

Penerapan LOGISTIK 4.0 dalam Manajemen Rantai Pasok Beras Perum BULOG: Sebuah Gagasan Awal

Application of LOGISTICS 4.0 in Rice Supply Chain Management at Perum BULOG: An Initial Idea

Tajuddin Bantacut¹ dan Rahmat Fadhil²

¹Departemen Teknologi Industri Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor
Email: bantacuttajuddin@gmail.com

²Departemen Teknik Pertanian Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh
Email: rahmat.fadhil@unsyiah.ac.id

Diterima : 4 Juni 2018

Revisi : 20 Juli 2018

Disetujui : 18 September 2018

ABSTRAK

Di antara masalah terbesar yang dihadapi Perusahaan Umum (Perum) BULOG saat ini adalah pengendalian persediaan beras dan kinerja rantai pasok. Kedua persoalan ini merupakan tugas utamanya dalam memberikan kontribusi bagi peningkatan efisiensi nasional dan mengurangi beban pemerintah dalam pengelolaan pangan nasional. Oleh karenanya artikel ini bertujuan untuk merumuskan gagasan Logistik 4.0 yang dapat diaplikasikan pada manajemen rantai pasok beras, khususnya pada Perum BULOG yang mendapat mandat untuk dapat mengendalikan dan menjamin ketersediaan beras di Indonesia. Pengembangan Logistik 4.0 beras mencakup perencanaan sumber daya, sistem manajemen gudang, sistem manajemen transportasi, sistem transportasi cerdas, dan keamanan informasi. Berkaitan dengan hal ini, Perum BULOG perlu mengembangkan sistem pengelolaan yang telah ada mengikuti aspek tersebut dengan mengembangkan Sistem-Fisik-Cyber (*Cyber-Physical-Systems*) sebagai basis Logistik 4.0. Untuk itu perlu digunakan berbagai teknologi, agar kemampuan pengendalian dan rantai pasok beras Perum BULOG dapat memegang peranan yang strategis dengan memenuhi kualitas pangan (*food quality*), responsif (*responsiveness*), efisiensi (*efficiency*), dan fleksibilitas (*flexibility*). Diantara teknologi yang dapat digunakan adalah teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID). Penggunaan teknologi seperti RFID, diharapkan dapat menjadikan Perum BULOG lebih mampu menguasai pasar, dan mampu mengendalikan rantai pasok beras sebagai perwujudan tanggung jawab sebagai penyedia dan pengendali logistik beras secara nasional.

Kata kunci: industri cerdas, logistik cerdas, RFID, sistem-fisik-cyber

ABSTRACT

Among big problems that Perum BULOG encounters nowadays are rice stock management and supply chain performance. Both problems are its main task in contributing to national efficiency improvement and reducing government burden in national food management. Therefore, this article is purposed to formulate Logistik 4.0 concept which can be applied in rice supply chain management, particularly in BULOG which have the mandate to control and ensure the availability of rice in Indonesia. The development of Logistik 4.0 of rice includes resources plan, storage management system, transportation management system, smart transportation system, and information security. In regard to this, Perum BULOG needs to develop the existing management system to follow those aspects by developing Cyber-Physical-System as the basis of Logistik 4.0. Therefore, it is necessary to use various techniques so that the ability of Perum BULOG in management and supply chain of rice can hold strategic role by fulfilling food quality, responsiveness, efficiency, and flexibility. Among technology to be used is Radio Frequency Identification (RFID) technology. The use of technology like RFID is expected to be able to make Perum BULOG more capable in dominating the market and able to control supply chain of rice as a manifestation of its responsibility as national supplier and controller of rice logistic.

Keywords: smart industry, smart logistic, RFID, cyber-physical-system

I. PENDAHULUAN

Dalam manajemen rantai pasok, strategi ideal yang terpenting adalah menekankan adanya efisiensi dan kemampuan mengelola ketepatan untuk merespon permintaan konsumen (Chopra dan Meindl, 2007). Strategi ini diwujudkan dengan aplikasi kebijakan perusahaan dalam menangani enam faktor pendorong kinerja rantai pasokan yaitu fasilitas, persediaan, transportasi, informasi, sumber daya, dan harga (Trisilawaty dkk., 2011). Begitu pula halnya terhadap manajemen rantai pasok beras Perum (Perusahaan Umum) BULOG. Tugas utama Perum BULOG meliputi pengadaan gabah beras dalam negeri, penyaluran beras untuk *public service obligation*, stabilisasi harga, dan pemupukan stok beras nasional. Namun demikian dalam menjalankan aktivitasnya, Perum BULOG belum optimal memberikan kontribusi dalam peningkatan efisiensi nasional dan mengurangi beban pemerintah dalam pengelolaan pangan nasional. Hal ini termasuk usaha komersial yang dijalankan belum sepenuhnya selaras dalam mendukung serta bersinergi dengan kegiatan publik.

Trisilawaty, dkk. (2011) melaporkan bahwa rantai pasok beras dan penggunaan gudang di Perum BULOG belum optimal. Sebagian besar gudang BULOG saat ini dipergunakan untuk menyimpan beras namun kapasitas gudang per unitnya yang dipergunakan tidak maksimal, sehingga menyebabkan banyak *space* gudang yang terbuang. Bahkan terdapat pula gudang yang tidak dipergunakan. Persoalan ini disebabkan adanya ketidakpastian perencanaan penggunaan gudang oleh manajemen Perum BULOG dalam menentukan pemanfaatan gudang untuk penyimpanan beras (tugas publik) maupun untuk disewakan (tugas komersial). Oleh karenanya manajemen Perum BULOG perlu terus menerus merumuskan konsep-konsep terkini untuk menguraikan dan menyelesaikan persoalan ini dengan mempertimbangkan kemudahan, efektifitas, dan penggunaan berbagai teknologi informasi terkini yang akan semakin mendorong percepatan penyelesaian masalah ini, termasuk mempersiapkan berbagai kemungkinan perubahan yang akan terjadi di masa depan.

Salah satu aplikasi untuk menangani kinerja rantai pasok adalah melalui pemanfaatan teknologi informasi berbasis internet dan komputer. Teknologi ini telah mengubah cara manusia dalam melaksanakan banyak pekerjaan mulai dari berkomunikasi, bertransaksi, berproduksi, berinovasi, dan berpergian. Banyak dari kegiatan tersebut yang dapat diselesaikan melalui teknologi digital menggunakan komputer dan telepon cerdas untuk mempercepat proses dan menghemat sumber daya.

Fenomena ini pertama kali disebutkan pada tahun 2011 dalam proposal untuk pengembangan konsep baru kebijakan ekonomi Jerman berdasarkan strategi teknologi tinggi (Mosconi, 2015). Industri sebagai sektor kegiatan manusia yang banyak terkait dengan pergerakan, pengolahan, dan pemasaran bahan (material) serta transaksi dan pertukaran informasi (data) banyak mengalami perubahan yang akan terus terjadi, kemudian memasuki tahap baru revolusi teknologi industri yang disebut dengan *Industry 4.0 (smart industry)* atau Industri 4.0 (industri cerdas).

Zezulka, dkk. (2016) menggunakan terminologi Industri 4.0 dalam tiga faktor yang saling terkait, yaitu: (i) digitalisasi dan integrasi teknis sederhana -hubungan ekonomis dengan teknis yang rumit- jaringan ekonomis yang kompleks, (ii) digitalisasi penawaran produk dan layanan, dan (iii) model pasar baru. Semua aktivitas manusia ini saling berhubungan dengan banyak sistem komunikasi saat ini. Teknologi yang paling banyak digunakan adalah *Internet of Things (IoT)*, *Internet of Service (IoS)*, dan *Internet of People (IoP)* yang bertumpu pada Sistem-Fisik-Cyber (*Cyber-Physical-Systems*). Teknologi ini memungkinkan entitas komunikasi (dalam lingkungan Industri 4.0) untuk bertautan satu sama lain dan memanfaatkan data dari produsen selama siklus kehidupan sistem tanpa dibatasi oleh sekat perusahaan dan negara. Semua pihak yang terkait dapat memperoleh informasi dan data yang relevan setiap saat sehingga dapat mengetahui dengan lebih pasti perkembangan yang terjadi dalam pasokan, pengolahan dan pengangkutan sebagai basis perencanaan, pengelolaan, dan evaluasi usaha. Pola komunikasi juga mengalami perubahan tidak hanya terbatas antar manusia (*Customer*

to Customer/C2C) tapi juga antara manusia dengan mesin (*Costumer to Machine/C2M*) dan antara mesin ke mesin (*Machine to Machine/ M2M*) (Cooper dan James 2009). M2M dan produk cerdas tidak diperlakukan sebagai bagian mandiri, tetapi pendukung IoT. Produk pintar adalah sub-komponen dari Sistem-Fisik-Cyber (Greengard, 2015).

Transformasi ini secara dramatis akan mempengaruhi pengelolaan organisasi sesuai dengan insentif, konfigurasi lingkungan, dan konteks yang baru. Revolusi ini menyebabkan perubahan besar, tidak hanya di industri tetapi juga di masyarakat, dalam irama dan pandangan ekonomi, dalam cara kerja direncanakan dan dioperasionalkan, serta cara kerja yang harus berorientasi pada interaksi manusia-mesin, dan lain sebagainya.

Perubahan tersebut dengan sendirinya akan membentuk fitur baru Logistik 4.0 yaitu implikasi dari Industri 4.0 terhadap logistik yang efisien dan kuat. Teknologi dan Sistem-Fisik-Cyber (CPS) digunakan untuk menjalankan semua kegiatan yang berulang dan otomatis sehingga mengurangi keterlibatan manusia (Barreto, dkk., 2017).

Logistik adalah aliran barang atau jasa mulai dari sumber sampai tujuan yang meliputi proses perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian aliran yang efisien dan efektif dari barang atau jasa dan informasi terkait mulai dari titik asal sampai titik penggunaan untuk memenuhi keperluan pelanggan. Fokus logistik adalah aliran barang atau jasa dengan tujuan menyediakan barang dengan jumlah yang tepat, waktu yang tepat, lokasi yang tepat, dan biaya yang tepat. Kegiatan utama logistik adalah pengadaan, penyimpanan, persediaan, pengangkutan, pergudangan, pengemasan, keamanan, serta penanganan barang dan jasa baik dalam bentuk bahan baku, barang antara, dan barang jadi.

Dengan pengertian tersebut, maka peluang bahkan keharusan penerapan IoT, IoS, dan IoP sangat besar sehingga setiap pergerakan barang dan informasi dapat direncanakan dalam dimensi ruang dan waktu yang lebih pasti dan pemantauan yang lebih mudah. Efisiensi dan kekuatan logistik adalah pada penghematan pergerakan dan penggunaan ruang dalam satuan

waktu tertentu. Preposisi ini digunakan untuk membangun sistem Logistik 4.0 pangan pokok berbasis beras. Oleh karenanya artikel ini ditulis bertujuan untuk merumuskan gagasan Logistik 4.0 yang diaplikasikan pada manajemen rantai pasok beras, khususnya pada Perum BULOG yang mendapat mandat untuk mengendalikan dan menjamin ketersediaan beras di Indonesia.

II. INDUSTRI 4.0 DAN LOGISTIK 4.0

Revolusi industri 4.0 telah membawa beberapa manfaat yang jelas dan relevan adalah peningkatan fleksibilitas, baku mutu, efisiensi, dan produktivitas. Ini akan memungkinkan kustomisasi massal bagi perusahaan untuk memenuhi permintaan pelanggan, menciptakan nilai melalui pengenalan secara terus menerus produk baru, dan layanan pasar. Terlebih lagi, kolaborasi antara mesin dan manusia dapat mempengaruhi kehidupan pekerja secara sosial, terutama berkenaan dengan optimalisasi pengambilan keputusan.

Roblek, dkk. (2016) dan Almada-Lobo (2015) menyimpulkan bahwa transformasi internet dari industri digital masih berlangsung, tetapi kecerdasan buatan, data besar, dan konektivitas menunjukkan kepastian putaran baru revolusi digital. Industri 4.0 sedang dalam perjalanan dan akan memiliki pengaruh penting pada transformasi industri yang lengkap karena itu mewakili kemajuan pada tiga poin, yaitu: (i) Digitalisasi produksi - sistem informasi untuk manajemen dan perencanaan produksi; (ii) Otomatisasi - sistem untuk akuisisi data dari lajur produksi dan menggunakan mesin; dan (iii) Menghubungkan situs manufaktur dalam rantai pasokan yang komprehensif.

Logistik sebagai penopang industri 4.0 harus beradaptasi dengan atau mengikuti kemajuan dalam tiga pokok tersebut. Adaptasi ini menjadi keharusan untuk bertahan dan tumbuh berkembang dalam menjalankan fungsi logistik sehingga tetap menjadi bagian penting dari pergerakan barang, informasi, dan mesin.

Industri 4.0 berbasis pada IoT dan CPS yaitu sistem fisik dan rekayasa, yang operasinya dapat dipantau, terkordinasi, terkontrol, dan terintegrasi dengan sistem komputasi dan komunikasi. CPS melibatkan interaksi dengan dunia fisik yang tersusun dari satu set agen

berjaringan. Agen jaringan ini termasuk: sensor, aktuator, satuan-satuan kendali pemrosesan, dan perangkat komunikasi (Cardenas, dkk., 2008).

Konsep fundamental tersebut menjelaskan bahwa Industri 4.0 masih terus berkembang menuju keadaan yang lebih efisien dari aspek biaya, waktu, dan tenaga kerja untuk produksi dan pelayanan. Kelancaran produksi tidak lagi bertumpu pada pasokan dan distributor tetapi keduanya terintegrasi dengan sistem logistik yang kuat dan efisien. Peran logistik menjadi bagian penting dari Industri 4.0 yang berbasis ICT, maka logistik yang terkait dengannya harus berubah menjadi Logistik 4.0.

Barreto, dkk. (2017) menjelaskan bahwa implikasi Industri 4.0 terhadap logistik sangat besar dan penting. Permintaan produk dan layanan yang bersifat individual akan terus meningkat. Dengan demikian, logistik di dalam dan di luar sistem industri harus beradaptasi dengan lingkungan yang terus berubah. Sistem logistik akan semakin kompleks sehingga tidak dapat ditangani dengan praktik perencanaan dan pengendalian secara biasa.

Logistik 4.0 merujuk pada kombinasi penggunaan logistik dengan inovasi dan aplikasi ditambahkan pada CPS sehingga memiliki kondisi yang sama seperti Layanan Cerdas dan Produk Pintar. Pendekatan berbasis teknologi digunakan untuk mendefinisikan “Produk Pintar” dan “Layanan Pintar” dapat diterapkan untuk mendefinisikan “Logistik Pintar”. Produk dan layanan pintar dapat melakukan tugas-tugas yang biasanya dilakukan oleh orang. Hal ini memungkinkan untuk mendelegasikan kegiatan sehingga karyawan dapat fokus pada tugas-tugas yang membutuhkan lebih banyak kecerdasan daripada proses otomatis atau kecerdasan yang dapat diberikan oleh Produk Pintar atau Layanan Pintar.

Logistik pintar adalah sistem logistik yang dapat meningkatkan fleksibilitas, penyesuaian terhadap perubahan pasar, dan mendekatkan perusahaan dengan kebutuhan pelanggan. Ini akan memungkinkan untuk memperbaiki tingkat layanan pelanggan, optimalisasi produksi, dan menurunkan harga penyimpanan dan produksi. Sejalan dengan perkembangan teknologi, Logistik Pintar akan berubah dan memiliki

ketergantungan waktu dan paradigma baru. Paradigma ini adalah hasil dari peningkatan penggunaan Internet yang memungkinkan komunikasi antara M2M dan C2M secara *real time* dan penggunaan apa yang disediakan oleh digitalisasi maju. Logistik 4.0 yang efisien dan kuat harus mengandalkan dan menggunakan aplikasi teknologi: (i) Perencanaan Sumber daya; (ii) Sistem Manajemen Gudang; (iii) Sistem Manajemen Transportasi; (iv) Sistem Transportasi Cerdas; dan (v) Keamanan Informasi. Berikut uraian yang disarikan dari Barreto, dkk. (2017) seperti berikut:

2.1. Perencanaan Sumberdaya

Teknologi memudahkan penyelarasan dan integrasi semua pelaku utama rantai pasok, peningkatan tingkat visibilitas dan transparansi, sehingga perkiraan sumber daya akan lebih pasti. Hal ini dimungkinkan karena perkembangan volume dan pergerakan barang dapat diketahui setiap waktu. Prosedur manajemen perencanaan sumber daya, sesuai dengan penerapan paradigma Industri 4.0 dan penerapan CPS, akan meningkatkan produktivitas, fleksibilitas, dan kelincahan secara keseluruhan terhadap perubahan yang mungkin terjadi dalam rantai pasokan.

Penyelarasan dan integrasi yang tepat antara para pelaku utama rantai pasokan, dan peningkatan tingkat visibilitas dan transparansi akan memastikan perkiraan sumber daya (manusia, barang, dan peralatan) yang lebih tepat. Dengan demikian, akan terjadi optimalisasi sumber daya, waktu pengadaan, dan pemasaran, dan peningkatan dayaguna peralatan.

Tingkat kecanggihan yang dibutuhkan akan meningkat secara substansial. Pada semua IoT akan membutuhkan tingkat spesialisasi sumber daya manusia (SDM) yang lebih tinggi. Kompetensi SDM akan berubah secara dramatis dengan adopsi berkelanjutan paradigma Industri 4.0. Peningkatan kebutuhan keterampilan komputerisasi dan analitis, serta integrasi sistem teknologi akan mengubah profil umum SDM di industri.

2.2. Sistem Manajemen Pergudangan

Mata rantai logistik berawal dari dan berakhir di gudang yang sebelumnya dari pabrik

dan setelahnya kepada konsumen. Oleh karena itu, gudang selalu menjadi pusat penting arus barang dalam dan menentukan kinerja dari rantai pasokan. Industri 4.0 mengharuskan gudang berfungsi sebagai sumber utama keunggulan kompetitif bagi penyedia logistik. Adopsi paradigma Industri 4.0 akan memperkenalkan perubahan luar biasa dalam cara kerja gudang saat ini. Pengenalan manajemen 'pintar' selama adopsi dan penerapan Sistem Manajemen Gudang yang tepat (WMS) yang akan mengubah kegiatan gudang menjadi persyaratan masa depan logistik sesuai dengan paradigma Industri 4.0.

Aktor dan pemangku kepentingan dalam rantai pasokan perlu diintegrasikan untuk menjamin koordinasi dan keselarasan menyeluruh antara semua fase rantai nilai. Sebagai contoh, transportasi akan dapat mengomunikasikan posisi mereka dan meramalkan waktu kedatangan kepada sistem manajemen gudang cerdas, sehingga dapat memilih dan menyiapkan *slot docking*, mengoptimalkan pengiriman *just-in-time* dan *just-in-sequence*. Bersamaan dengan itu, Sensor RFID (*Radio Frequency Identification*) akan mengungkapkan apa yang telah dikirimkan, dan mengirim data jejak-dan-penelusuran ke seluruh rantai pasok. WMS akan secara otomatis menghubungkan ke ruang penyimpanan sesuai dengan spesifikasi pengiriman, meminta peralatan yang sesuai untuk memindahkan barang ke lokasi yang tepat secara mandiri.

Setiap pergerakan barang (per kemasan, per palet, atau per truk) dapat diketahui dan tercatat (jejak digitalnya) karena *tag* akan mengirimkan sinyal ke WMS untuk menyediakan tingkat persediaan *real-time* yang terbaca (*visibility*), yang dapat mencegah biaya kekurangan stok yang mahal, serta meningkatkan kemampuan manajemen keputusan terhadap penyesuaian yang mungkin diperlukan untuk meningkatkan tingkat layanan.

2.3. Sistem Manajemen Transportasi

Penghubung simpul rantai pasok adalah transportasi logistik yang memerlukan pengelolaan bersistem (Sistem Manajemen Transportasi/TMS). Interaksi antara sistem manajemen pesan (OMS) dan pusat distribusi

(DC) dan gudang dapat dibangun melalui TMS. Pengendalian biaya yang berlebih (sangat mahal) dapat dikendalikan dengan mengintegrasikan TMS dengan rantai pasok lainnya (seperti Sistem Manajemen Gudang dan Sistem Manajemen Perdagangan Global); dan menangani komunikasi elektronik dengan pelanggan, mitra dagang, dan operator. Sejalan dengan meluasnya cakupan yang menambah kemampuan lainnya, TMS telah menjadi pilihan yang populer untuk perusahaan dengan berbagai ukuran dan di semua industri.

TMS, didukung dengan penggunaan IoT yang padat, adalah elemen yang sangat penting dalam konsep Logistik 4.0 karena menggunakan data *real-time* dan *in line* untuk mencapai efisiensi dan efektivitas proses logistik yang lebih baik. Penerapan teknologi GPS dapat mencari dan menetapkan lokasi kendaraan dan alat angkut secara akurat, memantau pergerakan barang, bernegosiasi dengan penyedia jasa, mengkonsolidasikan pengiriman, menggunakan *platform* fungsional yang lebih maju, dan berinteraksi dengan Sistem Transportasi Cerdas (ITS). Perkembangan terus terjadi untuk perbaikan manajemen transportasi dan layanan pelanggan sejalan dengan pertumbuhan layanan *cloud* dan *cloud computing*, TMS berbasis *cloud* menjadi standar. Perangkat lunak ini dengan cepat memindahkan solusi sehingga mengurangi secara drastis jumlah pemasangan premis di masa mendatang.

IoT dan TMS akan memainkan peran yang semakin penting dalam industri transportasi dan logistik karena lebih banyak lagi benda fisik dilengkapi dengan kode batang, *tag* RFID atau sensor, sehingga perusahaan transportasi dan logistik dapat melakukan pemantauan *real-time* terhadap pergerakan benda-benda fisik dari asal ke tujuan di seluruh rantai pasokan termasuk manufaktur, pengiriman, dan distribusi. IoT juga menawarkan solusi yang menjanjikan untuk sistem transportasi dan layanan mobil. Sejalan dengan kendaraan memiliki penginderaan yang semakin kuat, jaringan, komunikasi, dan kemampuan pemrosesan data, teknologi IoT dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan dan berbagi sumber daya yang kurang dimanfaatkan di antara kendaraan di tempat parkir atau di jalan. Misalnya, teknologi

IoT memungkinkan melacak lokasi terkini setiap kendaraan, memantau pergerakannya, dan memprediksi lokasi berikutnya.

2.4. Sistem Transportasi Cerdas (ITS)

Sistem Transportasi Cerdas mengadopsi teknologi baru seperti perangkat keras perhitungan, sistem pemosisian, teknologi sensor, telekomunikasi, pengolahan data, operasi virtual dan teknik perencanaan. ITS beroperasi pada berbagai sistem transportasi seperti manajemen transportasi, kontrol, infrastruktur, operasi, kebijakan, dan metode kontrol. Integrasi teknologi virtual di bidang transportasi penting untuk meningkatkan keamanan dan keandalan, kecepatan perjalanan, arus lalu lintas dan untuk mengurangi risiko, tingkat kecelakaan, emisi karbon, dan polusi udara. ITS menyediakan solusi untuk kerja sama dan platform yang dapat diandalkan untuk transportasi. Pengumpulan Pulsa Elektronik (ETC), *Highway Data Collection* (HDC), Sistem Manajemen Lalu Lintas (TMS), Pengumpulan Data Kendaraan (VDC), *Transit Signal Priority* (TSP), *Emergency Vehicle Preemption* (EVP) adalah beberapa aplikasi ITS. Aplikasi ITS tidak terbatas untuk lalu lintas kendaraan, juga menyediakan layanan lain dan dapat diimplementasikan dalam sistem navigasi, sistem transportasi udara, sistem transportasi air, dan sistem kereta api.

Generasi terbaru ITS, Generasi 4.0, memanfaatkan multimodal sistem yang menggabungkan perangkat seluler pribadi, kendaraan, infrastruktur, dan jaringan informasi untuk sistem operasi serta solusi kontekstual mobilitas pribadi. ITS memainkan peran penting dengan sistem kooperatif teknologi, untuk mendukung serta meningkatkan proses logistik dan efektivitas armada untuk meningkatkan secara substansial hasil dari komunitas transportasi, baik secara ekonomi maupun keberlanjutan. Sebuah ITS menggunakan *real time* dan *in line* data yang dikumpulkan melalui VANET (*Vehicle ad hoc Network*) *Systems*, jaringan sensor, *drone point*, dan sistem intelijen bisnis, akan meningkatkan kualitas manajemen pengambilan keputusan serta menjadi lebih fleksibel dan efisien dalam waktu dekat, sehingga memungkinkan untuk meningkatkan efisiensi logistik melalui konvergensi teknologi

komunikasi *Machine to Machine* (M2M) dan sistem kooperatif.

Dalam perspektif Logistik 4.0, ITS yang beroperasi penuh dapat digunakan untuk: parkir truk cerdas dan manajemen bidang pengiriman; kargo multimodal (perencanaan pendukung dan sinkronisasi antara moda transportasi yang berbeda selama berbagai operasi logistik); estimasi tapak dan pemantauan CO₂; sarana kecepatan dan prioritas (menghemat konsumsi bahan bakar, mengurangi emisi, dan keberadaan kendaraan berat di daerah perkotaan); dukungan *eco-drive* (mendukung pengemudi truk dalam mengadopsi gaya mengemudi yang lebih hemat energi untuk mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi CO₂).

2.6. Keamanan Informasi

Pertumbuhan cepat aplikasi berbasis internet yang ditopang oleh kehadiran sistem berbasis *cloud*, IoT, Data Besar, Industri 4.0, BYOD (*Bring Your Own Device*) dan tren CYOD (*Choose Your Own Device*) telah mengubah cara organisasi menjalankan bisnis. Organisasi sangat tertarik untuk menemukan inisiatif teknologi baru dengan biaya operasi rendah, untuk menawarkan layanan yang lebih baik dan inovatif, dan dengan demikian memperoleh keunggulan kompetitif. Namun, dengan meningkatnya ketergantungan pada teknologi untuk mendapatkan keunggulan kompetitif, keamanan informasi menjadi salah satu persyaratan yang paling penting dan menantang dalam menjalankan bisnis yang sukses. Bahkan, solusi teknologi baru selalu membawa kerentanan, yang sebagian besar waktu mengungkapkan risiko keamanan yang tidak terduga (Goodrich dan Tamassia, 2014). Dalam konteks ini, organisasi harus memastikan dan mengembangkan kemampuan mereka untuk melindungi aset informasi dan infrastruktur TI secara aman.

III. RANTAI PASOK BERAS PERUM BULOG

Rantai pasok (*supply chain*) adalah sebuah rangkaian aktivitas meliputi sumber daya, informasi, dan organisasi yang terkait dengan pergerakan dan distribusi barang atau jasa dari produsen ke konsumen. Aktivitas rantai pasok ini meliputi proses memperoleh bahan mentah beserta bagian-bagiannya, manufaktur,

pergudangan, pencatatan inventaris, dokumentasi, pengelolaan pemesanan, distribusi, komunikasi, transportasi, pengendalian persediaan serta sistem informasi yang diperlukan untuk memastikan bahwa seluruh rangkaian proses ini berjalan dengan optimal. Menurut *Global Supply Chain Forum*, manajemen rantai pasok (*supply chain management* disingkat SCM) didefinisikan sebagai integrasi dari suatu proses bisnis dari pengguna akhir sampai pemasok-pemasok awal untuk menyediakan produk, jasa, dan informasi yang memberikan nilai tambah bagi para pelanggan dan pihak-pihak terkait lainnya (Croxtton, dkk., 2001). Nilai tambah dapat diperhitungkan sebagai penyediaan kebutuhan produk dengan jenis yang tepat, kuantitas dan kualitas yang sesuai, waktu yang tepat, tempat yang pasti, dan biaya yang sesuai.

Beras sebagai salah satu bahan pangan memiliki perbedaan rantai pasok dengan produk atau jasa lainnya. Perbedaan rantai pasok pangan ini karena adanya perubahan sepanjang waktu pada bahan tersebut yang akan mempengaruhi kualitas produk pangan pada seluruh tahapan rantai pasok hingga titik akhir pangan itu sampai ke konsumen. Pergerakan bahan pangan ini mengalir secara berkesinambungan dari produsen ke konsumen melewati proses produksi, pengolahan, distribusi, agen, ritel, dan kemudian sampai ke konsumen (*from farm to table*). Kajian tentang rantai pasok pangan telah banyak dipelajari oleh berbagai peneliti, seperti Handayati, dkk. (2015), Jang dan Klein (2011), Dania, dkk. (2018), Topp-Becker dan Ellis (2017), Galal dan El-Kilany (2016), Grimm, dkk. (2014), Aubry dan Kebir (2013) serta Trienekens, dkk. (2012), semuanya berusaha menunjukkan berbagai solusi terhadap permasalahan-permasalahan rantai pasok pangan yang terus berkembang hingga saat ini.

Perum BULOG yang merupakan perusahaan milik negara di bidang logistik pangan, memiliki tanggung jawab besar dalam pengendalian dan ketersediaan beras di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia. Ruang lingkup dalam urusan beras ini meliputi usaha logistik/pergudangan, survei dan pemberantasan hama, penyediaan karung plastik, usaha angkutan, perdagangan komoditi pangan, dan usaha eceran. Selain itu,

BULOG juga melakukan kegiatan pengendalian harga beras (mempertahankan Harga Pembelian Pemerintah/HPP), stabilisasi harga khususnya harga pokok, menyalurkan beras untuk orang miskin (beras sejahtera/Rastra) dan pengelolaan stok pangan (BPS, 2016). Sepanjang aktivitas inilah menjadi bisnis utama dari BULOG dalam memastikan ketersediaan beras di pasaran dan terjangkau untuk dibeli oleh masyarakat. Secara detail rantai pasok beras BULOG adalah seperti pada Gambar 1. Dimana unit Unit Pengelolaan Gabah Beras (UPGB) dan Gudang BULOG memegang peran yang cukup penting dari pengumpulan gabah, pengolahan dan penyimpanan beras, hingga distribusinya ke masyarakat (konsumen).

Dua masalah terbesar yang dihadapi Perum BULOG saat ini adalah pengendalian persediaan beras (Sartika, 2014; Yun, 2014) dan kinerja rantai pasok (Ghozali, 2016; Muhandhis dan Suryani, 2015; Sulistyowati dan Natawidjaja, 2010; Sa'id, 2010). Masalah persediaan beras, BULOG sering dikalahkan oleh mafia beras, sehingga ketersediaan beras di pasaran sering kekurangan yang menyebabkan kenaikan harga secara signifikan (Pratomo, 2015; Subandriyo, 2015; Jannah, 2018; Fakhrana, 2016). Akibatnya, daya beli masyarakat mengalami menurun dan dapat menimbulkan gejolak sosial dan ekonomi. Belum lagi masalah-masalah lainnya seperti ketidakmerataan distribusi, jumlah yang berkurang dalam proses distribusi, kurangnya persediaan, ketidakpastian perencanaan penggunaan gudang, permintaan distribusi beras yang tidak beraturan dan tidak dapat diprediksi menjadi unsur-unsur ketidakpastian pada rantai pasokan beras pada Perum BULOG (Trisilawaty dkk., 2016; Yun, 2014; Sartika, 2014; Firdaus, dkk., 2008).

Untuk itulah BULOG perlu mengembangkan strategi pengawasan beras (*supply and demand*) dengan efektif dan efisien. Kinerja rantai pasok, sebagai aktivitas rutin, maka mesti terus dievaluasi dari waktu ke waktu, karena saat ini atmosfer pasar yang fluktuatif, kompetitif, dan bahkan disruptif.

Aramyan, dkk. (2007) berpendapat bahwa suatu rantai pasok pangan mestilah memenuhi empat indikator kinerja, yaitu kualitas pangan (*food quality*), responsif (*responsiveness*),

efisiensi (*efficiency*), dan fleksibilitas (*flexibility*). Kualitas pangan berkaitan dengan pemenuhan segala persyaratan mutu dan karakteristik produk (ISO 9000), responsif merupakan kepekaan dan kesigapan rantai pasok untuk menyediakan produk dan informasi kepada pelanggan, efisiensi berkaitan dengan ukuran dari suatu hasil (*output*) yang dicapai dengan masukan (*input*) yang digunakan (indikatornya: biaya produksi, distribusi keuntungan, tingkat pengembalian investasi, dan persediaan), sedangkan fleksibilitas adalah tingkat kemampuan rantai pasok dalam menghadapi perubahan pasar untuk tetap mendapatkan atau memelihara keunggulan kompetitifnya (Aramyan, dkk., 2006). Oleh karena itu, kedua permasalahan tersebut perlu secara arif dan bijaksana dicarikan solusi yang optimal untuk menyelesaikannya, sehingga Logistik 4.0 dapat menjadi jawaban terhadap permasalahan tersebut.

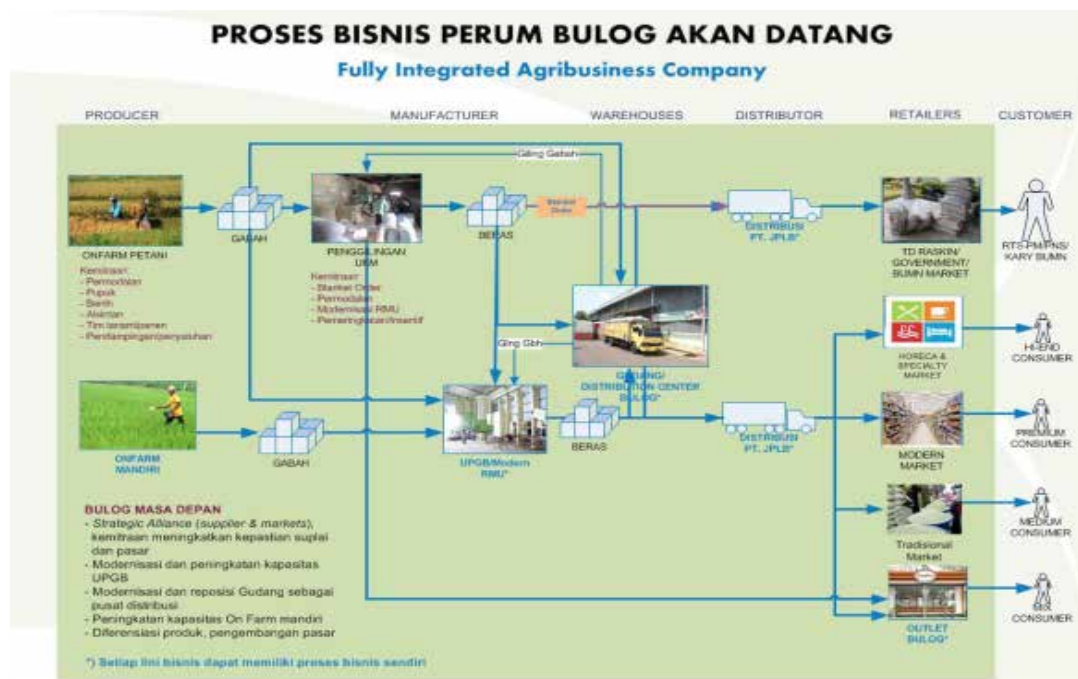
IV. PENGEMBANGAN LOGISTIK 4.0 BERAS PERUM BULOG

Pengembangan Logistik 4.0 dapat mengikuti aspek yang diusulkan oleh Barreto, dkk. (2017) yang mencakup perencanaan sumber daya, sistem manajemen gudang, sistem manajemen transportasi, sistem

transportasi cerdas, dan keamanan informasi. Dalam perspektif ini, Perum BULOG perlu mengembangkan sistem pengelolaan yang telah ada mengikuti aspek tersebut dengan mengembangkan CPS sebagai basis Logistik 4.0.

Pertama, perencanaan Sumberdaya Logistik 4.0 Perum BULOG. Penerapan Logistik 4.0 memerlukan sarana dan prasarana yang dihubungkan dengan internet untuk memfasilitasi IoT, IoS, dan IoP. Semua fasilitas UPGB, gudang, kendaraan pengangkut, dan fasilitas pendukung lainnya harus terintegrasi dalam CPS sehingga semua informasi, data, dan pergerakan bahan dapat dipantau. Perbaikan fasilitas melalui modernisasi dan peningkatan teknologi perlu dilakukan untuk memungkinkan penerapan azas efektif, efisien, dan akses yang tidak dibatasi waktu dan ruang. Fasilitas dan barang dihubungkan dengan basis data dan aplikasi untuk mengunggah dan mengunduh data. Rancangan sistem yang dibangun untuk memfasilitasi semua transaksi, pengendalian, dan pengaturan melalui pengendali yang tersebar.

Kedua, sistem Manajemen Pergudangan. Gudang menerapkan manajemen bersistem sehingga pengaturan bahan dalam gudang dan pergerakan barang masuk dan keluar



Gambar 1. Rantai Pasok Beras BULOG
(Sumber: Bahan Ajar Direktur Komersial 22 April 2016)

dari gudang mengikuti kaidah *First in First Out* (FIFO). Pengaturan karung dalam susunan pallet mengikuti urutan registrasi barang sehingga pencatatan dan pembacaan informasi oleh sensor menjadi lebih mudah dan teratur. Pembaharuan atau perbaikan gudang perlu dilakukan sehingga memungkinkan penerapan prinsip pergerakan bahan secara efisien dan cepat yang tercatat baik per pallet, per kemasan, atau per truk.

Ketiga, sistem Manajemen Transportasi. Pergerakan bahan bertumpu pada transportasi yang bersistem sehingga dapat diintegrasikan dengan manajemen pemesanan (*order management system*) dan pusat distribusi. Manajemen transportasi harus dikembangkan berbasis *cloud* untuk memfasilitasi pengelolaan berbasis internet dengan penerapan IoT, IoS, dan IoP.

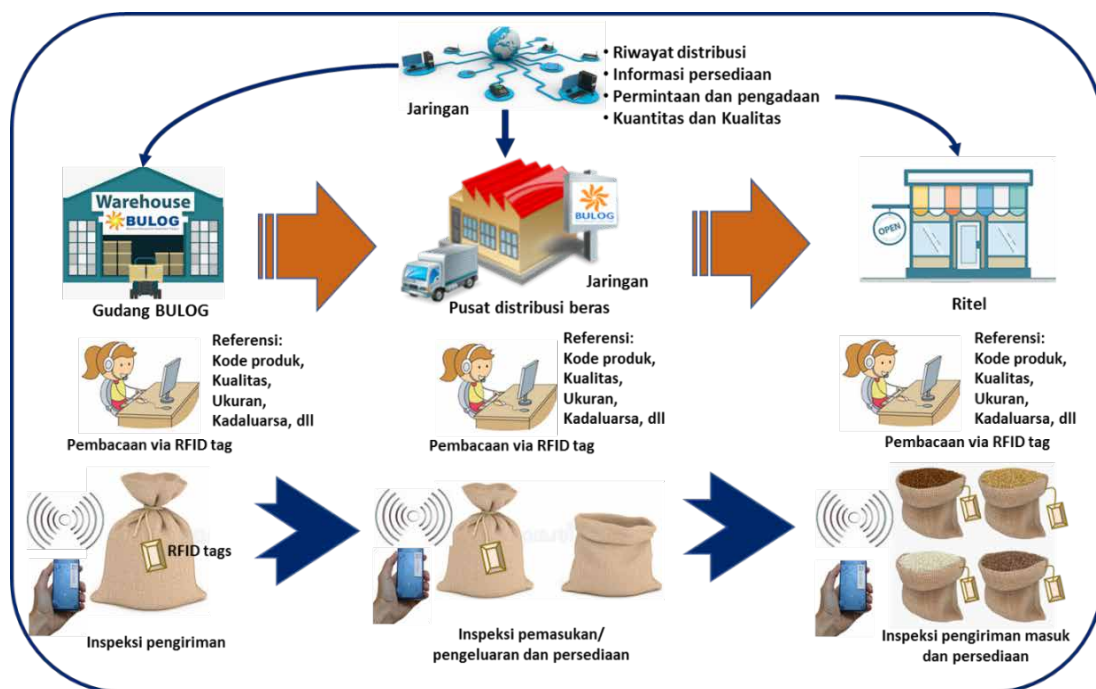
Keempat, sistem Transportasi Cerdas. Alat angkut seperti truk, kapal, dan perahu dilengkapi dengan teknologi GPS untuk memudahkan pemantauan, pengendalian, dan pengaturan pergerakan baik arah, jalur maupun waktu, sehingga menjadi lebih efektif dan efisien. Semua alat angkut tersebut dilengkapi dengan *tag* RFID dan Kode Bar sehingga dapat dihubungkan dengan CPS dan diakses secara mudah oleh pihak yang berkepentingan

terutama manajemen logistik, konsumen, dan rekanan.

Kelima, keamanan Informasi. Semua data dan informasi yang dihubungkan dengan internet dan dapat diakses oleh publik secara luas rentan terhadap gangguan dan penyalahgunaan. Perlindungan data dan informasi pelanggan dan akses ke dalam sistem logistik secara keseluruhan perlu diproteksi dengan azas keamanan yang tinggi. Misalnya, pada transaksi pada konsumen akhir tag RFID harus dinonaktifkan sehingga kerahasiaan alamat konsumen dapat dilindungi.

4.1. Aplikasi RFID

Salah satu teknologi yang dapat dipakai dalam pengendalian rantai pasok beras Perum BULOG adalah menggunakan teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID). Teknologi ini adalah suatu metode identifikasi menggunakan perangkat label RFID (*transponder*) yang berfungsi untuk menyimpan dan mengambil data jarak jauh. Label atau perangkat RFID ini adalah benda yang dapat dipasang, dimasukkan, ditempatkan, disematkan pada produk baik hewan, tumbuhan, bahkan manusia sekalipun sebagai alat untuk identifikasi menggunakan frekuensi radio elektromagnetik. Pengidentifikasi ini menggunakan medan magnet yang memancarkan sejumlah kode



Gambar 2. Aplikasi RFID pada rantai pasok beras

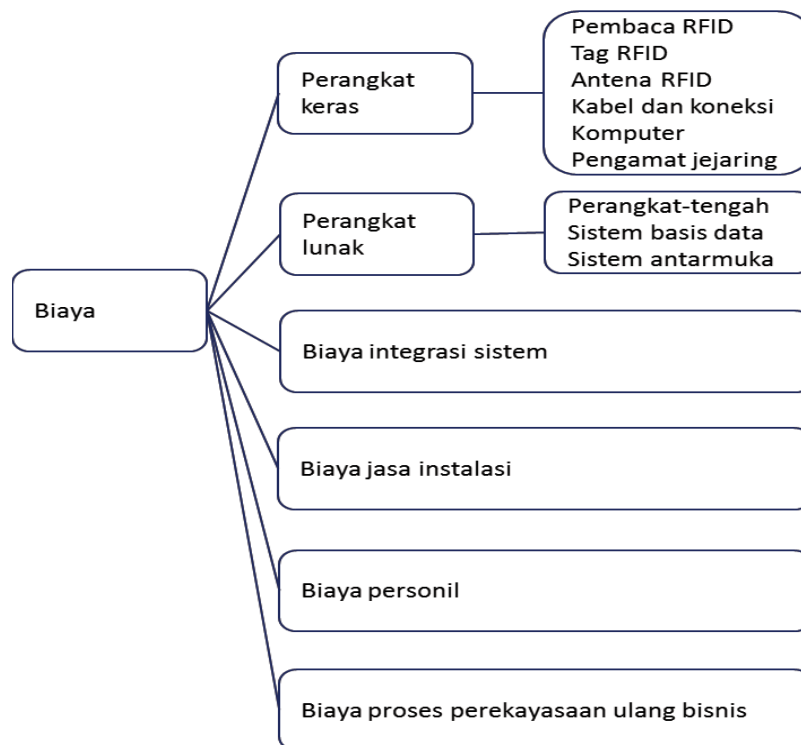


Gambar 3. Keuntungan penggunaan RFID (Leung, dkk., 2007)

identifikasi tertentu saat ditanyakan atau dipanggil oleh perangkat pembacanya (*reader*). Sistem pembaca RFID ini tidak memerlukan kontak langsung antara alat pembaca dengan label RFID yang dipasang pada suatu benda, ini berbeda dengan sistem pembaca kode batang (*barcode*).

Tren penggunaan RFID di Indonesia terus meningkat. Hal ini tentu saja akibat dari perkembangan teknologi dan informasi yang

semakin berkembang dan kompetitif sehingga menuntut perusahaan-perusahaan untuk turut juga meningkatkan kualitas pelayanan, termasuk proses bisnis yang terkait dengannya (Auto-ID, 2016). Pemanfaatan teknologi RFID telah menunjukkan peningkatan yang semakin efisien dan mendorong produktivitas dalam menjalankan suatu program rantai pasok barang secara otomatis, pengurangan kehilangan persediaan, kecepatan proses, dan peningkatan



Gambar 4. Biaya implimentasi RFID (Banks, dkk., 2007)

akurasi informasi (Sarac, dkk. 2010). Sebut saja seperti sektor distribusi, ritel, rumah sakit, manufaktur, penyimpanan dokumen, logistik, rantai pasok, pergudangan, dan sebagainya telah banyak dan berhasil mengaplikasikan teknologi RFID ini.

4.2. Manfaat RFID

Pada industri pangan, beberapa manfaat penggunaan aplikasi RFID ini telah dilaporkan oleh berbagai peneliti, seperti untuk pelacakan dan pengawasan produk pangan (Bibi, dkk., 2017), pelacakan pada rantai pasok pangan (Tian, 2016), berbagai peluang aplikasi pada sektor pangan masa depan (Kumari, dkk., 2015; Costa, dkk., 2013), deteksi produk pangan cacat (Fiddes, dkk., 2014), pelacakan produk mudah rusak (*perishable*) yang terkontaminasi (Piramuthu, dkk., 2013), analisis keamanan pangan dalam rantai pasok (Zhang dan Li, 2012), dan lainnya.

Aplikasi pada rantai pasok beras Perum BULOG, secara umum dapat dijelaskan melalui Gambar 2. Mulai dari gudang BULOG sistem teknologi RFID disematkan pada karung/kemasan beras dengan referensi yang diinput secara detil seperti kode produksi, kadaluarsa, kualitas, ukuran, dan sebagainya. Kemudian data ini disimpan dalam jaringan yang dapat diakses baik oleh jaringan pusat distribusi maupun ritel dengan persyaratan terbatas. Sistem ini menjamin pergerakan beras dari satu tempat ke tempat lainnya terdeteksi secara jelas, akurat dan pasti, bahkan bila terjadi kerusakan sekalipun, misalnya kerusakan sistem RFID pada suatu karung dapat diprediksikan karung yang mana dan pada unit mana kerusakan itu terjadi.

Keuntungan penggunaan RFID ini, termasuk bila digunakan pada rantai pasok beras Perum BULOG antara lain adalah (i) menaikkan produktivitas dan menekan biaya operasional; (ii) penurunan siklus waktu dan biaya yang dikeluarkan; (iii) mengurangi pengulangan pekerjaan; (iv) mengurangi risiko bisnis dan pengendalian aset; (v) peningkatan keamanan dan layanan; (vi) peningkatan pemanfaatan sumber daya; dan (vii) manajemen *exception* (Auto-ID, 2016). Leung, dkk. (2007) menyajikan manfaat RFID seperti pada Gambar 3, dimana RFID berguna dalam tiga kelompok

utama; pendapatan, margin operasi, dan efisiensi modal, serta menyimpulkan bahwa ada beberapa manfaat teknologi RFID melalui peningkatan pendapatan, penurunan biaya operasi, dan kemahalan, serta peningkatan modal melalui pengurangan biaya properti, pabrikasi, peralatan, dan biaya persediaan.

Untuk implementasi sistem ini memerlukan biaya yang cukup signifikan. Banks, dkk. (2007) merincikan enam kelompok biaya utama, yaitu biaya perangkat keras (*hardware*), biaya perangkat lunak (*software*), biaya integrasi sistem, biaya layanan instalasi, biaya personil, dan biaya rekayasa ulang proses bisnis (Gambar 4). Walaupun demikian, mengingat kepentingan dan manfaat yang dicapai, pertimbangan biaya dapat menjadi evaluasi tersendiri bagi pencapaian bisnis Perum BULOG secara optimal dimasa depan. Apalagi bila dikaitkan dengan kemampuan Perum BULOG dalam menguasai peredaran beras di pasaran, terutama beras yang berasal dari jalur rantai pasoknya sendiri.

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

Pertama, perkembangan Industri 4.0 telah dengan serta merta mendorong penyesuaian-penyesuaian diberbagai sektor lainnya, termasuk logistik. Era Logistik 4.0 saat ini telah mendorong perusahaan-perusahaan untuk lebih dapat memberikan kecepatan proses, peningkatan akurasi, produktivitas, dan efisiensi yang signifikan.

Kedua, penggunaan teknologi seperti RFID, diharapkan dapat menjadikan BULOG lebih mampu menguasai pasar, dan mampu mengendalikan rantai pasok beras yang merupakan tanggung jawabnya sebagai elemen negara untuk urusan logistik pangan ini.

Ketiga, gagasan awal penerapan Logistik 4.0 dalam manajemen rantai pasok beras Perum BULOG menjadi sebuah alternatif yang penting untuk dipertimbangkan dalam mewujudkan kinerja perusahaan yang semakin kompetitif, berkelanjutan, dan senantiasa mempersiapkan antisipasi terhadap berbagai perubahan dimasa depan.

5.2. Saran

Para pengambil kebijakan perlu mempertimbangkan sejumlah alternatif dalam mengimplementasikan kebijakan-kebijakan yang strategis dan diyakini dapat menyelesaikan persoalan-persoalan yang dihadapi saat ini, termasuk dalam mempertimbangkan berbagai strategi dalam pengendalian persediaan beras dan kinerja rantai pasok.

DAFTAR PUSTAKA

- Almada-Lobo, F. 2015. The Industry 4.0 revolution and the future of manufacturing execution systems (MES). *Journal of Innovation Management*, 3 (4): 16–21.
- Aramyan, L., Ondersteijn, C., van-Kooten, O., Lansink, A.O. 2006. Performance Indicators in Agri-Food Production Chains. Book Chapter 5, *Quantifying the agri-food supply chain*. Springer, Netherlands.
- Aramyan, L.H., Lansink, A.G.J.M., van-der-Vorst, J.G.A.J., van-Kooten, O. 2007. Performance measurement in agri-food supply chains: a case study. *Supply Chain Management*, 12 (4): 304–315.
- Aubry, C., Kebir, L. 2013. Shortening food supply chains: A means for maintaining agriculture close to urban areas? The case of the French metropolitan area of Paris. *Food Policy*, 41: 85–93.
- AUTO-ID. 2016. Tren penggunaan RFID di Indonesia meningkat. Edisi 37/Desember 2016.
- Banks, J., Hanny, D., Pachano, M.A., Thompson, L.G. 2007. *RFID Applied*. JohnWiley & Sons, Inc.
- Barreto, L., Amaral, A., Pereira, T. 2017. Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing*, 13:1245–1252.
- Bibi, F., Guillaume, C., Gontard, N., Sorli, B. 2017. A review: RFID technology having sensing aptitudes for food industry and their contribution to tracking and monitoring of food products. *Trends in Food Science & Technology*, 62: 91–103.
- BPS [Badan Pusat Statistik]. 2016. Distribusi Perdagangan Komoditas Beras Indonesia 2016. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Cardenas, A., Amin, S., Sastry, S. 2008. Secure Control: Towards Survivable Cyber-Physical Systems. *The 28th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops*, Beijing, 2008, 495–500.
- Chopra, V.S., Meindl, P. 2007. *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*, 3rd ed, Pearson Prentice Hall.
- Cooper, J., James, A. 2009. Challenges for database management in the Internet of things. *IETE Technical Review*, 26: 320–329.
- Costa, C., Antonucci, F., Pallottino, F., Aguzzi, J., Sarriá, D., Manesatti, P. 2013. A Review on Agri-food Supply Chain Traceability by Means of RFID Technology. *Food and Bioprocess Technology*, 6 (2): 353–366.
- Croxton, K.L., Garcia-Dastugue, J., Lambert, D.M., Rogers, D.S. 2001. The Supply Chain Management Processes. *International Journal of Logistics Management*, 12 (2): 13–36.
- Dania, W.A.P., Xing, K., Amer, Y. 2018. Collaboration behavioural factors for sustainable agri-food supply chains: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 186: 851–864.
- Fakhrana, R.S. 2016. Jaringan Mafia Besar di Balik Kasus Beras Oplosan. CNN Indonesia, diakses melalui <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20161014064716-12-165425/jaringan-mafia-besar-di-balik-kasus-beras-oplosan?> [diakses 26 Feb 2018]
- Fiddes, L.K., Chang, J., Yan, N. 2014. Electrochemical detection of biogenic amines during food spoilage using an integrated sensing RFID tag. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 202: 1298–1304.
- Firdaus, M., Baga, L.M., Pratiwi, P. 2008. Swasembada Beras Dari Masa Ke Masa, Telaah Efektifitas Kebijakan dan Perumusan Strategi Nasional. IPB Press. Bogor.
- Galal, N.M., El-Kilany, K.S. 2016. Sustainable Agri-Food Supply Chain with Uncertain Demand and Lead Time. *International Journal of Simulation Model*, 15 (3): 485–496.
- Ghozali, M.I. 2016. Rantai Pasok Beras Pada Bulog Berbasis Neural Network. *Jurnal Simetris*, 7 (2): 743–752.
- Goodrich, M., Tamassia, R. 2014. *Introduction to Computer Security*, 2nd ed., Addison-Wesley Professional.
- Greengard, S. 2015. *The Internet of things*. Boston, MA: MIT Press.
- Grimm, J.H., Hofstetter, J.S., Sarkis, J. 2014. Critical factors for sub-supplier management: A sustainable food supply chains perspective. *International Journal of Production Economics*, 152: 159–173.
- Handayati, Y., Simatupang, T.M., Perdana, T. 2015. Agri-food supply chain coordination: the state-of-the-art and recent developments. *Logistics Research*, 8 (1): 1–15.
- Jang, W., Klein, C.M. 2011. Supply chain models for small agricultural enterprises. *Annals of Operations Research*, 190 (1): 359–374.

- Jannah, S.M. 2018. Berantas Mafia Pangan, Buwas Pakai Jejaring TNI-Polri. Finance.Detik.com, diakses melalui <https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/d-4012947/berantas-mafia-pangan-buwas-pakai-jejaring-tni-polri>. [diakses 20 Maret 2018]
- Kumari, L., Narsaiah, K., Grewal, M.K., Anurag, R.K. 2015. Application of RFID in agri-food sector. *Trends in Food Science & Technology*, 43 (2): 144–161.
- Leung, Y.T., Cheng, F., Lee, Y.M., Hennessy, J.J. 2007. *A Tool Set for Exploring the Value of RFID in a Supply Chain*. Springer Series in Advanced Manufacturing.
- Mawardi, D. 2017. Parah, Bias Media dalam Kasus Mafia Beras, Kompasiana.com, diakses melalui <https://www.kompasiana.com/penuliskreatif/598812ce88575a05145a38d2/parah-bias-media-dalam-kasus-mafia-beras>. [diakses 20 Maret 2018]
- Mosconi, F. 2015. *The new European industrial policy: Global competitiveness and the manufacturing renaissance*. London, England: Routledge.
- Piramuthu, S., Farahani, P., Grunow, M. 2013. RFID-generated traceability for contaminated product recall in perishable food supply networks. *European Journal of Operational Research*, 225 (1): 253–262.
- Pratomo HB. 2015. Lima masalah beras di Indonesia, mulai dari berkutu hingga palsu. Merdeka.com, diakses melalui <https://www.merdeka.com/uang/5-masalah-beras-di-indonesia-mulai-dari-berkutu-hingga-palsu.html> [diakses 20 Feb 2018]
- Roblek, V., Meško, M., Krapež, A. 2016. *A Complex View of Industry 4.0*. SAGE Open April-June 2016: 1–11.
- Sa'id, E.G. 2010. Manajemen Rantai Pasok Global Dan Antisipasi Peningkatan Kinerja Manajemen Rantai Pasok Pangan Di Perusahaan Umum BULOG. *Jurnal Pangan*, 19 (1): 51–58.
- Sarac, A., Absi, N., Dauzère-Pérès, S. 2010. A literature review on the impact of RFID technologies on supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 128 (1): 77–95.
- Sartika, R. 2014. Optimasi Persediaan Pada Rantai Pasokan Beras Untuk Program Raskin (Studi Kasus Pada Perum Bulog Subdivisi Regional Cianjur). Tesis, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Subandriyo, T. 2015 Mafia Pangan antara Ada dan Tiada. Koran Sindo, diakses melalui <https://nasional.sindonews.com/read/1039236/18/mafia-pangan-antara-ada-dan-tiada-1441075271>. [diakses 27 Feb 2018]
- Sulistiyowati, S., Natawidjaja, R.S. 2010. Analisis Rantai Pasok dan Rantai Nilai Beras di Jawa Barat. *Jurnal Agrikultura*, 21 (2): 128–136.
- Tian, F. 2016. An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology. *The 13th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM)*, 24–26 June 2016, Kunming-China.
- Topp-Becker, J., Ellis, J.D. 2017. The Role of Sustainability Reporting in the Agri-Food Supply Chain. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 6 (1): 17–29.
- Trienekens, J.H., Wognum, P.H., Beulens, A.J.M., van der Vorst, J.G.A.J. 2012. Transparency in complex dynamic food supply chains. *Advanced Engineering Informatics*, 26 (1): 55–65.
- Trisilawaty, C., Marimin, M., Achsani, N.A. 2014. Analisis Optimasi Rantai Pasok Beras dan Penggunaan Gudang Di Perum BULOG Divre DKI Jakarta. *Jurnal Pangan*, 20 (2): 177–197
- Yun, Y. 2014. Pengendalian Persediaan Terhadap Distribusi Beras Raskin Pada Perum Bulog Divre Jabar. Proseding Seminar Bisnis dan Teknologi, SEMBISTEK 2014 IBI Darmajaya 15–15 Desember 2014.
- Zeulka, F., Marcon, P., Vesely, I., Sajdl, O. 2016. Industry 4.0 – An introduction in the phenomenon. *IFAC-Papers OnLine*, 49–25 (2016) 008–012.
- Zhang, M., Li, P. 2012. RFID Application Strategy in Agri-Food Supply Chain Based on Safety and Benefit Analysis. *Physics Procedia*, 25: 636–642.

BIODATA PENULIS :

Tajuddin Bantacut, dilahirkan di Takengon 9 Oktober 1960. Menyelesaikan pendidikan S1 Teknologi Industri Pertanian IPB, tahun 1985, S2 *Environmental Engineering*, *Asian Institute of Technology*, Bangkok - Thailand, tahun 1992, dan S3 *Geographical Sciences and Planning*, *The University of Queensland*, Australia, tahun 1997.

Rahmat Fadhil, dilahirkan di Sigli, 24 November 1978. Menyelesaikan pendidikan S1 (S.TP) pada Jurusan Teknik Pertanian Unsyiah, pendidikan S2 (M.Sc) di *Department of Process and Food Engineering* Universitas Putra Malaysia (UPM), dan pendidikan S3 (Dr) di Departemen Teknologi Industri Pertanian Institut Pertanian Bogor (IPB). Email: rahmat.fadhil@unsyiah.ac.id

Halaman ini sengaja dikosongkan