

Peran Keilmuan Teknik Industri Dalam Perkembangan Rantai Pasokan Menuju Era Industri 4.0

Yustina Tritularsih^{*1,2)}, Wahyudi Sutopo³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Jl. Ir. Sutami No. 36A, Ketingan, Surakarta, 57126

²⁾Staf pengajar Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik ATMI Surakarta, Jl. Adisucipto/ Jl. Mojo No.1, Laweyan Surakarta, 57145

³⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Jl. Ir. Sutami No. 36A, Ketingan, Surakarta, 57126, Indonesia
Email: yustina_tritularsih@atmi.ac.id, wahyudisutopo@staff.uns.ac.id

ABSTRAK

Keilmuan Teknik Industri memegang peranan sangat penting bagi perkembangan revolusi industri. Tahap demi tahap dilalui dengan adanya penemuan dan persoalan yang dihadapi baik di masyarakat maupun di dunia industri. Perkembangan revolusi industri membawa era perubahan yang sangat cepat dalam kemajuan keilmuan teknik industri. Hal ini tidak lepas dari peran filsafat ilmu sebagai dasar munculnya ilmu pengetahuan yang dapat menemukan suatu pemikiran logis dan analitis untuk terciptanya kehidupan yang lebih baik. Munculnya pemikiran tersebut telah dikaji dan diteliti oleh ilmuwan untuk diuji kebenarannya melalui serangkaian metode ilmiah, sehingga menghasilkan penemuan atau teknologi baru. Adanya penemuan-penemuan baru tersebut, berpengaruh terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dari masa ke masa. Pada saat ini perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi industri sedang dalam titik puncak ekonomi global yang membawa perubahan dari era digital menuju ke era informasi global. Era perubahan ini dinamakan era industri 4.0, yang memungkinkan otomatisasi ke semua bidang untuk tercapainya produktivitas yang efektif dan efisien. Penerapan sistem informasi rantai pasokan digital atau Digital Supply Chain (DSC) yang terintegrasi ke seluruh bagian unit produksi merupakan salah satu pengembangan keilmuan teknik industri yang berkolaborasi dengan teknologi informasi dalam menghadapi tantangan global di era masa mendatang sehingga akan meminimalkan peran manusia sebagai operator namun meningkatkan peran tenaga manusia memiliki kompetensi yang tinggi. Keberhasilan dalam mengintegrasikan kompetensi keilmuan teknik industri dan teknologi informasi akan mengembangkan industri Indonesia ke arah menyambut revolusi industri keempat.

Kata kunci: *digital supply chain*, kompetensi, manufaktur, otomatisasi, produktivita, revolusi

1. Pendahuluan

Dunia manufaktur yang merupakan lahan berkarya bagi kalangan teknik industri yang saat ini sedang mengalami revolusi keempat. Dalam Era Industri 4.0 ini, karakteristik utama kemajuan adalah interaksi antara mesin dan mesin, yang menyebabkan berkurangnya volume peran tenaga manusia operator dan meningkatkan peran tenaga manusia yang memiliki kompetensi tinggi. Ini merupakan tantangan di era informasi global yang menuntut dunia pendidikan tinggi khususnya dalam bidang teknik industri agar mempersiapkan sumber daya manusia yang handal dan berkualitas serta mampu bersaing dalam menghadapi tantangan dalam memenuhi tuntutan kebutuhan masyarakat dan industri seiring dengan perkembangan sains dan teknologi informasi yang melaju dengan cepat (*ABET Engineering Criteria, 2000*). Dari sinilah keilmuan teknik industri diperlukan landasan yang kuat tentang ilmu pengetahuan sebagai langkah untuk mencari solusi dari persoalan-persoalan yang hadapinya.

Tantangan lain dari dampak era informasi global, peran manusia sudah tergeserkan oleh teknologi, ini merupakan permasalahan juga dari revolusi industri yang secara fundamental akan mengubah cara kerja, bekerja dan berhubungan satu dengan yang lain. Ini adalah bentuk transformasi yang sedang terjadi. Namun sejauh transformasi ini berdampak positif, konsekuensi apa yang timbul harus bisa diseimbangkan dengan munculnya peluang yang ada. Disisi lain tanpa mengesampingkan peran manusia yang telah tergantikan oleh mesin, manusia mempunyai peran yang sangat penting sebagai penggerak teknologi. Misalkan, teknologi

modern ICT (*Information Communication Technology*) seperti sistem informasi rantai pasokan digital atau DSC (*Digital Supply Chain*), mengakibatkan akselerasi yang cukup signifikan terhadap aktivitas bisnis dalam era informasi global di masa mendatang. Suplai produksi dan layanan permintaan produk dapat dikirim ke seluruh dunia dalam waktu cepat, sedangkan secara instan pula solusi memyuplai dapat dibentuk dan ditentukan saat itu pula. Hal ini akan berdampak positif pada peningkatan sistem logistik yang lebih efektif dan efisien.

Dalam menjalankan rantai pasokan digital ini, ada delapan elemen kunci yaitu perencanaan dan pelaksanaan terpadu, visibilitas logistik, *Procurement 4.0*, *smart warehousing*, manajemen suku cadang yang efisien, logistik otonom dan B2C, analisis rantai pasokan preskriptif, dan pengaktifan rantai pasokan digital. Perusahaan yang dapat menggabungkan elemen-elemen ini menjadi keseluruhan yang koheren dan transparan sepenuhnya akan mendapatkan keuntungan besar dalam layanan pelanggan, fleksibilitas, efisiensi, dan pengurangan biaya. Mereka yang menunda akan tertinggal lebih jauh dan jauh di belakang. Bagaimana elemen-elemen ini bekerja untuk memungkinkan rantai pasokan digital dan bagaimana elemen-elemen tersebut dapat bekerja sama bersinergi untuk mewujudkan efisiensi, sistem yang lebih smart dan fokus pada pelayanan pelanggan, adalah subjek kajian dari penelitian ini.

2. Metode Penulisan

Dari latar belakang yang ada dari makalah ini maka dapat dirumuskan permasalahan dengan menentukan tujuan dan mengumpulkan informasi mengenai peran keilmuan teknik industri dalam perkembangan rantai pasokan menuju era industri 4.0 dari literatur, buku, jurnal dan website. Adapun tujuannya adalah untuk mengetahui keterkaitan keilmuan teknik industri ditinjau dari perkembangan revolusi industri pertama hingga menyongsong era revolusi industri keempat atau disebut era industri 4.0, sehingga profesi Teknik Industri mampu menyiapkan diri menghadapi tantangan di masa mendatang.

3. Pembahasan

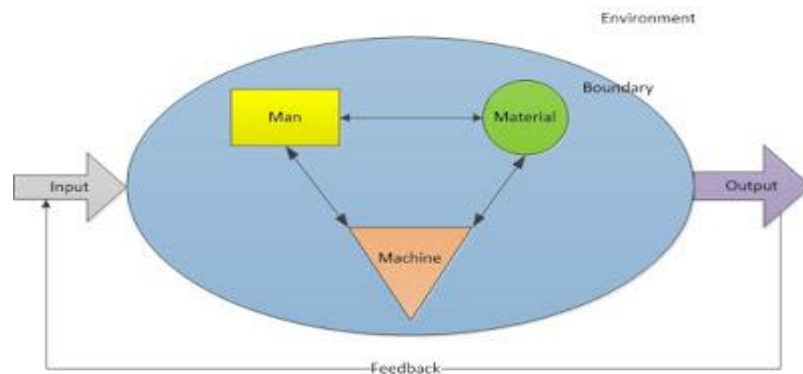
3.1 Peran Strategis Filsafat Ilmu Terhadap Perkembangan Keilmuan Teknik Industri

Dalam sejarah perkembangan teknik industri mengenal 5 aliran berpikir yaitu Era Manajemen ilmiah, Era Administrasi dan Perilaku Manajemen, Era Sains Manajemen, Era Sistemik Terintegrasi serta yang terakhir Era global dan informasi. Era Manajemen ilmiah ditandai dengan babak baru dalam disiplin kerekayasaan (*enginnering*) yang mengutamakan aspek manusia dan teknik dalam manajemen dan ekonomi untuk efisiensi dan produktivitas. Kelahiran Teknik Industri diawali dari revolusi industri di Inggris pada awal dekade abad 18 tahun 1769-1800, yaitu diketemukannya mesin uap (*steam engine*) oleh James Watt. Revolusi industri pertama mampu membawa perubahan fundamental dalam bidang produksi yang signifikan yaitu dari sistem industri rumah tangga menjadi sistem industri fabrikasi. Akibat perubahan ini terjadilah substitusi tenaga manusia bergeser ke teknologi mesin sehingga secara cepat meningkatkan kapasitas pabrik. Sementara itu di bidang ekonomi pada tahun 1776 Adam Smith dalam bukunya *The Wealth of Nations* dan pada tahun 1832 Charles Babbage dalam bukunya *On Economy of Machinery and Manufacturers*, membuah konsep untuk peningkatan produktivitas dengan pembagian kerja berdasarkan spesialisasi atau keahlian dan efisiensi penggunaan tenaga kerja konsep ini kemudian membuah 2 kajian yaitu :

- a. hubungan manusia dan mesin dalam sebuah sistem kerja,
- b. analisa sistem produksi untuk memperbaiki serta meningkatkan kinerja yang ada. (Wignjosoebroto, Sritomo, 1997).

Sebagaimana yang dilakukan oleh Federick W Taylor di era kedua akhir abad 18 yaitu era

manajemen Administrasi dan Perilaku, dalam bukunya *Principle of Scientific Management* pada tahun 1909 tentang konsep manajemen, munculnya keinginan meningkatkan produktivitas melalui analisis dan perancangan metode kerja yang dilengkapi dengan prinsip-prinsip ilmiah ini sebagai motivasi awal munculnya dan berkembangnya keilmuan teknik industri. (Nur Bahagia, Senator, 2007).



Gambar 1. Sistem Integral sebagai Obyek Teknik Industri
(Sumber: Nur Bahagia, Senator, Pengantar Teknik Industri, 2007)

Memasuki Era Sains manajemen pada tahun 1948 awal abad 20, istilah Teknik Industri muncul, menurut IIE (*Institute of Industrial Engineering*) diartikan bidang pekerjaan yang mencakup perancangan, perbaikan, dan penginstalasian serta menangani masalah manusianya yang terintegrasi dengan manusia, material, informasi, peralatan, dan energi. Sehingga profesi Teknik industri banyak dihadapkan dengan permasalahan yang kompleks maka diperlukan kemampuan dasar kuat dalam bidang keilmuan lain seperti matematika, fisika, sosial ekonomi serta informatika dengan melakukan pemodelan, simulasi dan optimisasi untuk mencari pemecahan dari permasalahan yang ada. Pada saat itu, industri berada dalam situasi yang kompetitif dengan sumber daya terbatas sehingga usaha untuk mencari efisiensi dan produktivitas yang lebih baik masih terus dikembangkan dengan dikenalkan metode optimasi menggunakan pendekatan matematika dan statistika seperti *operations research* dan simulasi. Perkembangan selanjutnya pertengahan abad 20 yaitu era pendekatan sistemik terintegrasi dimana teknologi komputer dan *Embedded System* mulai berkembang yang berakibat teknologi otomasi pada berbagai proses produksi banyak diterapkan. Perkembangan tersebut juga berpengaruh terhadap pemikiran ilmu teknik industri ke arah berpikir secara sistem dan terintegrasi. Interaksi antara manusia dengan mesin dan lingkungan fisik kerja ataupun interaksi manusia antar manusia dalam sekelompok aktivitas pekerja akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan produktivitas (Gambar 1.). Selanjutnya akhir dari periode perkembangan ini akhir abad 20, dalam perancangan maupun perbaikan yaitu era melalui pendekatan global dan informasi sistem terintegrasi. Pendekatan dengan menggunakan jejaring kerja sama dan teknologi informasi, mengingat untuk penyelesaian masalah yang kompleks memerlukan dukungan informasi yang baik. Tabel 1. menunjukkan ringkasan dari uraian perkembangan aliran berpikir tersebut diatas.

Tabel 1. Ringkasan Perkembangan Aliran berpikir dengan keterkaitan Teknik Industri

Era	Tahun	Bidang	Tokoh	Metode	Teknologi/Luaran
Manajemen Ilmiah	Awal Abad 18 (1769-1800) 1776	Bidang Produksi Bidang Ekonomi	James Watt Adam Smith	Perubahan dari pengerjaan system manual dengan tenaga manusia ke system pabrikasi Meningkatkan produktivitas melalui pembagian kerja berdasarkan spesialis atau keahlian	Mesin Uap Menerbitkan buku " <i>The Wealth of Nations</i> "
Administrasi dan Perilaku Manajemen	Akhir Abad 18 (1800 – 1900)	Bidang Manajemen	Federick W Taylor	Peningkatan produktivitas melalui analisis dan perancangan metode kerja dengan prinsip-prinsip ilmiah	Menerbitkan buku " <i>Principle of Scientific Management</i> "
Sains Manajemen	Awal Abad 20	Bidang Matematika dan Statistika	Hicks	Penggunaan pendekatan matematik dan optimasi klasik sebagai metoda untuk peningkatan produktivitas	Penyelidikan Operational (<i>Operation Research</i>)
Sistemik Terintegrasi	Pertengahan Abad 20	Bidang Matematika, Optimasi dan system Integral	Jackson dan Key	Pendekatan <i>Cybernetic, Soft System Thinking, Critical System Thinking</i> dan <i>Total Intervention System</i>	<i>Soft System Methodology</i>
Global dan Informasi	Akhir Abad 20	Bidang Manufaktur dan Sistem	Hayes dan Wheel Wright	Pendekatan dengan menggunakan jejaring kerja	<i>Reengineering dan technoware</i>

		Informasi Manajemen		sama dan teknologi informasi	
--	--	------------------------	--	------------------------------------	--

3.2 Peranan Keilmuan Teknik Industri Dalam Evolusi Rantai Pasokan Digital

Pada saat inilah transformasi terjadi yaitu kualitas yang menunjukkan bergesernya pasar atau konsumen bukan lagi sebagai produsen namun sudah bergeser menjadi inisiator proses. Perkembangan selanjutnya adaya persaingan bisnis yang kian pesat dan langkanya sumber daya, tujuan untuk peningkatan efisiensi dan produktivitas sudah tidak lagi ditinjau dari pabrik dan perusahaan itu sendiri namun sudah melibatkan unsur dari luar, sehingga sistem terintegrasi menjadi berkembang lebih luas. Faktor kelancaran dan efisiensi dalam pendistribusian hasil sampai ke pasar telah ditelusuri untuk tujuan meningkatkan performansi perusahaan. Perkembangan ini disebut sebagai *supply chain*. Konsep *supply chain* ini tidak lepas dari teknologi informasi sebagai wahana baru yang dapat mengintegrasikan sistem dalam pengelolaan jaringan pemasok supaya lebih efektif dan terjangkau ke area yang lebih luas dan berbeda. Awal dari perkembangan *supply chain* ini dimulai pada era revolusi industry di tahun 1890 dengan muncul istilah “logistik” dan kemudian pada tahun 1927 sebagai strategi untuk meningkatkan keuntungan efisiensi produksi, sistem logistik berkembang menjadi sistem produksi masal dalam suatu produk, dari sinilah manajemen rantai pasok mulai dikenalkan dengan istilah *Supply Chain Management (SCM)*. SCM berkembang dengan dikenalkan metode barcoding pada tahun 1952 oleh Norman Woodland dan Bernard Silver di Amerika Serikat sebagai bentuk metode untuk meningkatkan efisiensi sistem distribusi. Selanjutnya pada tahun 1960 oleh Gene Thomas membuat sistem perencanaan untuk kebutuhan material produksi atau dikenal dengan istilah MRP (*Material Requirement Planning*) dan sistem *Electronic Data Interchange (EDI)* mulai dikembangkan hingga pada tahun 1990 sistem EDI mengalami tahap perkembangan menjadi sistem ERP (*Enterprise Resource Planning*). Era ERP ini berkelanjutan terus hingga akhir abad 21 dengan melakukan ekspansi berkolaborasi berbasis internet. Dengan merambahnya ERP ke era globalisasi ini jaringan distribusi menjadi semakin luas sehingga tujuan efisiensi dan produktivitas tercapai melalui keunggulan kompetitif antar pemasok, nilai tambah, dan mengurangi biaya. Kemudian akhir tahun 1990 outsource teknologi hosting mulai berkembang dengan munculnya software ASP untuk model On-Demand dan sekitar tahun 2003 – 2006 model Software SaaS Service. Kemudian untuk meningkatkan kreativitas, berbagi informasi, dan kolaborasi di antara pengguna Web 2. 0 didefinisikan sebagai tren dalam penggunaan World Wide Web. Enam gerakan besar ini dapat diamati dalam evolusi studi manajemen rantai pasokan, yaitu Era Penciptaan, Integrasi, Globalisasi, Spesialisasi Fase Satu dan Dua, dan SCM 2.0 fase ini ditunjukkan pada Tabel 2. Era evolusi enam tahap menggambarkan bahwa dalam era tertentu yang strategi ditekankan. Misalnya di era keenam teknologi informasi diberi prioritas dan teknik industri berperan dalam rantai pasokan (Movahedi et al, 2009).

Tabel 2. Ringkasan perkembangan *Supply Chain Management* sebagai keterkaitan dengan teknik industri

Era	Tahun	Metode / Teknologi/Luaran
Era Penciptaan	1890 1927 1952	Munculnya pertama kali istilah “logistik” Sistem produksi masal dalam suatu produk Supply Chain Management dikenalkan
Era Integrasi	1960	SCM berkembang ke system barcoding Electronic Data Interchange mulai dikembangkan
Era Globalisasi	1980	ERP dikembangkan hingga ekspansi berbasis internet
Era Fase 1 Manufature outsourcing dan Disitribusi	1990	Model spesialisasi menciptakan jaringan produksi dan distribusi terdiri dari beberapa, rantai pasokan individu spesifik untuk produk, pemasok, dan pelanggan yang bekerja sama untuk mendesain, memproduksi, mendistribusikan, pasar, menjual, dan pelayanan produk
Era Fase 2 Supply Chain Manajemen sebagai layanan	1998	Outsource teknologi hosting mulai berkembang dengan munculnya software ASP dan SaaS Service
Era SCM 2.0 / Web 2.0	2000...	Kecenderungan dalam penggunaan World Wide Web untuk meningkatkan kreativitas, berbagi informasi, dan kolaborasi antara pengguna

Memasuki ambang era *industry 4.0* ini, perkembangan *supply chain* mengalami perubahan dalam rantai suplai itu sendiri serta evolusi, metode proses dan alat-alat yang mengelolanya dalam “era” baru. Era ini adalah jalan menuju *Digital Supply Chain (DSC)*, kombinasi dari metodologi proses, alat dan pilihan pengiriman untuk memandu perusahaan untuk hasil mereka dengan cepat sebagai kompleksitas dan kecepatan meningkatkan rantai pasokan karena efek dari persaingan global, fluktuasi harga yang cepat, siklus hidup produk pendek, spesialisasi diperluas, kelangkaan terpantau, dan area semuanya dapat dimonitor dari tempat manapun.

Industri 4.0 dalam rantai pasokan digital sebagai dicontohkan perusahaan yang berorientasi pada pelanggan misalnya *e-commerce*, pemasaran digital, media sosial, dan pelayanan kepuasan pelanggan. Pada akhirnya, hampir setiap aspek bisnis akan ditransformasikan melalui sistem yang terintegrasi dalam pengembangan manufaktur, pemasaran dan penjualan, operasi internal lainnya, serta model bisnis baru berdasarkan kemajuan ini. Akibatnya, kita berkembang menuju ekosistem digital lengkap (lihat Tabel 3). Ekosistem ini akan didasarkan pada implementasi penuh berbagai teknologi *digital - cloud, Big Data, Internet of Things, 3D printing*, dan lain-lain. Sehingga ekosistem ini memungkinkan model bisnis baru, yaitu digitalisasi produk dan layanan, digitalisasi dan integrasi setiap tautan dalam rantai nilai perusahaan seperti area bekerja digital, pengembangan produk dan inovasi, teknik dan manufaktur, distribusi, dan sistem penjualan digital dan manajemen dalam hubungannya dengan pelanggan (lihat Gambar 2).

Digital Tempat kerja	Rekayasa digital dan Manufaktur	Digital rantai pasokan	Produk digital, layanan, dan model bisnis	Pelanggan digital dan manajemen
E-finance	Integrasi vertikal	Perencanaan dan pelaksanaan terpadu	Produk yang disempurnakan secara digital	Interaksi pelanggan B2B2C
SDM digital	Pengoptimalan proses data yang	Logistik visibilitas	Produk dan solusi yang cerdas dan	Pengalaman pelanggan

	besar		terhubung	digital
Berbagi pengetahuan internal	Pemeliharaan prediktif	Procurement 4.0	Layanan berbasis data dan otomatis	Integrasi penjualan Omnichannel
	Pemantauan kondisi	Smart Warehousing	Model bisnis digital	Pemasaran Omnichannel
	Augmented reality	Manajemen suku cadang yang efisien		Pengambilan berdasarkan pesanan
	Rekayasa digital terpadu	Otonomi dan logistik B2C		Pengiriman mikro
	Pabrik digital	Analisis rantai pasokan preskriptif		Manajemen nilai pelanggan seumur hidup
Digital enablers				
Teknologi, proses, organisasi				

Gambar 2. Rantai pasokan di perusahaan tersentralisasi digital (DIGITAL APLICATION)
Sumber : Cooper O. P. and M. Tracey, "Supply Chain Integration via Information Technology 2005

Inti dari semua aktivitas ini berada dalam rantai pasokan digital, dan ini adalah kunci bagi operasi setiap perusahaan yang memproduksi atau mendistribusikan sesuatu. Memang, bagi banyak perusahaan supply chain merupakan aspek penting dalam bisnisnya.

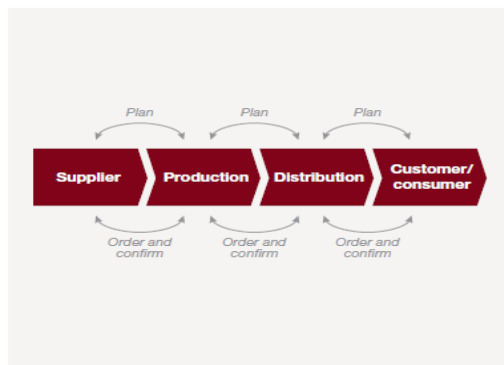
Hal ini memperluas integrasi vertikal semua fungsi perusahaan ke dimensi horizontal, merajut bersama untuk mencapai relevansi antara pemasok bahan baku dan suku cadang, proses produksi itu sendiri, perancang dan distributor produk jadi, dan akhirnya pelanggan melalui jaringan teknologi informasi, diawasi melalui pusat kendali, dan dikelola melalui mesin analisis data secara menyeluruh (lihat Gambar 3).

Tabel 3. Perkembangan digitalisasi aspek bisnis menuju Industri 4.0

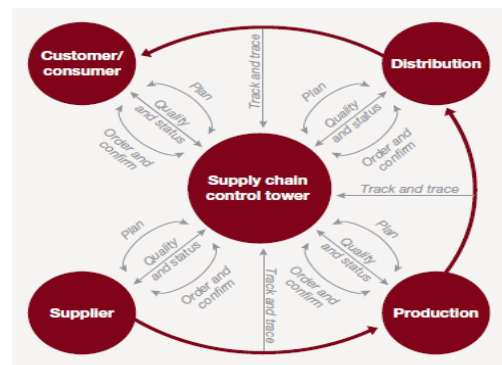
Tahun 1800 Industri 1.0	Tahun 1900 Industri 2.0	Tahun 1970 an Industri 3.0	Tahun 2015 + Industri 4.0 (Saat ini)	Tahun 2030 + Digital Ecosystem
Penemuan produksi mekanis yang didukung oleh air dan uap memulai revolusi industri pertama	Produksi massal, dengan mesin yang didukung oleh mesin listrik dan pembakaran	Elektronik, komputerisasi, dan robotika industri untuk otomatisasi kemajuan proses produksi	Rantai pasokan digital	Rantai jaringan yang fleksibel dan terpadu
	Pengenalan jalur perakitan	Elektronika dan teknologi informasi (seperti komputer) dan Internet merupakan awal era	Smart Manufactures	Proses virtualisasi

		informasi		
			Produk digital, layanan, dan model bisnis	Antarmuka pelanggan virtual
			Analisis data dan tindakan sebagai kompetensi inti	Kolaborasi elemen-elemen industri sebagai kunci terintegrasinya sistem

Traditional supply chain model



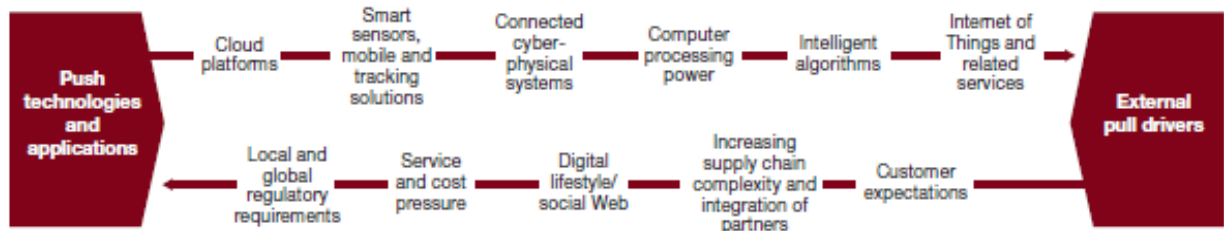
Integrated supply chain ecosystem



Terbatasnya pandangan rantai pasokan	Transparansi	Tampilan lengkap rantai pasokan
Informasi tertunda karena bergerak melalui setiap organisasi	Komunikasi	Informasi tersedia untuk semua anggota rantai pasokan secara bersamaan
Keterbatasan pada keseluruhan rantai, menghambat kolaborasi	Kolaborasi	Pengembangan untuk berkolaborasi menghasilkan nilai rantai pasokan intrinsik
Permintaan konsumen akhir terdistorsi seiring arus informasi sepanjang jalur material	Fleksibilitas	Perubahan permintaan pelanggan dapat dilakukan dengan cepat
Siklus perencanaan yang berbeda mengakibatkan penundaan dan tanggapan yang tidak sinkron di berbagai tingkatan	Responsiveness	Respons real-time pada tingkat perencanaan dan pelaksanaan (di semua tingkatan menuntut perubahan)

Gambar 3. Perbandingan rantai pasokan yang disesuaikan secara digital dengan rantai pasokan linier tradisional
Sumber : Cooper O. P. and M. Tracey, "Supply Chain Integration via Information Technology

Proses berjalannya transformasi dalam rantai pasokan digital ini merupakan dua tren terjalin erat. Di satu sisi, teknologi baru seperti analisis data besar, data berbasis cloud, dan internet merupakan faktor pendorong aspek bisnis dalam pasar. Di sisi lain, harapan yang lebih kuat dari konsumen, karyawan, dan mitra bisnis menarik perusahaan untuk mengembangkan rantai pasokan yang lebih andal dan responsif (lihat Gambar 4).

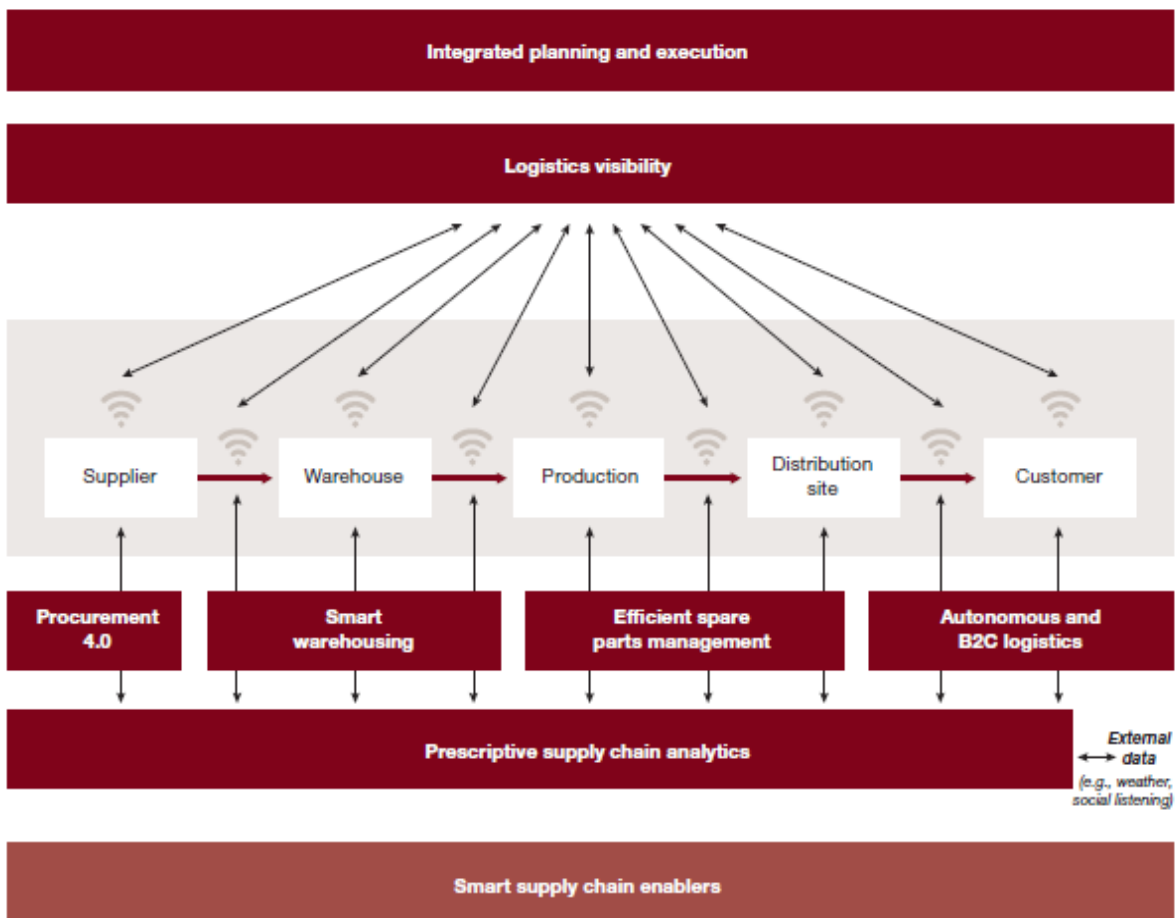


Gambar 4. Pengaruh teknologi push dan pull permintaan terhadap rantai pasokan digital
Sumber : Cooper O. P. and M. Tracey, "Supply Chain Integration via Information Technology

Jadi dalam memasuki era industri 4.0 persaingan bisnis sudah berlangsung. Perusahaan di seluruh industri sudah banyak berinvestasi untuk mengembangkan versi DSC mereka sendiri. Menurut analisa sebuah studi PwC baru-baru ini mengenai kebangkitan Industri 4.0, sepertiga lebih dari 2.000 responden mengatakan bahwa perusahaan mereka telah mulai mendigitalkan rantai pasokan mereka, dan 72% sepenuhnya berharap melakukannya lima tahun dari sekarang dengan alasan untuk melakukan investasi bertahap. Rantai suplai secara profesional mengharapkan digitalisasi bisa membawa manfaat ekonomi yang signifikan dari lini teratas sampai bawah. Perusahaan yang telah memanfaatkan rantai pasokan dan operasi digital, dapat mengharapkan keuntungan efisiensi 4,1% setiap tahun, sementara meningkatkan pendapatan 2,9% per tahun (Schrauf, Stefan., Bertram, Philipp.,2016)

Beberapa industri lebih jauh sudah mengikuti rangkaian rantai pasokan digital misalnya pabrik elektronik, telah belajar banyak tentang membangun dan mengelola DSC melalui usaha lama mereka untuk menciptakan jaringan manufaktur outsource. Yang tidak begitu maju adalah perusahaan yang menghadapi konsumen, seperti barang konsumsi ritel dan barang yang berpindah cepat, yang masih rentan terhadap gangguan serius di jaringan pasokan dan distribusi mereka. Namun, industri ini sudah bekerja untuk mengubah rantai mereka, seperti industri bahan kimia. Rantai pasokan beroperasi sepanjang proses supply chain tradisional yaitu merencanakan, melihat sumbernya, membuat, mengirim, mengembalikan, dan mengaktifkan. Setiap elemen ini dengan cepat direvitalisasi melalui inovasi teknologi. Kami membagi teknologinya menjadi delapan bidang utama yaitu perencanaan terpadu dan pelaksanaan, visibilitas logistik, *Procurement 4.0*, *smart warehousing*, manajemen suku cadang yang efisien, logistik otonom dan B2C, analisis rantai pasokan preskriptif, dan pengaktifan rantai pasokan digital (lihat Gambar 5). Semua elemen ini saling terkait, dan saling membangun satu sama lain.

Dengan terbentuknya antar jaringan produksi tersebut, merupakan tantangan ke depan bagi keilmuan teknik industri karena permasalahan yang kompleks pastilah akan timbul. Pengetahuan tentang jaringan produksi yang dilengkapi dengan jaringan distribusi pemasaran disebut sebagai *supply chain management*, merupakan kebutuhan yang sangat penting saat ini. Isu global permasalahan yang muncul pada logistik saat ini, munculnya perbedaan harga yang tajam antar wilayah negara. Ini merupakan tantangan ke depan bagi keilmuan teknik industri untuk berperan dalam mengkaji dan mencari solusi dari persoalan yang muncul.



Gambar 5. Delapan elemen kunci dari rantai pasokan digital
Sumber : Cooper O. P. and M. Tracey, "Supply Chain Integration via Information Technology"

4. Simpulan

Peran filsafat ilmu sangat berpengaruh dalam perkembangan keilmuan teknik industri. Keilmuan Teknik Industri dibangun sejak adanya revolusi industri pertama dan berkembang hingga memasuki era revolusi industri ke empat ini. Perkembangan keilmuan teknik industri ini diikuti dengan tahapan temuan yang dapat menjawab tantangan dan persoalan yang muncul baik dalam masyarakat ataupun industri. Kerekayasaan merupakan bagian keilmuan teknik industri yang menempatkan manusia bagian terpenting dari yang dirancangnya sehingga ilmu pengetahuan sangat diperlukan dalam bekerja dan berperilaku dalam organisasi. Rantai pasokan adalah organisasi yang sangat kompleks, dan belum ada perusahaan yang berhasil membangunnya yang benar-benar digital. Memang, banyak aplikasi yang dibutuhkan belum banyak digunakan. Tapi ini akan berubah secara radikal dalam 5 sampai 10 tahun mendatang, dengan berbagai industri menerapkan DSC (*Digital Supply Chain*) dengan kecepatan yang bervariasi. Perusahaan yang sudah menerapkan terlebih dahulu akan mendapatkan keuntungan yang sulit ditantang dalam persaingan bisnis menuju industri 4.0, dan akan dapat menetapkan, atau setidaknya mempengaruhi, standar teknis untuk khususnya industri lainnya. Faktor keberhasilan dalam membangun rantai pasok digital tidak lepas dari kemampuan perusahaan dalam menjalankan proses, organisasi dan ketrampilan, manajemen kinerja, bermitra dan bisa mengikuti perkembangan teknologi. Tujuan sebenarnya nantinya akan banyak model bisnis baru dan terbukanya aliran pendapatan rantai pasokan digital. Revolusi industri keempat lahir karena adanya sinergi antara disiplin ilmu sains, kerekayasaan dan teknik industri yang akan membawa dunia industri siap masuk ke tahapan yang lebih tinggi dengan tujuan peningkatan efisiensi dan produktivitas. Peranan teknologi informasi merupakan salah satu faktor utama yang dominan dalam melakukan *digital supply chain* bisa berjalan secara terintegrasi. Keberhasilan dalam

mengintegrasikan sangat bergantung dalam memadukan elemen-elemen teknologi yang membangunnya, hal ini merupakan tuntutan kompetensi dalam keilmuan teknik industri dan teknologi informasi untuk mengembangkan dunia industri Indonesia siap memasuki era revolusi industri ke empat.

Daftar Pustaka

- Cooper O. P. and M. Tracey, “*Supply Chain Integration via Information Technology: Strategic Implications and Future Trends,* ” *International Journal of Integrated Supply Management,* (1: 3), 2005, pp. 237-257.
- Karim, A. (2012). Sejarah Perkembangan Ilmu Pengetahuan. *Fikrah: Jurnal Ilmu Aqidah dan Studi Keagamaan,* Vol. 2, No. 1, Juni 2014.
- Koren, Y. (2010), *The Global Manufacturing Revolution: product-process business integration and reconfigurable systems,* John Wiley & Sons.
- Titus, Harold H., Marilyn S. Smith dan Richard T. Nolan.(1984). *Persoalan-Persoalan Filsafat* alih bahasa H.M. Rasjidi, Jakarta: Bulan Bintang.
- Samir, O. (2002). *PHILOSOPHY OF SCIENCE: A Very Short Introduction.* New York: Oxford University Press Inc.
- S. Suriasumantri, Jujun. (2003). *Filsafat Ilmu : Sebuah Pengantar Populer.* Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Schrauf, Stefan., Berttram, Philipp. (2016),. *Industry 4.0 : How digitization makes the supply chain more efficient, agile and customer focused,* www.strategyand.pwc.com
- Nur Bahagia, Senator. (2007). *Pengantar Teknik Industri.* Bandung: Laboratorium Perencanaan dan Optimasi Sistem Industri ITB.
- Montagu, Ashley. (1984). *Science and Creationism,* New York : Oxford University Press.
- Movahedi B., Lavassani K., Kumar V. (2009) *Transition to B2B e-Marketplace Enabled Supply Chain: Readiness Assessment and Success Factors,* *The International Journal of Technology, Knowledge and Society,* Volume 5, Issue 3, pp. 75–88.
- Wignjosoebroto, Sritomo. (1997). *Prospek Perkembangan Profesi Teknik Industri Menghadapi Tantangan Masa Depan.* *Jurnal Teknik Industri & Manajemen Industri – Ikatan Sarjana Teknik dan Manajemen Industri - Indonesia (ISTMI) – Vol.I No.1,* Agustus 1997.