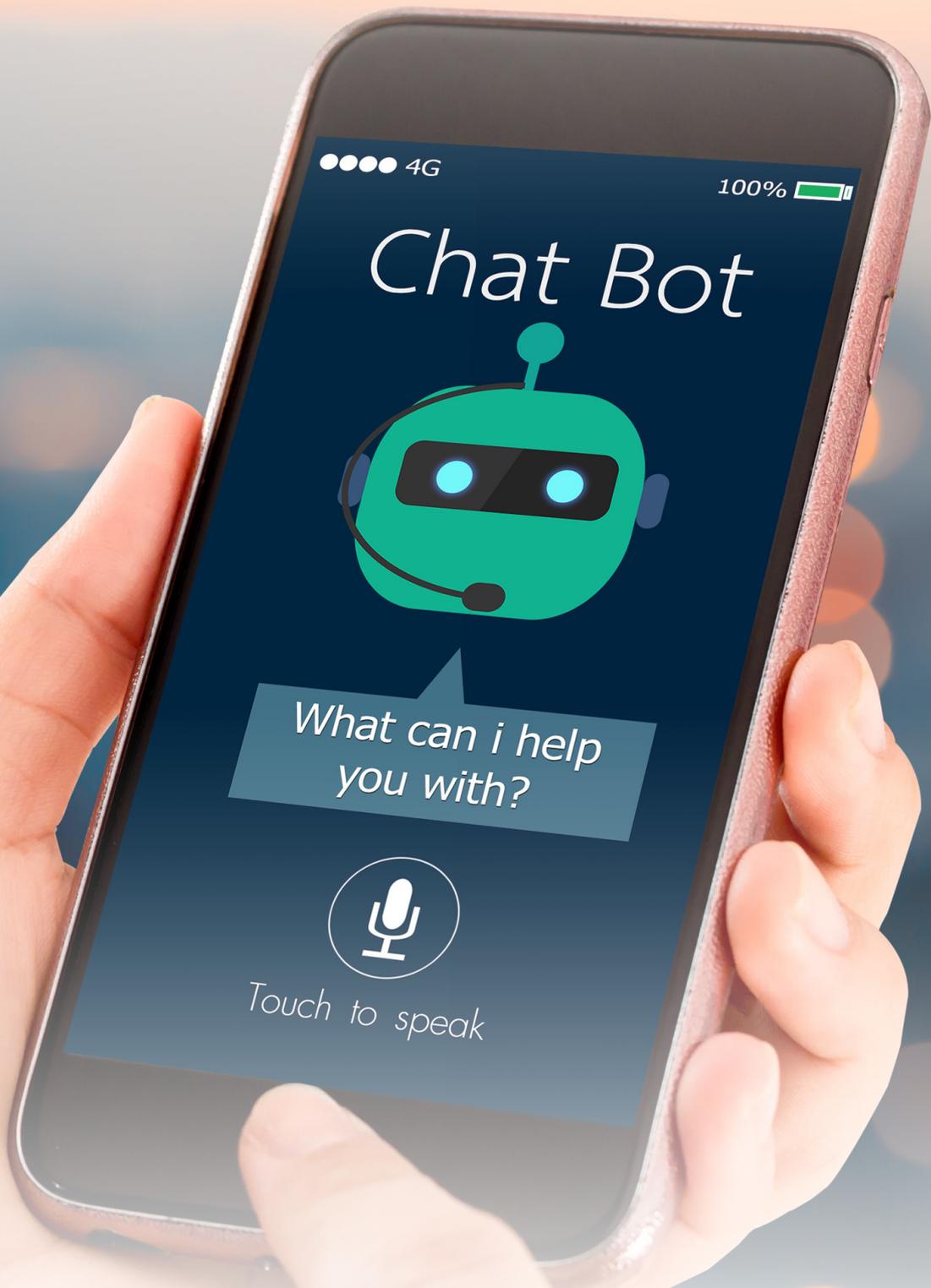
Dengan menggunakan teknologi RFID, hal ini membantu membuat proses checkout dalam berbelanja di toko secara lebih mulus, efisien dan nyaman, dengan menghilangkan kerepotan seperti *checkout* lama atau tidak nyaman. Setelah menempatkan item pada label RFID, detail produk akan dikirimkan ke smart phone atau table yang digunakan untuk check out, serta memasukkan informasi seperti alamat email dan kartu kredit untuk membayar.

Ruang Ganti Pintar

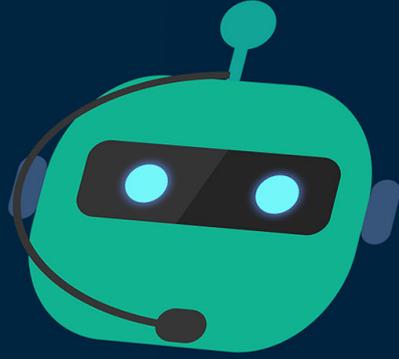
Teknologi eksperimental mengubah cermin menjadi tampilan interaktif yang memberi konsumen banyak pilihan belanja yang mereka miliki (seperti halnya kita menjelajahi web). Ketika pengunjung memasuki ruang pas, barang terdeteksi oleh sistem dan ditampilkan di layar atau cermin. Pengunjung dapat menggunakan tampilan interaktif untuk menelusuri dan memesan berbagai gaya (mode) atau ukuran tanpa meninggalkan ruangan.

Otomatisasi Gudang

Ketika skala *e-commerce* dan permintaan pelanggan menjadi semakin kompleks, perusahaan memilih solusi gudang otomatis untuk meningkatkan efisiensi operasi logistik *e-commerce* mereka dan menurunkan biaya. Sistem gudang otomatis secara langsung menghilangkan banyak penanganan manual tradisional yang terkait dengan penanganan garmen dan persiapannya untuk pemenuhan pesanan. Misalkan, operator kontrol kualitas hanya mengambil karton yang masuk dari sistem konveyor di area penerima, mengidentifikasi dan memeriksa karton tersebut, dan kemudian dilakukan buffer di gudang karton secara otomatis. Setiap karton disimpan dan diambil oleh crane stacker mini-dinamis yang mampu menangani karton dengan berbagai dimensi. Metode ini mencapai pengurangan biaya yang signifikan bagi pengguna berdasarkan sifat operasinya. Gudang otomatis memfasilitasi pengambilan cepat, penyortiran, dan pengiriman pada saat diperlukan. Pesanan yang memerlukan pengerjaan secara berulang-ulang secara otomatis dialihkan ke workstation untuk dilakukan pelabelan, barang-barang promosi, kemasan individu atau layanan khusus lainnya. Pesanan-pesanan ini kemudian diintegrasikan kembali ke proses utama dan dikirim ke proses pengiriman. Sistem ini bahkan berfungsi untuk permintaan *e-commerce* khusus, dengan volume pesanan yang kecil serta membutuhkan waktu penyelesaian yang cepat.



Chat Bot



What can i help you with?



Touch to speak

VI. Pemetaan Potensi Aplikasi Teknologi IR 4.0 pada Rantai Nilai Industri Pariwisata

Value Chain Pariwisata	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Aktor
Destinasi Pariwisata	<i>Internet of Things (IoT)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Surveillance Drone</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Memonitor kondisi alam (terutama faktor resiko) serta kondisi wisatawan • Instrumen pengumpulan data-data pariwisata yang dapat digunakan untuk membuat kebijakan pariwisata yang lebih baik. 	Hotel, pemerintah setempat, pengurus destinasi wisata, <i>event organizer</i>
	<i>Internet of Things (IoT)</i>	Teknologi 3D	<ul style="list-style-type: none"> • Memungkinkan replikasi benda-benda bersejarah/ budaya lokal sebagai media interaksi untuk wisatawan, atau menjadi souvenir 	Museum
	<i>Internet of Things (IoT)</i>	<i>Smart Parking Guidance, Car Pooling</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Efisien pengaturan parkir saat <i>peak season</i> • Mengkoneksikan data rencana perjalanan wisata dari berbagai individu dan mengelompokkan mereka ke dalam satu klaster tujuan 	Pemerintah setempat, Pengelola destinasi wisata
	<i>Internet of Things (IoT)</i>	<i>Mobile-Enabled IoT Sensors</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Data-data mengenai keramaian bisa didapatkan secara efektif, yang kemudian dapat digunakan untuk memonitor dan mengatur keramaian dalam suatu area • Membuat perencanaan wisata 	<i>Event organizer</i> , Pengelola tempat wisata
	<i>Internet of Things (IoT)</i>	<i>Instant Translation</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Perantara penerjemahan secara <i>real time</i> (melalui medium suara) antara dua orang yang berbeda bahasa 	Pengelola tempat wisata

Value Chain Pariwisata	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Aktor
	<i>Big Data</i>	<i>Venue Point of Sale (POS) via Cloud Computing</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Penentuan POS (berupa pengaturan segala aspek poin penjualan di destinasi) menjadi lebih mudah karena data bisa diakses dari berbagai alat dan lokasi 	<i>Event organizer, Pengelola tempat wisata</i>
	<i>Big Data</i>	<i>Network-Led Crowd Management</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mendapatkan informasi mengenai lokasi konsentrasi kerumunan, arah pergerakan/ lalu lintas keramaian, darimana arah datangnya kerumunan, atau bagaimana kerumunan tersebut meninggalkan lokasi keramaian 	<i>Event organizer, Pengelola tempat wisata</i>
	<i>Big Data</i>	<i>Mobile Phone-Led Crowd Management Service</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Memandu wisatawan ke <i>Point of Interest (POI)</i> yang sesuai 	<i>Event organizer, Pemerintah kota</i>
	<i>System Integration</i>	<i>Self-Guided Tour</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Alternatif wisata bagi para wisatawan, dimana mereka bisa menentukan perjalanan mereka secara mandiri. 	<i>Pengelola tempat wisata</i>
	<i>System Integration</i>	<i>Integrated E-Ticketing/Digital Passes Platform</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>E-ticketing</i> yang terpusat dan terintegrasi sehingga meningkatkan efisiensi dan kualitas pelayanan wisatawan 	<i>Event organizer, pengelola tempat wisata</i>

	Penggunaan <i>Augmented Reality</i> (AR)	<i>Virtual Reality, Augmented Reality, AR/VR Theme Park</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Memungkinkan wisatawan untuk masuk ke dalam sejarah suatu budaya, atau tempat wisata, serta merasakan atmosfer pada saat itu • Memperkaya pengalaman berkunjung para wisatawan dan mensimulasi berbagai pertunjukan yang tidak dapat dilaksanakan di dunia nyata. 	Museum, <i>event organizer</i> , pengelola tempat wisata
Value Chain Pariwisata	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Aktor
	<i>Augmented Reality</i> (AR)	<i>Location-Based Augmented Reality Entertainment.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Digunakan untuk meningkatkan UX (<i>user experience</i>) kepada wisatawan terkait informasi lokasi-lokasi di area destinasi wisata 	EO, pengelola tempat wisata
	<i>Artificial Intelligence</i> (AI)	<i>Indoor Drone</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan wisata virtual (terkait tempat wisata yang dituju) bagi wisatawan tanpa harus meninggalkan rumah • Mendukung kelangsungan sebuah acara atau kegiatan, seperti mengambil foto aerial, merekam video untuk <i>livestream</i>, sebagai kamera pengawas, alat monitor logistik, <i>mobile hotspot</i>, sebagai instrumen <i>visual effect</i>, dsb 	EO, pengelola tempat wisata

Alat Transportasi	<i>Internet of Things (IoT)</i>	<i>Integrated Navigation</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat perencanaan wisata yang sesuai dengan keinginan dan kebutuhan wisatawan • Menggabungkan berbagai jenis data mengenai kondisi lalu lintas, ketersediaan angkutan umum, harga tiket, peta wilayah, harga tiket angkutan umum, ketersediaan car pooling/sharing, jadwal kegiatan di tempat tujuan 	Wisatawan, penduduk lokal, pemerintah setempat
	<i>Internet of Things (IoT)</i>	Teknologi Digital <i>Baggage Services</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pelayanan wisatawan terkait status informasi koper/barang-barang secara real time melalui <i>smartphone</i> 	Maskapai penerbangan
Hotel dan Akomodasi	<i>Internet of Things (IoT)</i>	<i>Smart Speaker</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pelayanan wisatawan dengan memberikan asisten virtual (melalui perintah suara) untuk wisatawan 	Hotel
Value Chain Pariwisata	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Aktor
	<i>Augmented Reality (AR)</i>	AR untuk <i>Engagement Services</i> , Teknologi Beacon	<ul style="list-style-type: none"> • Memberi informasi (personifikasi) kepada wisatawan secara virtual 3D sepanjang perjalanan wisata • Memberikan informasi yang bersifat area-based pada gadget terdekat. 	Hotel
	<i>Simulation</i>	VR Hotel Tour	<ul style="list-style-type: none"> • Membantu wisatawan untuk mengidentifikasi layanan hotel secara virtual 3D • Calon tamu hotel bisa mencoba berbagai fasilitas yang ditawarkan melalui teknologi virtual 3D. 	Hotel

	<i>Artificial Intelligence (AI)</i>	<i>Chatbot Services</i>	<ul style="list-style-type: none"> Membantu wisatawan untuk mendapatkan segala macam informasi akurat terkait perjalanan wisata secara real time selama perjalanan Dapat diintegrasikan dengan website hotel dan <i>Smart Speaker</i> yang ada di setiap kamar untuk membantu tamu hotel. 	Hotel
	<i>Artificial Intelligence (AI)</i>	<i>Search and Discovery Algorithm Pricing, App Agregator, Travel Metasearch Engine</i>	<ul style="list-style-type: none"> Mensortir berbagai review dari pengguna <i>platform</i> dan data pencarian user (dari berbagai <i>platform online</i> secara agregat Komparasi data dari berbagai sumber dan berbagai mesin pencarian lainnya. Data ini diolah sesuai parameter tertentu, menghasilkan data terbaik untuk user 	Hotel, Wisatawan
	<i>Artificial Intelligence (AI)</i>	<i>Robot Services</i>	<ul style="list-style-type: none"> Membuat pelayanan robot dengan personifikasi terhadap kebutuhan atau preferensi wisatawan 	Hotel
Value Chain Pariwisata	Gugus	Teknologi	Kegunaan	Aktor
Restoran, Agensi Pariwisata	<i>Big Data</i>	<i>Global Distribution System (GDS), Travel Meta Search engine</i>	<ul style="list-style-type: none"> Membantu mengumpulkan data mengenai rute perjalanan seluruh wisatawan di suatu destinasi atau lokasi wisata 	Agensi perjalanan
	<i>Big Data</i>	<i>Travel Planner</i>	<ul style="list-style-type: none"> Pengumpulan dan analisis big data untuk mendapatkan rangkaian data perjalanan, yang kemudian dapat diolah menjadi rencana perjalanan wisata. 	Penyedia jasa pariwisata

VII. Penerapan Teknologi 4.0 di Tingkat International pada Rantai Nilai Industri Pariwisata: *Global Practices*

7.1. Destinasi Pariwisata

Pemanfaatan teknologi dalam pengelolaan destinasi wisata diharapkan dapat meningkatkan efektivitas dan nilai tambah dari destinasi wisata itu sendiri. Teknologi yang diidentifikasi dapat digunakan dalam konteks destinasi wisata adalah *Internet of Things*, *Big Data*, dan *System Integration*.

Internet of Things (IoT)

Surveillance Drone

Teknologi drone atau pesawat tanpa awak adalah robot terbang yang dikendalikan dari jarak jauh, baik oleh operator manusia atau menggunakan program otomatis. Teknologi ini dapat diterapkan di sektor pariwisata, terutama wisata alam, sebagai instrumen untuk memonitor kondisi alam (terutama faktor risiko) serta kondisi wisatawan. Aplikasi teknologi ini mempermudah instansi pengamanan destinasi untuk memantau keamanan wisatawan dan mengidentifikasi keadaan darurat dengan lebih cepat. Selain itu, drone juga menjadi instrumen pengumpulan data-data pariwisata yang dapat digunakan untuk membuat kebijakan pariwisata yang lebih baik.

3D Printing

3D *printing* dan *scanning* adalah teknologi yang mampu mereplikasi benda sesuai dengan bentuk aslinya. Melalui 3D *scanning*, benda-benda juga dapat disimpan dalam bentuk aset digital, sehingga mempermudah pengarsipan barang-barang dengan nilai seni dan budaya tinggi. Dalam penerapannya di sektor pariwisata, teknologi ini dapat digunakan oleh museum untuk pengarsipan benda-benda bersejarah, yang kemudian mereplikasikan benda tersebut agar dapat digunakan sebagai media interaksi dengan para pengunjung, tanpa ada kekhawatiran barang aslinya rusak ataupun tercuri. Selain itu, pihak museum juga bisa menggunakan benda-benda hasil replika ini sebagai souvenir khas museum. Contoh beberapa museum yang telah menerapkan teknologi ini di antaranya Macquarie's Museum of Ancient Cultures, American Museum of Natural History, Factum Arte, dsb.

Mobile Enabled IoT Sensor

Mobile enabled IoT sensor adalah sensor yang dikendalikan oleh *mobile device*. Dengan menggunakan sensor ini, berbagai parameter dapat dihitung dan dipantau tanpa memerlukan dataset yang besar. Selain itu, efek dari penggunaan *mobile connectivity* juga memungkinkan penempatan sensor dalam jumlah yang besar, sehingga data yang diterima lebih akurat. Dalam penerapannya di sektor pariwisata, teknologi ini memungkinkan pemantauan individu dalam suatu kerumunan, serta menganalisis data yang didapatkan oleh *Mobile-Enabled Internet of Things* (IoT) sensors. Melalui

sistem ini, data-data mengenai keramaian bisa didapatkan secara efektif, yang kemudian dapat digunakan untuk memonitor dan mengatur keramaian dalam suatu area.

Personal/wearable devices, RFID bracelets

RFID adalah singkatan dari *Radio Frequency Identification*. RFID adalah metode atau proses transmisi gelombang radio yang unik (memiliki frekuensi yang ditentukan) sebagai bentuk identitas dari segala bentuk obyek yang berafiliasi dengan teknologi RFID. RFID *bracelets* adalah gelang yang dilengkapi teknologi RFID, sehingga setiap gelang memiliki identitas digital yang unik. Aplikasi gelang RFID ini tidak sebatas sebagai alat identifikasi saja, melainkan juga dapat digunakan oleh para penyelenggara acara sebagai pengganti tiket. Selain itu, gelang RFID dapat digunakan untuk mengikuti aktivitas yang berada di area suatu acara, seperti membeli makanan atau minuman, akses ke photo booth, *activity engagement*, dan sebagainya. Gelang RFID juga dapat membantu *event organizer* atau agen pariwisata untuk memantau trafik pengunjung dan memandu mereka ke *Point of Interest* (POI) yang sesuai.

Big Data

Real time Translation

Teknologi ini menggunakan *machine learning* untuk penerjemahan bahasa secara *real time* dengan menggunakan perintah suara. Alat ini menjadi perantara penerjemahan secara real time (melalui medium suara) antara dua orang yang berbeda bahasa. Program ini sangat berguna di sektor pariwisata, dimana kendala bahasa adalah salah satu penghalang para wisatawan untuk berkomunikasi dengan penduduk setempat dan memahami informasi wisata.

Venue Point of Sale (POS) Solution via Cloud Computing

Komputasi awan (*cloud computing*) adalah sebuah sistem komputasi dimana segala bentuk data dan layanannya, seperti server, drive, atau software, diproses di dalam jaringan internet (Cloud). Sistem ini mempercepat proses komputasi dan mengurangi sumber daya fisik, karena semua prosesnya berlangsung dalam jaringan. Dengan bantuan *cloud computing*, penentuan POS (berupa pengaturan segala aspek poin penjualan di destinasi) menjadi lebih mudah karena data bisa diakses dari berbagai alat dan lokasi. Dengan teknologi ini, pengelola tempat wisata dapat lebih mengoptimalkan penjualan mereka dan merumuskan strategi penjualan yang lebih efektif.

Network-Led Crowd Management

Network-Led Crowd Management adalah teknologi pemanfaatan sinyal seluler. Sistem ini memanfaatkan pancaran sinyal seluler yang dikeluarkan oleh handset yang ada pada kerumunan, dimana posisinya dapat ditentukan melalui teknik triangulasi dari tiga pemancar sinyal seluler terdekat. Dari hasil ini, penyedia jaringan seluler dapat memperkirakan posisi *handset* yang dipegang oleh individu yang ada dalam kerumunan tersebut. Posisi *handset* ini juga dapat menggambarkan pergerakan individu atau kerumunan dalam satu lokasi. Teknologi ini memungkinkan *event organizer* dan pengelola tempat wisata untuk mendapatkan informasi mengenai lokasi konsentrasi kerumunan, arah pergerakan/lalu lintas keramaian, darimana arah datangnya kerumunan, atau bagaimana kerumunan tersebut meninggalkan lokasi keramaian. Data ini diperoleh dari informasi

jaringan seluler individu yang ada di dalam kerumunan tersebut. Kota Antwerp adalah salah satu contoh tujuan wisata yang memanfaatkan teknologi ini.

System Integration

Self Guided Tour

Self Guided Tour mengumpulkan data mengenai berbagai area wisata dan membuat rencana wisata mandiri bagi para user sesuai dengan input dari pemandu wisata dan kebijakan pengelola tempat wisata. Users dapat dipandu melalui GPS dan list rekomendasi tempat yang tertera dalam aplikasi sehingga wisatawan bisa melakukan perjalanan wisata secara mandiri. Aplikasi ini dapat menjadi alternatif wisata bagi para wisatawan, dimana mereka bisa menentukan perjalanan mereka secara mandiri.

Augmented Reality (AR)

Realitas yang ditambahkan (*Augmented Reality*, disingkat “AR”) adalah konten virtual yang diproduksi oleh program komputer, dan kemudian “ditempelkan” dengan kondisi di dunia nyata melalui bantuan berbagai instrumen yang digunakan langsung oleh penggunanya, seperti *Smartphone*. Penerapan teknologi ini sudah matang di dalam beberapa bidang seperti permainan, acara televisi, dan program navigasi. Sementara realitas virtual (*Virtual Reality*, disingkat VR) adalah penggunaan program komputer untuk membuat simulasi lingkungan atau realitas dan menempatkan para user langsung di dalam hasil simulasi tersebut, yang dapat membuat user untuk dapat berinteraksi secara aktif dengan konten yang ada. Kondisi ini dicapai dengan mensimulasi konten tersebut kepada pancaindra user, dengan bantuan instrumen. Aplikasi teknologi ini dalam desinasi wisata antara lain:

Virtual Reality dan Augmented Reality pada Museum

Dengan teknologi ini, pengelola museum dapat menggunakan VR dan AR untuk membuat tur museum, pameran interaktif, dan menghidupkan kondisi masa lalu kepada pengunjung, sehingga mereka bisa memahami konteks benda/sejarah yang ditampilkan secara lebih personal. Beberapa museum yang telah menerapkan teknologi ini diantaranya The Helsinki City Museum, The Heureka Science Center, The Norwegian Maritime Museum, Smithsonian National Museum of Natural History, The Danish Castle Centre, dsb.

AR/VR Theme Park

Teknologi AR dan VR juga dapat diaplikasikan dalam *Theme Park* guna meningkatkan *engagement* kepada para pengunjung. Penambahan teknologi AR dan VR pada operasional *Theme Park* dapat memperkaya pengalaman berkunjung para wisatawan dan mensimulasi berbagai pertunjukan yang tidak dapat dilaksanakan di dunia nyata. Emaar Entertainment’s VR Park di Dubai, dan VR Star Theme Park di China, adalah beberapa *Theme Park* yang sukses mengaplikasikan teknologi ini.

Location-Based Augmented Reality Entertainment

Dengan menggunakan teknologi AR, konten visual yang ada di area pertunjukan atau tempat wisata dapat lebih diperkaya, sehingga dapat memberikan pengalaman ekstra kepada para pengunjung. Misalnya dengan menambahkan informasi khusus pada penunjuk arah yang hanya bisa akses melalui gadget AR. CES 2018 dan Blend AR adalah contoh dua *event* yang sukses menerapkan teknologi ini.

Indoor Drone

Drone, dalam istilah teknologi, adalah pesawat tanpa awak, atau biasa disebut *unmanned aerial vehicles* (UAVs). Secara garis besar, drone adalah robot terbang yang dikendalikan dari jauh atau melalui pemrograman *flight plan* sehingga dapat beroperasi secara mandiri dengan dibantu sensor dan GPS. Dalam penerapannya di sektor pariwisata, teknologi ini menggunakan drone yang dikendalikan kecerdasan buatan (AI) untuk mendukung kelangsungan sebuah acara atau kegiatan, seperti mengambil foto aerial, merekam video untuk livestream, sebagai kamera pengawas, alat monitor logistik, *mobile hotspot*, sebagai instrumen *visual effect*, dsb.

7.2. Alat Transportasi

Penerapan teknologi 4.0 dalam kluster alat transportasi adalah salah satu langkah untuk mewujudkan sistem transportasi yang aman dan nyaman.

Internet of Things (IoT)

Navigasi Terpadu

Aplikasi navigasi ini menggabungkan berbagai jenis data mengenai kondisi lalu lintas, ketersediaan angkutan umum, harga tiket, peta wilayah, harga tiket angkutan umum, ketersediaan *car pooling/sharing*, jadwal kegiatan di tempat tujuan, yang kemudian diolah dengan AI guna menghasilkan rute paling optimal yang dapat ditempuh wisatawan untuk mencapai destinasi wisata yang diinginkan.

Digital Baggage Services

Teknologi ini menggunakan sistem *tracking* kepada bagasi wisatawan yang terhubung langsung dengan gadget mereka. Penumpang dapat memantau dimana dan bagaimana kondisi bagasi mereka secara *real time*. Teknologi ini diterapkan sebagai bagian dari sistem pelayanan bagasi digital dimana penumpang bisa mengetahui lokasi bagasi mereka, serta meringkas proses *check in* bagasi. Lufthansa adalah salah satu maskapai penerbangan yang berhasil mengintegrasikan teknologi ini ke dalam operasional bagasi mereka.

System Integration

Platform Car Pooling

Platform car pooling ini mengkoneksikan data rencana perjalanan dari berbagai individu dan mengelompokkan mereka ke dalam satu kluster tujuan. Hasil ini kemudian dipresentasikan kepada *user* untuk pengambilan keputusan mengenai *user* mana saja yang akan menggunakan *carpool* yang sama di dalam perjalanan tersebut. *Platform* khusus ini dapat saling menghubungkan wisatawan yang menuju ke satu tujuan yang sama, sehingga mereka bisa berpergian bersama dan membagi ongkos perjalanan.

7.3. Akomodasi, Restoran, Tour dan Travel

Penggunaan teknologi IR 4.0 pada industri akomodasi, restoran, dan cafe dapat meningkatkan produktivitas, meningkatkan engagement kepada pengunjung, dan menghemat sumber daya dalam kegiatan operasional akomodasi.

Internet of Things (IoT)

Smart Speaker

Smart Speaker adalah gadget berbentuk *speaker* aktif yang bisa menerima input suara (*voice recognition*) dan berinteraksi langsung dengan *user*. **Smart Speaker** juga terhubung dengan jaringan internet sehingga mampu memfasilitasi berbagai permintaan *user*. Aplikasi teknologi ini di sektor pariwisata, khususnya industri perhotelan, adalah menempatkan *smart speakers* di kamar hotel untuk membantu para tamu. *Speaker* ini juga dilengkapi *voice recognition*, sehingga tamu hotel bisa mendapatkan informasi dan layanan melalui *smart speaker* ini.

Mobile Key

Mobile Key adalah bentuk digital dari kunci hotel fisik, dimana kunci hotel berbentuk aplikasi khusus. Teknologi *mobile key* digunakan sebagai pengganti kunci fisik, dimana tamu hotel membuka pintu kamar melalui aplikasi yang ada di gadget mereka.

System Integration

Augmented Reality (AR)

Realitas yang ditambahkan (*Augmented Reality*, disingkat “AR”) adalah konten virtual, yang diproduksi oleh program komputer, yang kemudian “ditempelkan” dengan kondisi di dunia nyata melalui bantuan berbagai instrumen yang digunakan langsung oleh penggunanya seperti Smartphone. Penerapan teknologi ini sudah matang dalam beberapa bidang seperti permainan, acara televisi, dan program navigasi. Penggunaan teknologi AR dalam industri perhotelan dapat meningkatkan engagement dari pihak pengelola hotel kepada para tamu hotel.

Teknologi Beacon

Beacon adalah alat komunikasi yang dipasang di beberapa tempat strategis guna memberikan informasi yang bersifat area-based pada gadget terdekat. Biasanya beacon menggunakan bluetooth sebagai media komunikasi kepada gadget tujuan. Pada penerapannya di sektor pariwisata, pihak pengelola hotel bisa menggunakan beacon untuk mengirimkan informasi-informasi sesuai dengan kebutuhan dan lokasi tamu hotel (sebagai contoh, ketika tamu berjalan menuju restoran dan memicu beacon yang ada di pintu masuk, tamu hotel akan menerima menu apa saja yang tersedia, promo apa yang sedang berlangsung, dll). Beberapa contoh penggunaan teknologi ini diantaranya: James Pocket Assistant oleh James Hotels, Starwood Preferred Guest App oleh Starwood Hotels and Resorts, Marriott International hotels dengan nama LocalPerks, The Hub Hotel dari Premier Inn, dsb.

Virtual Reality Hotel Tour

Teknologi ini dapat menjadi platform promosi hotel, dengan mempresentasikan segala hal yang ditawarkan kepada para tamu langsung kepada calon tamu hotel. Calon tamu hotel bisa mencoba berbagai fasilitas yang ditawarkan melalui teknologi virtual 3D.

Robot Services

Teknologi robotik sudah sangat matang dalam industri manufaktur. Dengan perkembangan teknologi kecerdasan buatan (AI), lingkup tugas robot bisa lebih kompleks dan bisa diaplikasikan dalam industri lain dibandingkan dengan tugas repetitif di dalam industri manufaktur. Aplikasi teknologi robotik di sektor pariwisata, terutama industri perhotelan, adalah dengan menggunakan robot sebagai bagian pelayanan hotel, sehingga memungkinkan sebagian besar operasional hotel berjalan secara otomatis.

Travel Metasearch Engine

Metasearch engine adalah mesin pencarian yang berfungsi juga sebagai instrumen komparasi data dari berbagai sumber dan berbagai mesin pencarian lainnya. Data ini kemudian diolah sesuai parameter yang ditentukan, sehingga melahirkan satu daftar hasil terbaik yang dapat diakses user. Penerapan teknologi ini di sektor pariwisata adalah dengan membuat platform pencarian yang menampilkan hasil perbandingan dari berbagai *Online Travel Agencies* (OTA), mengenai berbagai data perjalanan (harga tiket, harga hotel, dll) dan menampilkan hasil terbaik kepada user.

Big Data

Chatbot

Chatbot adalah program otomatisasi (BOT) yang bisa menerjemahkan 17 bahasa. Chatbot menggunakan teknologi *machine learning*, yang kemudian dapat memberikan *feedback* yang lebih baik kepada *user*. Teknologi ini digunakan di sektor pariwisata sebagai *platform* pemesanan hotel dan program penerjemahan bahasa. Program ini diintegrasikan dengan *website* hotel dan *Smart Speaker* yang ada di setiap kamar untuk membantu tamu hotel.

Sistem Search, Discovery Algorithm Pricing, and Personalized Recommendation

Teknologi ini menggunakan sistem *machine learning* untuk menganalisa berbagai pola data yang beredar dalam database serta data-data yang ditambahkan di kemudian hari. Teknologi ini memungkinkan mesin untuk “belajar” memilah dan mengkalifikasikan data menjadi kluster-kluster data spesifik sesuai dengan parameter yang ditentukan. Penerapan teknologi ini di sektor pariwisata dapat membantu wisatawan untuk mencari akomodasi yang sesuai dengan budget dan preferensi mereka. Teknologi ini juga dapat diterapkan untuk membuat sistem yang mensortir berbagai *review* dari pengguna *platform* dan data pencarian user. Data preferensi personal yang telah diolah akan digunakan untuk memberikan rekomendasi yang sesuai dengan kebutuhan dan keinginan setiap *user*.

Platform Travel Planner

Platform ini menggunakan teknologi AI sebagai alat pengumpulan dan analisis data untuk mendapatkan rangkaian data perjalanan, yang kemudian dapat diolah menjadi rencana perjalanan wisata. *Platform* perencanaan perjalanan ini kemudian membuat rekomendasi perjalanan wisata yang dipersonalisasi khusus sesuai kebutuhan dan keinginan *user*.

VIII. Penutup

Revolusi Industri 4.0 merupakan revolusi industri yang mengoptimalkan mesin dalam mengatur semua proses produksi dan mengubah sisi fundamental industri di dunia. Mesin-mesin diintegrasikan ke dalam komputer yang berkomunikasi satu sama lain dengan konektivitas intelegen dan memungkinkan pengambilan keputusan cerdas. Terdapat sembilan area strategis yang menjadi pilar utama dalam menentukan parameter industri 4.0., yang meliputi *big data* dan analitik; robotik; simulasi; integrasi sistem horizontal dan vertikal; *Internet of Things* (IoT); *cybersecurity*; *cloud*; manufaktur aditif; dan *Augmented and Virtual Reality*.

Negara Indonesia memiliki aspirasi yang kuat dalam mengimplementasikan teknologi 4.0 dalam rangka meningkatkan daya saing, dimana Indonesia telah meluncurkan roadmap “Making Indonesia 4.0” di lima sektor strategis, yakni makanan dan minuman (F&B); otomotif; tekstil; elektronik; dan bahan kimia. Di sisi lain, Masterplan Ekonomi Syariah Indonesia telah disusun dan diluncurkan oleh Komite Nasional Keuangan Syariah (KNKS) pada tahun 2019 untuk menjadi referensi dalam upaya mengembangkan ekonomi syariah Indonesia dan berkontribusi dalam memperkuat perekonomian Indonesia dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Salah satu strategi utama dalam Masterplan tersebut adalah penguatan rantai nilai halal serta ekonomi digital Syariah. Merujuk pada Masterplan tersebut, sektor-sektor riil yang strategis dalam konteks ekonomi Syariah Indonesia dan “Making Indonesia 4.0” adalah sektor makanan dan minuman, fesyen, dan pariwisata. Dengan kata lain, tiga sektor ini perlu diperkuat dengan penerapan teknologi 4.0, terutama dalam rangka penguatan rantai nilai (*value chain*).

Dokumen Referensi Riset Teknologi 4.0 ini disusun dalam rangka identifikasi dan pemetaan teknologi-teknologi terkini berbasis IR 4.0. sesuai dengan *global best practices*. Referensi ini difokuskan pada sektor-sektor strategis industri halal, mencakup makanan dan minuman, fesyen, dan pariwisata ramah Muslim. Referensi Riset ini diharapkan dapat bermanfaat untuk menyusun *pilot project* maupun strategi penerapan teknologi 4.0, sehingga teknologi yang diaplikasikan dapat mempercepat proses pengembangan dan penguatan rantai nilai di dalam tiga sektor tersebut secara efisien dan efektif. Selain itu, referensi ini dapat bermanfaat untuk menyusun strategi pengembangan dan penguatan spesialisasi dari pusat-pusat riset yang ada di Indonesia dalam mendukung pengembangan teknologi 4.0 untuk dapat diadopsi di industri halal, dalam konteks di tiga sektor riil strategis ini. ●



**KEMENTERIAN KEUANGAN
REPUBLIK INDONESIA**



**KEMENTERIAN KOORDINATOR
BIDANG PEREKONOMIAN
REPUBLIK INDONESIA**



**KEMENTERIAN AGAMA
REPUBLIK INDONESIA**



**Kementerian PPN/
Bappenas**



**Kementerian Koordinator
Bidang Perhubungan, Maritim
dan Kelautan**



**BANK INDONESIA
BANK SENTRAL REPUBLIK INDONESIA**



**LEMBAGA
PENJAMIN
SIMPANAN**



**OTORITAS
JASA
KEUANGAN**



**KEMENTERIAN
BADAN USAHA MILIK NEGARA
REPUBLIK INDONESIA**



**KEMENTERIAN
PERDAGANGAN
REPUBLIK INDONESIA**



**Kementerian
Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA**



**KEMENTERIAN KOPERASI DAN UMKM
REPUBLIK INDONESIA**



**KEMENTERIAN PARIWISATA DAN
EKONOMI KREATIF**



KADIN INDONESIA

KNEKS
Komite Nasional Ekonomi dan Keuangan Syariah

**MENYATUKAN LANGKAH
MEMAJUKAN NEGERI**

Gedung Permata Kuningan
Jl. Kuningan Mulia No. 9C Lt. PH, RT.6/RW.1, Menteng
Atas, Kota Jakarta Selatan, 12980



@kneks.id



@kneks_id



@kneks.id



www.kneks.go.id