1st National Conference on Electrical, Informatics and Industrial Technology (NEIIT-2024)
July 20, 2024

KAJIAN PERAN KEILMUAN TEKNIK INDUSTRI DALAM LAHIRNYA INDUSTRI 4.0 MENUJU *SOCIETY* 5.0

Suwarso[1*], Wahyudi Sutopo[2]
Program Studi Doktor Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
*Email: suwarsoskc@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Submitted:
June 16, 2024

Accepted: Jully
July 18, 2024

Published:
July 31, 2024

ABSTRACT

Looking at the current development of industrial engineering science which is becoming more and more impressive day by day, it is evident that the birth of technology 5.0 is all due to the important role of the philosophy of science which has given birth to scientific paradigms and methods which are used to develop various scientific disciplines for the benefit of humanity, so that with Seeing this condition, industrial engineering education currently needs to continue to be developed through competence-based curriculum development, so that in the future it is hoped that it can produce skilled personnel in its application in the industrial world based on concepts and concepts for the development of this knowledge.

Keywords:

Industrial Revolution 4.0, Society 5.0

Kata Kunci:

Revolusi Industri 4.0, Society 5.0

ABSTRAK

Melihat perkembangan ilmu Teknik industry saat ini semakin hari semakin menakjukan terbukti lahirnya teknologi 5.0 yang mana semua ini tidak luput berkat peran penting dari filsafat ilmu yang mana telah melahirkan, paradigma dan metode ilmiah yang digunakan untuk mengembangkan berbagai disiplin ilmu demi kemaslahatkan umat manusia, sehingga dengan melihat kondisi ini maka Pendidikan Teknik industry ada saat ini perlu terus dikembangkan melalui pengembangan kurikulum yang berbasis kopetensi, sehingganya nantinya diharapkan dapat melahirkan, tenaga-tenaga trampil dalam penerapannya di dunia industry berbasis konsep maupun konsep untuk pengembangan dari ilmu tersebut.

Corresponding Author:
Suwarso
Email: suwarsoskc@gmail.com

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan Keilmuan Teknik Industri dunia benar-benar telah merubah gaya hidup manusia, yang kesemuanya itu terlihat dari pemanfaatan teknologi yang dipergunakan sehari-hari oleh manusia semakin lama semakin ketergantungan dari suatu teknologi, mulai dari segi aspek keselamatan, kecepatan, ketelitian dan bahkan proses produksi yang rama lingkungan

Teknik industri menurut IISE (2021) didefinisikan sebagai "suatu sistem dan rekayasa industri yang berkaitan dengan *desain*, peningkatan dan pemasangan sistem terpadu yang terdiri dari manusia, material, informasi, peralatan dan energi. Hal ini mengacu pada pengetahuan dan ketrampilan khusus dalam matematika, fisika dan sosial bersama dengan prinsip dan metode analisis dan desain teknik untuk menentukan, memprediksi dan mengevaluasi hasil yang akan diperoleh dari sistem tersebut " [1]. Tahun 2016 IISE yang merupakan satu – satunya perkumpulan professional internasional nirlaba di bidang teknik industri dan merupakan rujukan pengembangan Keilmuan Teknik Industri dunia merumuskan Body of Knowledge (BoK) teknik industri yang mencakup 12 area keilmuan dan kemudian di tahun 2021 area tersebut berkembang menjadi 14 area [1].

Dimana perkembangan yang mendasar ini tidak lain disebabkan dari keinginan tahuan individu atau kelompok orang sehingga menyebab ilmu tersebut terus jadi perhatian. Adapun sifat keingin tahuan tersebut yang digunakan oleh seseorang untuk dapat mengetahui dan mempelajari suatu ilmu serta mendalaminya disebut sebagai filsafat. Dimana ilmu merupakan pengetahuan yang secara obyektif diakui kebenarannya (rasional – empiris) dan diperoleh melalui suatu metode sistematik (metode ilmia) [2]. Begitu juga dari proses berpikir manusia menuntut mereka untuk menemukan sebuah metode belajar dari pengalaman dan memunculkan keinginan untuk menyusun sesuatu hal secara empiris, serta dapat diukur [6].

Ilmu pengetahuan memiliki ciri – ciri yaitu, pertama empiris cara memperoleh berdasarkan pengamatan dan percobaan [3]. Ilmu pengetahuan memiliki ciri yaitu: pertama empiris cara memperoleh berdasarkan pengamatan dan percobaan, kedua sistematis dimana beberapa data yang terkumpul mempunyai hubungan yang teratur, ketiga obyektif adalah bebas dari prasangka perseorangan dan kesukaan pribadi, keempat analitis yaitu berusaha membeda – bedakan peranan dari bagian – bagian pengetahuan ilmiah dan yang kelima verfikatif dimana ilmu pengetahuan dapat diperiksa kebenarannya oleh siapapun.[3] Pada zaman modern, ilmu pengetahuan diperoleh dengan menggunakan metode penelitian ilmiah. Suatu prosedur yang dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan yang disebut ilmu dapat diartikan metode ilmiah [2].

Seperangkat keyakinan dasar *(basic believes*) yang berhubungan dengan sesuatu yang pokok atau prinsip dapat dipandang sebagai paradigma [5]. Paradigma dibagi menjadi tiga elemen antara lain yang pertama *Ontology* yaitu berkaitan dengan pertanyaan dasar tentang hakekat realitas, kedua *Epistemology* yang mempertanyakan tentang bagaimana cara mengetahui sesuatu dan apa hubungan antara peneliti dengan pengetahuan dan ketiga *Methodology* yang memfokuskan bagaimana cara memperoleh pengetahuan. Dalam mengembangkan ilmu harus melalui suatu proses dan metode yang dapat dikatakan sebagai langkah – langkah metode ilmiah, yaitu pertama perumusan pertanyaan penelitian, kedua penyusunan kerangka berpikir, ketiga perumusan hipotesis, keempat pengujian hipotesis dan kelima membuat kesimpulan dengan tujuan agar Keilmuan Teknik Industri ini harus terus dikembangkan, sehingga diharapkan kedepannya dapat menjawab berbagaimacam tantangan perkembangan teknologi kedepanya

2. METODE PENELITIAN

Berdasarkan uraian diatas maka penulis mencoba melihat semuanya berdasarkan sudut pandang filsafat ilmu bahwa dengan kemunculan teknologi 5.0 jika kita kaitkan dengan Keilmuan Teknik Industri dan agar Keilmuan Teknik Industri dapat dikembangkan, maka ada beberapa strategi yang harus disiapkan diantaranya:

1. Strategi dalam pengumpulan informasi terkait dengan filsafat ilmu, literatur, artikel dan perkembangan teknologi 5.0 di dunia internasional melalu media on line.
2. Strategi bagaimana minumbulkan rasa keingintahuan yang mendalam terhadap perkembangan teknologi 5.0 tersebut oleh mahasiswa maupun dosen melalui keikut sertaan dalam perlombaan yang berhubungan dengan teknologi 5.0 nasional maupun internasional
3. Strategi dalam menjabarkan tantangan yang akan dihadapi oleh Keilmuan Teknik Industri dalam menghadapi berbagai perkembangan teknologi 5.0 tersebut melalui *reseach* yang dihasilkan oleh para pakar Keilmuan Teknik Industri
4. Strategi, terus melakukan diskusi dikanca nasional muapun internasional dengan tema perkembangan teknologi 5.0, dengan demikian nantinya diharapkan suatu kesimpulan yang dapat dijadikan sebagai masukan terhadapa arah perkembangan dari Keilmua Teknik industri tersebut kedepannya.

3. Hasil Pembahasan

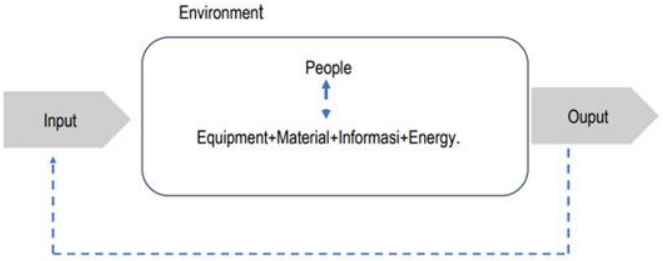
3.1. Pemahaman tentang Filsafat Ilmu

Filsafat ilmu pertama kali dibicarakan pada abad ke IX SM pada tahun 700 SM di Yunani, *Softhia* diberi arti kebijakan; *Sophia* berarti juga kecapan. Kata philoshopos mula-mula dikemukaan dan diperkenalkan oleh Heraklitos (480-540 SM). Sementara pada abad 500-580 SM, kata-kata tersebut digunakan oleh Pithagoras [4].
Menurut *Philosophos* (ahli filsafat), harus mempunyai pengetahuan luas sebagai pengenjawatahan (perwujudtan/penjelmaan) daripada kecintaannya akan kebenaran dan mulai benar-benar jelas digunakan pada masa kaum sophis dan socretes yang memberi arti *philosophein* sebagai penguasaan secara sistematis terhadap pengetahuan teoretis. *Philosopia* adalah hasil dari perbuatan yang disebut *Philosophein*, sedangkan *philosophos* adalah orang yang melakukan *philosophein*. Dari kata philosophia itulah timbul kata-kata *philosophie* (Belanda, Jerman, Perancis), *philosophy* (Inggris) [6].

3.2. Kemajuan Keilmuan Teknik Industri

Penemuan mesin uap ditemukan pada abad ke – 18 ketika terjadi revolusi industri di inggris, disaat itu produksi hasil industri baru dilakukan di rumah-rumah, guna menghasilkan produk-produk yang bisa digunakan oleh masyarakat luas, kemudian pelaku industri mulai berpikir bagaimana menggeser perilaku insutri yang ada ke produksi fabrikasi dengan harapan bisa menghasilkan produk secara masal dengan berbiaya rendah. Kemudian muncul pertanyaan bagaimana mengintegrasikan, manusia, mesin dan material agar dapat meningkatkan produktivitas diarea proses masing-masing. Berkat penemuan dari mesin uap tersebut, maka secara perlahan-lahan sudah mulai menjawab pertanyaan, dan dari sini jugalah Keilmu Teknik Industri mulai diperkenalkan. Keilmu Teknik Industri merupakan sebuah ilmu kerekayasaan yang memiliki obyek kajian sistem integral yang terdiri dari unsur manusia sebagai unsur utama, mesin dan material.

Hasil keluaran dari garapan ilmu ini bukan produk *real*, melainkan nilai tambah *(added value).* Berbeda dengan disiplin ilmu kerekayasaan lainnya, Teknik industri mengkaji nilai secara intens proses interaksi antara manusia dengan manusia, manusia dengan mesin dan manusia dengan material. Sedangkan interaksi antara mesin dengan material menjadi garapan utama disiplin ilmu kerekayasaan lainnya dan dalam perkembangan, komponen informasi dan energi ditambahkan ke sistem integral tersebut sehingga sistem menjadi seperti terlihat pada gambar.1 dibawah ini



Gambar.1. Sistem Terintegrasi Sebagai Obyek kajian Teknik Industri [7].
Ditulis ulang dan dimodifikasi oleh penulis

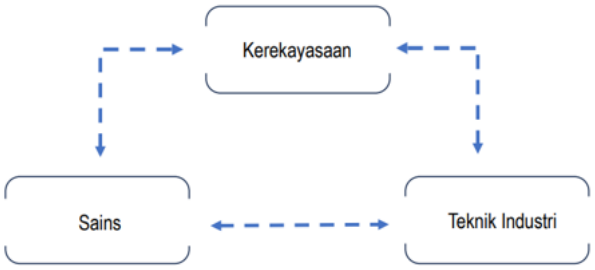
Manajemen ilmia pada Teknik industri pada awal terfokus pada metode kerja dan spesialisasi kerja, kemudian terus berkembang mulai dengan memperlajari hubungan interaksi manusia dan organisasi yang selanjut dengan ditemukannaya mesin-mesin yang digerakan oleh suatu energi tertentu dan bila ditelusur dari sejarah bahwa perkembangannya, teknologi otomasi juga lahir dari revolusi industri. Menurut parlemen Uni Eropa/ *European Parliament*. [14] Revolusi industri terjadi empat kali. Yang pertama terjadi di Inggris pada tahun 1784 di mana penemuan mesin uap dan mekanisasi mulai menggantikan pekerjaan manusia. Revolusi yang kedua terjadi pada akhir abad ke-19 dimana mesin-mesin produksi yang ditenagai oleh listrik dan metode *assembly line* mulai dikembangkan untuk kegiatan produksi secara masal, sehingga menyebab kondisi ini akan semakin komplek dalam mengkoordinasikan hubungan antar elemen namun dalam perjalanannya kemudian kondisi ini melahirkan suatu analisa dengan suatu kesimpulan bahwa hubungan tersebut bisa mempengaruhi produkstivitas yang terjadi pada proses, dan bila hal ini terjadi maka akan lahir apa yang disebut dengan era manajemen administrasi.

Ketika terjadi perang dunia kedua pada abad ke -20, menyebabkan kebutuhan dalam mengakomodir kebutuhan peralatan perang meningkat pesat, sehingan dengan kondisi ini menyebakanlah kajian Teknik industri mulai dialihkan perhatiannya berfokus pada optimalisasi yang dikarenan keterbatasan sumber daya, dengan memanfaatkan ilmu matematika dalam merumuskan sistem yang ada guna mencari solusi, menyebabkan lahirlah metode *operation research* dan simulasi dengan diperkuat dengan penemuan teknologi *computer*, situasi ini disebut dengan era *sains* manajemen.

Pada pertengahan abad ke-20 teknologi computer mulai bermunculan, sehingga menyebabkan transformasi perkembangan teknologi terjadi besar-besaran, menyebakan timbul pemikiran bagaimana membangun sistem secara terintegrasi dan ternyata pada situasi ini tidak saja berorentasi pada sistem manusia, mesin dan material akan tetapi juga berorentasi pada factor lingkungan yang menyebakan produktivitas manusia dalam beraktivitas bisa meningkat atau menurun dan pada fase ini mulai juga dikembangkan kajian mengenai pemodelan sistem pengambilan keputusan dan automasi pada prose produksi. Di Jepang juga mulai mengembangkan suatu sistem yang mereka terapkan di lini proses peroduksi dengan menerapkan sistem seperti *continuous improvement, just in time*, dan sistem lainnya yang sangat berpengaruh dan bisa juga diterapkan pada sektor pelayanan *public* [8].

Cara berpikir para pelaku pada Keilmu Teknik Industri, mulai berkembang pada abad ke-20, sehingga menyebabkan perkembangan teknologi informasi semakin secara luas *(comprehensive)*, sehingga lahir teknologi *internet* yang digunakan secara luas dan dapat mengintegrasi antar industri melalui teknologi informasi yang disebut dengan era Global dan Informasi dengan hadirnya *e-supply chain* menjadi salah satu bukti perkembangn Keilmuan Teknik Industri.

ilmu social dan psikologi, lahir pada *phase-phase* di era manajemen administerasi, sedangkan, ilmu matematika dan statistic banyak digunakan pada era sign management. Perkembangan ilmu *computer*, elektronika dan teknologi transformasi juga sudah mulai penerapannya pada sistem integerasi dan teknologi informasi. Sehingga kondisi ini membuktikan bahwa peran keilmuan yang lain ternyata bisa memperngaruhi sign dan keilmuan kerekayasaan lainnya. Mengacu pada filsafat Ilmu, bahwa teknik Keilmuan Teknik Industri mudah sekali untuk beradaptasi dan terus bersinergi satu sama lainnya, dinamis dan tidak statis. Seperti terlihat pada gambar.2. dibawah ini



Gambar.2. Sinergi antara Sains, Kerakayasaan Teknik Industri (Nur Bahagia, 2007) [7]
Di tulis ulang dan di modifikasi oleh penulis

[8].Berpendapat bahwa Keilmuan Teknik Industri berkembang dengan cara menerapkan ide – ide baru yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Hal ini juga didukung oleh [9] yang menyatakan bahwa ilmu teknik industri telah memainkan peran dalam pengembangan masyarakat. Menurutnya, Keilmuan Teknik Industri terbukti mampu memenuhi kebutuhan berbagai bidang meliputi sosial, ekonomi, *finansial*, lingkungan dan komputer.

Dengan melihat faktor pendorong, metode, teknologi, dan luaran maka manusia dalam melakukan aktivitas pekerjaan dari suatu priode ke priode tertentu seperti pada priode 1700 – 1800, 1850-1930, 1930-1960, 1960-1980, 1980-2000 dan seterusnya selalu terjadi perubahan seiring dengan perkembangan teknologi yang terus berkembang, dengan tujuan bagaimana meningkatkan efisiensi, meningkatkan produktivitas, dan meningkat *profit* bagi suatu organisasi baik produk maupun jasa dan kesemuannya ini hanya bisa dilakukan dengan teknologi, dimana terknologi merupakan wujud nyata dari terusnya berkembangnya Keilmuan Teknik Industri. Berikut terlampir kehadiran organisasi Keilmuan Teknik industri di dunia dari masa ke masa, seperti terlihat pada gambar.3. dibawah ini

Gambar 3. Korelasi antara konsep Society 5.0 dan konsep Industry 4.0, dan telah dimodifikasi oleh penulis
source: Keidanren (Japan Business federation)

Penjelasan:

a. Revolusi Industri 1.0

Temuan mesin uap menjadi lonceng mulainya Revolusi Industri pertama yang merupakan proses yang dimulai dengan digunakannya mesin uap dalam proses produksi barang. Penemuan ini menggerakan peningkatan produksi dan menjadi momentum penting, karena sebelum adanya mesin uap, hanya mengandalkan tenaga otot, tenaga air, dan tenaga angin untuk menggerakkan apapun. Tenaga otot tentunya sangat terbatas, baik otot manusia atau hewan seperti sapi, kuda atau lainnya yang dimanfaatkan untuk membantu manusia dalam bekerja. Jumlah manusia atau hewan dalam skala besar dibutuhkan jika produksi harus berjalan 24 jam karena otot manusia atau hewan itu ada masa pakainya.

b. Revolusi Industri 2.0

Perubahan pertama selalu membawakan arti penting dan menghancurkan banyak peradaban lama. Revolusi Industri kedua yang terjadi di awal abad ke-20. Saat itu, produksi memang sudah menggunakan mesin. Tenaga otot digantikan oleh mesin uap, dan kini tenaga uap mulai digantikan dengan tenaga listrik. Tetapi proses produksi di pabrik masih jauh dari proses produksi di pabrik *modern* dalam bidang *manufactur.*

c. Revolusi Industri 3.0

Revolusi Generasi Ketiga ini ditandai oleh perkembangan semikonduktor dan proses otomatisasi industri. Dengan kata lain, dunia sedang bergerak memasuki era digitalisasi. Kemunculan teknologi digital dan *internet* menandai dimulainya Revolusi Indusri 3.0. Dalam tahap inilah berbagai komponen elektronika ditemukan. Mulai dari *transistor, IC chips* yang memungkinkan untuk mengembangkan mesin yang tidak memerlukan operator manusia. Pada era ini juga terjadi perkembangan perangkat lunak yang mendukung perangkat keras elektronik. Otomatisasi peralatan industri menggantikan peran manusia dalam prosesnya. Pada satu sisi, perkembangan teknologi digital ini mempermudah pekerjaan manusia karena hanya dalam hitungan jam, banyak produk yang dapat dihasilkan. Proses bisnis semakin berkembang pesat dan lebih terstruktur mulai dari tahap perencanaan yang dilakukan oleh manusia, terjadwal dan termunitor secara *realtime*

d. Revolusi Industri 4.0.

Dengan ditemukannya internet pada generasi 3.0 menjadi dasar dari terbukanya gerbang menuju Revolusi Industri 4.0. Salah satu *grand design*-nya adalah pemanfaatan ***Internet of Thing (IoT***). *IoT* ini berambisi menginterkoneksikan segala perangkat yang ada dengan internet. Seperti remote control, yang dapat mengontrol dari kejauhan. Pada tahun 2018 seperti yang dilansir *MIT Technology Review,* para peneliti *Massachussets Institute of Technology* sukses menciptakan pesawat yang bisa terbang tanpa mengandalkan satupun bagian yang berputar. Pesawat tersebut memanfaatkan *electroaerodynamic propulsion*. Inovasi terus berkembang memasuki tahun 2019 ini mulai dari peran robot di bidang industri, ***Artificial Intelligence (AI)*** (kecerdasan buatan), *Drone Operation Centre, Self-Powered Data Centre*, hingga rencana pengembangan *Virtual Workers* secara industri

e. Revolusi Industri 5.0

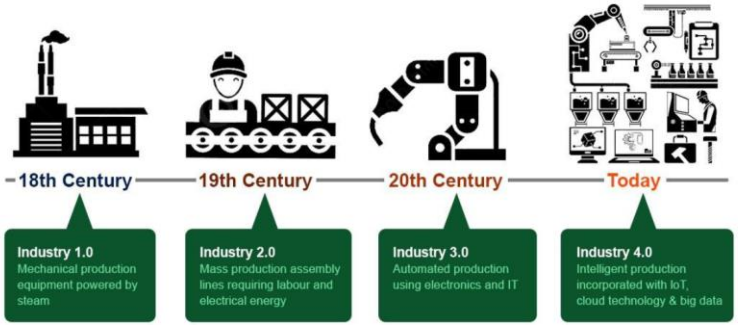
Perkembangan era revolusi *industry 4.0* diiringi dengan integrasi teknologi *cyber* dengan humaniora, yaitu *Society 5.0.* Pemahaman *Society 5.0* sebagai masyarakat yang berpusat pada manusia yang menyeimbangkan kemajuan ekonomi dengan penyelesaian masalah sosial dengan sistem yang sangat mengintegrasikan ruang dunia maya dan ruang fisik. *Society 5.0* bermula dari negara jepang, Konsep ini memungkinkan kita untuk menggunakan ilmu pengetahuan yang berbasis *modern (AI, robot, IoT, dsb)* untuk melayani kebutuhan manusia. Tujuan dari konsep ini sendiri adalah mewujudkan masyarakat dimana manusia- manusia di dalamnya benar-benar menikmati hidup dan merasa nyaman. *Society 5.0* sendiri baru diresmikan pada 21 Januari 2019 dan dibuat sebagai solusi atas Revolusi Industri 4.0 yang ditakutkan akan mendegradasi umat manusia.

3. Kaitan Keilmuan Teknik Industri dengan Industri 5.0.

Faktor – faktor yang menyebabkan terjadinya perkembangan atau lahirnya suatu teknologi dikehidupan manusia, diantaranya dipicu oleh beberapa faktor, diantaranya:

a. Munculnya penemuan dan teori-teori baru oleh para cendikiawan
b. Karena kebutuhan dalam memenuhi tuntutan kehidupan
c. Karena kebijakan pemerintah terkait dengan pengembangan suatu ilmu.
d. Karena persaingan antara negara yang diakibatkan oleh pertahanan dan keamanan negara.

Telah disadari oleh pelaku industri bahwa perkembangang teknologi yang ada saat ini sudah tidak dapat dibendung lagi, kecepatan, ketelitian atau keakuratan hasil dari suatu proses itu sangat dibutuhkan oleh industri oleh karena itu para pelaku industri rela mengeluarkan biaya untuk membeli suatu teknologi dalam rangkah meningkatkan hasil suatu produksi dan kualitas dari proses produksi yang mereka miliki agar bisa bersaing, bertahan dan tetap tumbuh. Seperti terlihat pada gambar.4. dibawah ini bahwa perubahan teknologi dari abad ke abad terus berkembang.



Gambar 4. Perubahan perkembangan dunia industri dari abad 18 sampai dengan saat ini
source: https://www.copyright.gov/

4. Tantangan Keilmuan Teknik Industri

Kehadiran Industri 4.0 akan memberikan manfaat dalam hal peningkatan *productivity, efficiency, flexibility and level of customization* produk yang tinggi bagi dunia industri. Namun di sisi lain, setiap perubahan dapat membawa dampak lain yang merugikan. Menurut pendapat [10] kehadiran Industri 4.0 akan memiliki beberapa dampak yaitu:

a) Adanya kesenjangan yang luar biasa terkait tenaga kerja "low-skill/low-pay" dan "high-skill/high-pay",
b) Ketidakstabilan dunia bisnis karena perubahan yang sangat cepat
c) Ketidaksiapan pemerintah dalam mengimbangi perubahan yang cepat di masyarakat,
d) Isu keamanan dan privasi data
e) Munculnya fenomena "robotisasi" kemanusiaan. Sedangkan [10] memperkirakan Industri 4.0 akan berdampak langsung terhadap berkurangnya peran Keilmuan Teknik Industri dalam hal perencanaan produksi, optimasi terkait pekerjaan manual sederhana yang berulang, statistical process control yang bersifat manual-tradisional serta metode perakitan part secara manual. [11] juga pernah memperingatkan insinyur teknik industri agar tidak terjebak di antara dua revolusi (revolusi industri dan revolusi informasi) yang berakibat pada keusangan Keilmuan Teknik Industri. Penjelasan di atas menunjukan ada begitu banyak tantangan yang harus dihadapi oleh Keilmuan Teknik Industri baik yang berkaitan langsung dengan Keilmuan Teknik Industri ataupun yang tidak berkaitan langsung

5. Saran Terhadap Arah Perkembangan Keilmuan Teknik Industri

Saat ini Industri 4.0 memang masih belum banyak diterapkan. Industri 4.0 membutuhkan tahapan penelitian yang cukup panjang untuk menghasilkan konsep yang matang dan hasil kongkrit [12] Namun, [13] menegaskan bahwa insinyur teknik industri harus mulai membekali diri dengan pengetahuan dan kecakapan (terutama) dalam bidang analisis *big data* dan *human-machine interface*. [9] juga menyarankan hendaknya Keilmuan Teknik Industri ke depannya harus mampu mengintegrasikan konten kerekayasaan, *sains* dan teknologi dengan kemanusian. Beberapa hal yang dapat menjadi bentuk peran Keilmuan Teknik Industri yaitu,

a) Berperan ikut membangun *platform* Industri 4.0 untuk berbagai jenis dan tingkatan industri, terutama industri/usaha kecil menengah.
b) Pengembangan sistem manajemen sumber daya manusia dan pengupahan tenaga kerja, karena peran manusia yang mulai tergantikan teknologi.
c) Turut serta mengkonstruksi *algoritma* sistem informasi yang diperlukan dalam penerapan Industri 4.0.

d) Mengimplementasikan prinsip *human factor* dan ergonomi (sebagai contoh dalam mendesain stasiun kerja, pembagian peran otomasi dan manusia, dsb).

Pengembangan model dan proses bisnis baru yang mengadopsi Industri 4.0, serta kemungkinan peran lainnya yang dapat diteliti lebih lanjut. Selain beberapa peran tersebut, hendaknya perlu dilakukan juga penyesuaian dan *upgrade* kurikulum ilmu teknik industri agar keilmuan teknik industri siap menghadapi perubahan yang akan terjadi dan lulusannya tetap dibutuhkan di industri.

6. Kesimpulan

Dengan kehadiran filsafat ilmu, maka Keilmuan Teknik Industri dapat berkembang pesat dan kondisi ini bisa dilihat banyaknya kajian yang keluar dari Keilmuan Teknik industri yang ada dunia, seperti diketahui bahwa berbagai macam metode yang sudah dihasilkan didalam kajian dan seperti diketahuai bahwa Keilmuan Teknik industri tidak bisa berdiri sendiri dan harus berkolaborasi dengan disiplin ilmu lainnya, contohnya bahwa teknik industri selalu bersinergi dengan disiplin ilmu sains dan ilmu kerekayasaan yang lainnya sperti bidang otomasi. Fonomena lahirnya teknologi 4.0 membuktikan bahwa keberhasilan Keilmuan Teknik Industri berhasil dalam mengakomudir segala kebutuhan yang terdapat pada teknologi 4.0 dan terlepas dari segala manfaatnya dari teknologi tersebut tentunya juga ada hal-hal negatif yang ditimbulknya, bahkan juga itu terhadap Keilmuan Teknik Industri itu sendiri. Makanya Keilmuan Teknik Industri ini harus terus dikembangkan, sehingga diharapkan kedepannya dapap menjawab berbagai macam tantangan kedepanya oleh Keilmuan Teknik industry dan terus dinamis terhadap perkembangan dan kemajuan teknologi tersebut dengan terus melakukan kajian-kajian secara koprehensive pada sistem integrasi yang dimiliki oleh Keilmuan Teknik Industri.

Daftar Pustaka

[1] L. et. all. Aft, “Industrial and Systems Engineering Body of Knowledge,” 2021, [Daring]. Tersedia pada: https://www.iise.org/details.aspx?id=43631

[2] S. Suriasumantri, Jujun. (1990). Filsafat Ilmu: Sebuah Pengantar Populer. Jakarta: Pustaka Sinar harapan.

[3] The Liang Gie. Dikutip dari buku Surajiyo. (2007). Filsafat Ilmu dan Perkembangannya di Indonesia. Jakarta: Bumi Aksara.,p.59

[4] Suaedi, *Pengantar Filsafat Ilmu*, no. 3. Bogor: IPB Press, 2016.

[5] Denzim, Norman K., and Lincoln, Yvonna S.(Editor).(1994). Handbook of qualitative research. Thousand Oaks, London, New Delhi: Sage.

[6] Abdul Karim “ Sejarah Perkembangan Ilmu Pengetahuan” ISSN: 2354-6174 | EISSN: 2476-9649,

[7] Nur Bahagia, Senator. (2007). Pengantar Teknik Industri. Bandung: Laboratorium Perencanaan dan Optimasi Sistem Industri program Studi Teknik Industri Institut Teknologi Bandung.

[8] Fryer, KJ., Antony, J., Douglas, A. (2007). Critical Success Factors of Continuous Improvement in The Public Sector: A literature review and some key findings.

[9] Mendoza, JH., Ramirez, JF., Flore, HS. (2016). Developing and evolution of industrial engineering and its paper in education. Ingeniería Y Competitividad,

[10] Schwab, K. (2015). The Fourth Industrial Revolution (pp. 1-9). SNAPSHOT.

[11] Preez ND., Pintelon, L. (1994). The Industrial Engineer: Caught Between Two Revolutions

[12] Roser, 2015, from publication: Virtual Quality Management in the Era of Industry 4.0

[13] Sackey, S. M., & Bester, A. (2016). Industrial Engineering Curriculum in Industry 4.0 in a South African Context. South African Journal of Industrial Engineering, 27, 101-114.

[14] Davies, M., & Barnett, R. (2015). The Palgrave Handbook of Critical Thinking in Higher Education. New York: Palgrave Macmillan.