

Perkembangan Material Solder Ramah Lingkungan

Erwin Siahaan

Prodi Teknik Mesin , Universitas Tarumanagara

erwins@ft.untar.ac.id

ABSTRAK

Teknologi system penyambungan dua atau lebih metal dengan menggunakan penyolderan sangat dibutuhkan mengingat peningkatan akan perkembangan industrialisasi elektronika. Penggunaan paduan solder SnPb yang merupakan kawat solder yang sudah cukup lama digunakan dalam dunia industry sudah harus digantikan dengan paduan solder berbasis- non timbal/Pb dengan diberlakukannya *RoHS/Restricted of Hazardous Substances* tahun 2006 bahwa seluruh jenis kawat solder SnPb tidak boleh digunakan lagi karena sifat racun/*toxic* dari Pb/timbal. Pengembangan solder berbasis non-timbal merupakan tujuan untuk menggantikan jenis solder SnPb dengan menggunakan metode memadukan unsur kima Sn dengan unsur kimia lain seperti Tembaga/*Copper*, Seng/*Zinc*, Perak/*Silver*, dalam berbagai komposisi dengan target untuk mencapai kesamaan sifat mekanik, sifat fisik dan sifat termal sesuai dengan SnPb. Proses pemaduan yang dilakukan dengan peleburan pada temperature 700°C pada berbagai komposisi unsur kimia kemudian dilakukan seluruh pengujian mekanik, fisik. Untuk paduan solder SnCuZn menghasilkan nilai kekerasan (18.7, 18.9 dan 19.1) VHN pada prosentase 9,10 dan 11% Zn. Titik Leleh 188,220,222 °C pada prosentase yang sama. Sedangkan untuk paduan solder SnCuAg nilai kekerasan (17.8,21.9 dan 26) VHN, dan Titik Leleh 191,198 dan 206 °C untuk prosentase 1.5,2.5 dan 3.5 % Ag.

Nilai titik leleh dari paduan Sn-0,7Cu dengan perbedaan variasi kandungan Ag-Bi sebesar 1,5%, 2,5%, 3,5% dan untuk Zinc 9,10,11% mempengaruhi nilai *melting point* dari Sn-0,7Cu. Semakin besar kandungan *Silver* dan *Zinc* maka semakin besar nilai titik lelehnya. Nilai kekerasan dari paduan Sn-0,7Cu-Ag, Bi dan Zn mengalami peningkatan nilai kekerasan dengan penambahan Ag, Bi dan Zn. Semakin besar kandungan Ag, dan Zn maka semakin besar nilai kekerasan.

Kata kunci : Toxic, Solder, Timbal

ABSTRACT

The technology of joining two or more metals using joining system is needed considering the increasing development of electronic industrialization. The use of the SnPb solder alloy, which is a solder wire that has been used for a long time in the industrial world, must be replaced with a non-lead / Pb-based solder alloy with the enactment of RoHS / Restricted of Hazardous Substances in 2006 that all types of SnPb solder wire should not be used anymore because of its characteristic poison / toxic from Pb / lead. The development of non-lead-based solders is the goal to replace the SnPb type of solder by using the method of combining Sn clams with other chemical elements such as Copper / Copper, Zinc / Zinc, Silver / Silver, in various compositions with the target to achieve the same mechanical and physical properties. and thermal properties according to SnPb. The blending process is carried out by melting at a temperature of 700oC at various chemical element compositions and then all mechanical and physical tests are carried out. For SnCuZn solder alloys produce hardness values (18.7, 18.9 and 19.1) VHN at a percentage of 9,10 11% Zn. Melting Point 188,220,222 oC at the same percentage. Whereas for the SnCuAg solder alloy the hardness values (17.8,21.9 and 26) VHN, and the Melting Point 191,198 and 206 °C for the percentage of 1.5,2.5 and 3.5% Ag. The melting point value of the Sn-0.7Cu alloy with differences in the variation of the Ag-Bi content of 1.5%, 2.5%, 3.5% and for Zinc 9,10,11% affected the melting point value of Sn-0, 7Cu. The greater the Silver and Zinc content, the greater the melting point value. The hardness value of the Sn-0.7Cu-Ag, Bi and Zn alloys increased the hardness value with the addition of Ag, Bi and Zn. The greater the Ag and Zn content, the greater the hardness value

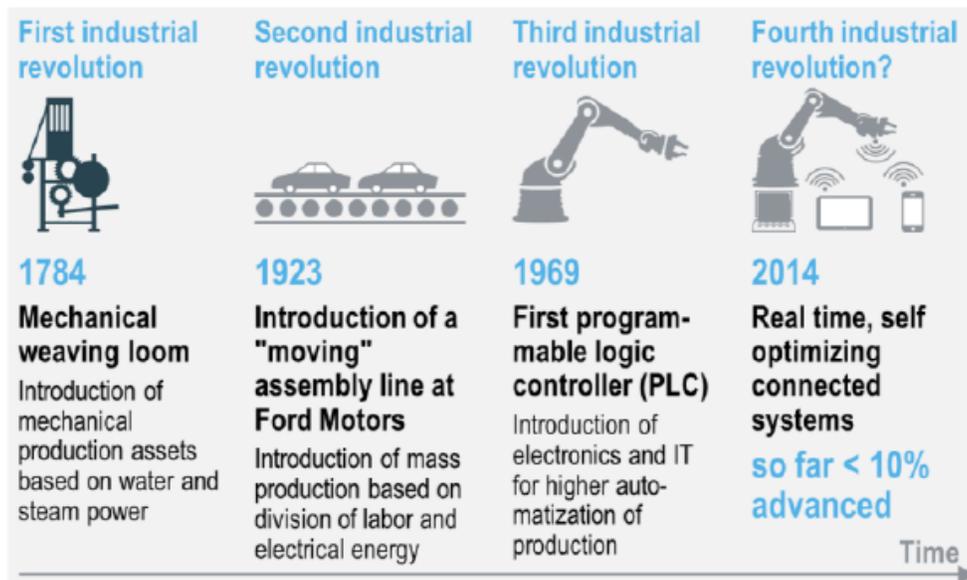
Key words : Toxic, Solder, alloy, melting, content

PENDAHULUAN

Analisis Situasi.

Dengan dimulainya Revolusi Industri 4.0 telah terjadi perubahan dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Dimana salah satunya adalah sistem pendidikan. Sebagai suatu proses kehidupan manusia komponen pendidikan akan menjadi salah satu faktor pembentuk utama yang sangat berpengaruh, dan bagaimana menyikapi implikasi tersebut? Hal ini tentu akan terjadi perubahan dan kesetimbangan yang perlu diperlukan untuk mempersiapkan dunia pendidikan lebih memberikan kemampuan pada sumber daya manusia yang akan dihasilkan dari berbagai jenis institusi pendidikan sehingga akan mumpuni untuk siap bersaing dan berkontribusi secara global. Dalam menyikapi kemajuan industri 4.0 maka dibutuhkan pengembangan kurikulum yang sistematis dan terprogram dalam mengelaborasi kemampuan para mahasiswa, siswa dalam otomasi akademik yang *sustainability*, ketrampilan, dan daya juang hidup baik secara individu maupun kelompok dalam koridor berfikir kritis dan sistematis.. Tuntutan kecakapan akan terimplementasikan pada daya pikir yang global dengan penerapan yang sesuai dengan kondisi setempat. Dengan demikian diperlukan suatu terobosan yang lebih detail dan terarah dalam mengelola kurikulum di perguruan tinggi/ sekolah dengan orientasi yang jelas. Salah satu metode yang diterapkan saat ini adalah dimana faktor fleksibilitas mahasiswa diperluas dengan cara dapat menimba pengetahuan tidak hanya pada program studinya tapi diberikan kebebasan selama 3(tiga) semester untuk berasosiasi dengan sistem pembelajaran diluar program studi masing-masing. [1]

Industri 4.0, merupakan kebangkitan revolusi industri keempat, mencakup berbagai kemajuan teknologi disegala bidang. Penerapan Teknologi Industri 4.0 – lebih berfokus pada Otomasi / Robotika, *Internet of Things*, Artificial Intelligent (Kecerdasan Buatan), Manufaktur Aditif, dll. – hal ini tentu akan merubah secara total dasar dari revolusi proses manufaktur tradisional. Sehingga dampak yang akan meningkat adalah penggunaan teknologi digital, memberikan suatu batasan yang sangat *shadow*, yang lebih signifikan. [1,2]



Gambar 1: Tahapan pengembangan industri manufaktur [.4.0-2]

Daya tarik utama Industri 4.0 terletak pada kemampuannya untuk bertindak sebagai pengubah untuk peningkatan ekonomi, yang akan membuka banyak peluang bagi perusahaan untuk mengubah atau membuat penawaran dan model bisnis yang baru. Industri 4.0 mendukung dukungan pada setiap pemeran usaha untuk menawarkan fleksibilitas yang lebih besar bagi perusahaan untuk memenuhi beragam permintaan dari pelanggan, yang lebih fleksibel dan dapat disesuaikan dengan penawaran produk standar. Misalnya, Nike, merek sepatu olahraga global terkemuka, telah menjalankan program kustomisasi massal selama beberapa tahun. Program ini memungkinkan pelanggan untuk mempersonalisasi dan menyesuaikan alas kaki olahraga mereka untuk memenuhi kinerja dan kebutuhan gaya mereka. Dalam upayanya untuk mendekatkan manufaktur dengan pelanggannya di negara masing-masing, Perusahaan Nike juga berencana membuka pabrik otomatis di beberapa Negara. Teknologi canggih yang mengurangi kebutuhan pekerja/tenaga kerja adalah pendorong utama di balik strategi ini. Sebagai bagian dari inisiatif ini, Nike juga meluncurkan sol sepatu yang diproduksi menggunakan teknologi pencetakan 3D. Teknologi semacam itu juga telah membantu perusahaan dalam mengurangi waktu tunggu untuk pengembangan *prototipe*. Hasilnya, perusahaan dapat mempercepat waktu mereka ke pasar. Misalnya, Dash CAE, pemasok utama produk otomotif, telah mengurangi waktu tunggu hingga 83% untuk produksi suku cadang dan peralatan.[2,3]

Permasalahan

Otomatisasi dan digitalisasi, sebagai proses evolusi jangka panjang, menyebabkan signifikan efek, seperti transformasi pekerjaan dan profil pekerjaan, perubahan bentuk pekerjaan, dan peran yang lebih signifikan untuk ekonomi platform, yang menimbulkan tantangan untuk kebijakan sosial. Ini tinjauan pustaka sistematis bertujuan untuk memberikan gambaran tentang penelitian sampai saat ini terkait pengaruh Revolusi Industri 4.0 pada pengembangan sumber daya manusia dan perilaku konsumen. Pencarian informasi mengenai pada Web of Science mengidentifikasi cukup banyak makalah yang memenuhi kriteria inklusi. Tujuan utama untuk mengidentifikasi: pengaruh Revolusi Industri 4.0 pada modal manusia perkembangan dan perilaku konsumen; peluang dan tantangan utama untuk arah baru dalam pendidikan yang terkait dengan pergeseran lingkungan kerja; dan pendorong modal manusia perkembangan dan perilaku konsumen melalui lensa Revolusi Industri 4.0. Hasil mengungkapkan beberapa aspek kunci untuk pengembangan sumber daya manusia: informasi, pekerjaan baru, dan Internet, teknologi, pelatihan, pendidikan, keterampilan baru, otomatisasi, komunikasi, inovasi, profesional, produktivitas, kecerdasan buatan, digitalisasi, rekrutmen elektronik, dan Internet Hal-hal, serta pendorong utama perilaku konsumen: informasi, e-commerce, digitalisasi, *Internet of Things*, *e-distribution*, teknologi, digitalisasi, otomatisasi, personalisasi, kinerja, kecerdasan buatan, niat berperilaku, belanja elektronik, dan penggalian data.[2,3,4]

Secara strategis, tren adaptasi Industri 4.0 yang semakin meningkat mengakibatkan permintaan yang tinggi untuk sarjana teknik khususnya sarjana teknik mesin yang sangat terampil yang dapat berkontribusi secara efektif pada proses konversi ke Industri 4.0. Oleh karena itu, mengintegrasikan konsep Industri 4.0 ke dalam kurikulum teknik menjadi salah satu yang utama prioritas universitas dan institusi akademik. Program seperti itu mendorong untuk mengjewantahkan bahwa mahasiswa /sarjana perlu memperoleh keterampilan atau kompetensi baru untuk menghadapi masa depan Industri 4.0. Oleh karena itu, beberapa universitas mulai meningkatkan program keteknikannya agar berintegrasi konsep Industri 4.0 dalam kurikulum

teknik mereka untuk membuat lulusan mereka memenuhi syarat keterampilan yang dibutuhkan untuk mengimplementasikan solusi Industri 4.0 [2,3,5]. Implementasi Industri 4.0 didasarkan pada tim multi-disiplin di berbagai teknologi dan teknik di mana para sarjana harus memperdalam dan memperkuat keterampilan mereka

Solusi mitra

Tingkat Teknik Mesin memungkinkan pemasukan tenaga kerja lulusan sebagai ahli dan memiliki ketrampilan dalam industri. Pada saat yang sama, kemampuan pengetahuan tentang teknik mesin harus memungkinkan akses ke spesialisasi tingkat tinggi karena penggabungan selanjutnya ke pasar tenaga kerja. Sarjana Teknik Mesin adalah seorang profesional yang terlatih dalam desain industri, manajemen, konstruksi, perakitan dan pemeliharaan sistem dan instalasi industri di bidang mekanik. Rencana kemampuan dibidang Teknik Mesin bertujuan untuk mencapai tujuan melalui program pelatihan yang menggabungkan antara pelatihan ilmiah dan teknis dasar dengan pelatihan umum di bidang industri, dengan kuat spesialisasi di bidang teknik mesin. Dengan kata lain, hal itu dimaksudkan untuk menjamin pembangunan dari para profesional ini yang merupakan spesialis di bidang mekanik (CIN / 351/2009).[5,6]

Di sisi lain, perusahaan menghadapi tantangan pasar global. Agar semakin kompetitif mereka menggunakan alat-alat seperti itu sebagai *Benchmarking*. Mereka perlu menggunakan teknik *Big Data* ketika mereka harus berurusan dengan volume besar yang berbeda data, memiliki penyimpanan khusus untuk volume dan variasi tersebut, dengan kecepatan pemrosesan yang sangat tinggi, dengan mempertimbangkan file toleransi terhadap kegagalan dan menggunakan kriteria skalabilitas. Analisis berdasarkan kumpulan data besar baru-baru ini muncul di dunia manufaktur. Dalam konteks industri 4.0, file pengumpulan dan evaluasi data yang komprehensif dari berbagai sumber akan menjadi standar untuk mendukung keputusan pembuatan.

Produsen serta pemasok harus bekerja untuk menyesuaikan infrastruktur dan pendidikan saat mereka merangkul teknologi Industri 4.0 [5]. Ini paling baik ditangani melalui upaya gabungan yang melibatkan pemerintah, asosiasi industri, dan bisnis untuk dicapai untuk menyesuaikan kurikulum sekolah, pelatihan dan program universitas untuk meningkatkan keterampilan yang diperlukan dan kemampuan inovasi tenaga kerja.

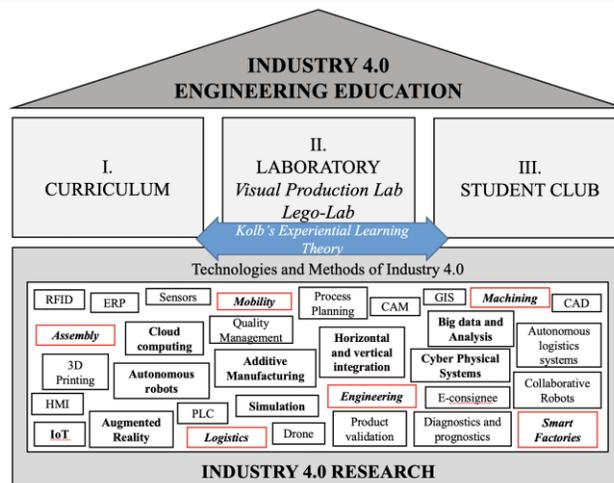
Metode PKM

Melakukan pemberian materi penyuluhan pada masyarakat/ mitra SMA dan masyarakat lainnya melalui Webinar secara online.

Hasil dan Pembahasan

Dalam pembahasan sebagai persyaratan dari kualifikasi baru di era Industri 4.0. akan menyangkut tentang persyaratan baru: Pemikiran interdisipliner, keputusan dan pemecahan masalah, budaya dan kompetensi antar budaya, dan pembelajaran seumur hidup. Sebagian ahli mendefinisikan bahwa tantangan utama sebagai karyawan yang memungkinkan untuk mengimplementasikan sistem fisik *cyber* dengan kriteria sukses. Dalam beberapa penelitian persyaratan bagi Industri Era 4.0 untuk pendidikan teknik dari harus dilihat dari perspektif sistem pendidikan tinggi yang dikelola. Beberapa Negara menekankan peningkatan kebutuhan akan

fleksibilitas (kolaborasi interdisipliner, *soft skill*), kerjasama universitas-industri, dan sistem pembelajaran terbuka seperti *platform* pembelajaran online dan webinar atau bentuk pelatihan dari Universitas. Dalam beberapa pendekatan berikut, bidang subjek yang sangat penting untuk Industri 4.0 menekankan peran penting kecerdasan buatan sebagai *enabler* untuk Industri 4.0. Selain itu juga akan sangat penting akan tantangan digitalisasi dan proses penciptaan nilai di era Industri 4.0. Di beberapa bagian bekerja, pentingnya mata pelajaran MIST (Matematika, IT, Science, dan Teknologi) ditekankan. Selain itu, platform interdisipliner untuk kolaborasi antara komunitas penelitian dan industri diusulkan dan diuraikan dengan contoh-contoh yang berhasil diterapkan. Peningkatan penelitian, pengetahuan dan persyaratan keahlian Industri 4.0 untuk sarjana teknik mesin dan dampaknya terhadap kurikulum dunia industrialisasi. Para ahli menekankan perlunya kompetensi seperti data besar analitik dan antarmuka manusia-mesin baru. Pekerjaan lain yang relevan untuk pengembangan kurikulum Hal ini dapat dilakukan dengan menyajikan metodologi untuk mengevaluasi program studi menurut *Reference Architecture Model Industry 4.0*. [6,7,8]



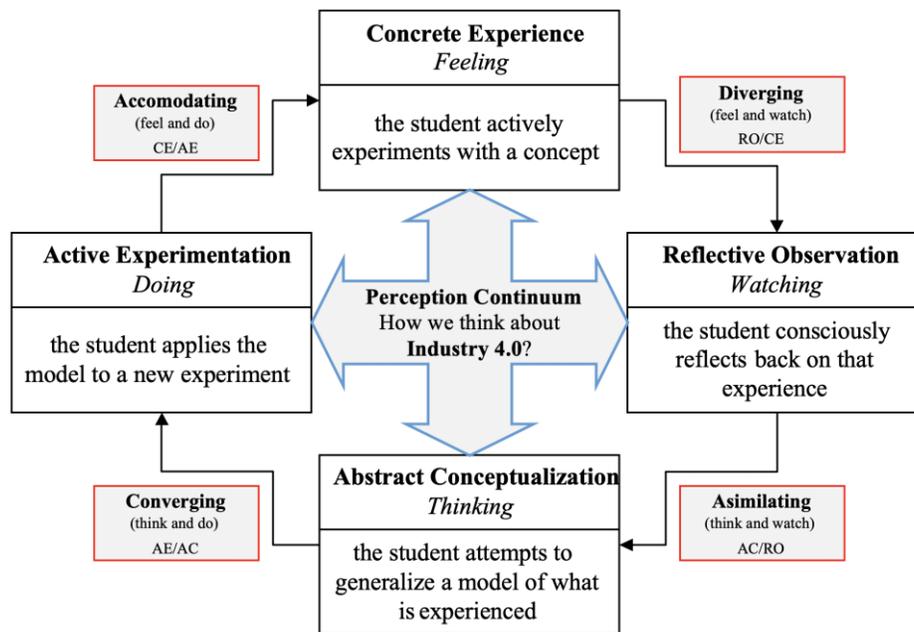
Gambar 2. Kerangka umum pendidikan Teknik Mesin 4.0 [3]

Dengan menerapkan pendekatan era industri 4.0 diharapkan mahasiswa, siswa mulai saat ini dan masa depan akan dituntut, pengalaman belajar yang mencerminkan dan meningkatkan cara hidup yang dapat mengimplementasikan pengetahuannya pada dunia industry Selanjutnya memahami tentang 'web simbiosis'. Simbiosisnya adalah antara kecerdasan buatan dan manusia dan bagaimana mereka berinteraksi dan mendapatkan pengalaman dari masing-masing lain. Mereka menjadi satu tim — belajar dari satu sama lain sebagai *groups of study*. Penggunaan istilah 'kecerdasan' untuk berarti kemampuan untuk mencapai tujuan yang kompleks. Perkembangan inilah (yang dulu didahului oleh dan dibangun di atas Web 1, 2 dan 3) yang membawa Web 4.0 ke dalam hal yang tidak diketahui, dan mengarah ke Kebangkitan Pendidikan 4.0. Teknologi yang mendukung perkembangan lebih lanjut dan aplikasi Internet di urutan ketiga dekade abad ke-21, yang menggerakkan Revolusi Industri Keempat (IR Keempat) Beberapa tahun sebelum ini komputer telah digunakan lebih kompleks dengan lebih cepat. Kepintaran Buatan *Artificial Intelligence* (AI) mewakili aplikasi teknologi yang sekarang menjadi sangat kompeten dalam aspek yang kita miliki.

Sebagian besar dari prediksi yang ditemukan terkait dengan Industri 4.0 meskipun ada perubahan demografi, harapan hidup dan ekonomi pensiun juga memiliki pengaruh yang kuat pengembangan pribadi, sosial dan profesional. Implikasi bagi pendidikan mungkin melibatkan

cukup dramatis variasi dalam permintaan akan pengetahuan dan keterampilan serta memperluas kemungkinan untuk mengajar dan belajar Bayi yang lahir hari ini tidak hanya tidak akan pernah tahu dunia tanpa internet, tapi satu dari tiga mungkin hidup hingga lebih dari 100, beberapa hingga 120 atau lebih [6,8,9]. Jadi, ada juga alasan yang sangat kuat untuk kecintaan seumur hidup yang berkelanjutan untuk belajar dan transformasi pribadi.

Dan, untuk pendidikan, kemungkinan miliaran orang terhubung dengan perangkat seluler, dengan kekuatan yang tidak dapat diprediksi sebelumnya, penyimpanan, dan akses ke pengetahuan, tentu hal ini merupakan domain penting untuk meningkatkan dan pembelajaran pengetahuan. Ditambahkan juga tentang mesin visioning dan wajah pengakuan; pada tahun 2022 akan ada empat miliar kamera yang tertanam di dunia [6,7]. Dan Prospek ini akan berlipat ganda dengan terobosan teknologi yang muncul di bidang-bidang seperti robotika, *Internet of Things*, kendaraan otonom, pencetakan 3-D, nanoteknologi, bioteknologi, material sains, penyimpanan energi, dan komputasi kuantum dan banyak lagi [7]. Dan jangan 'Data yang besar' lebih dari sebelumnya - volume, variasi, kecepatan, dan variabilitas (4,6,8). Data akan menjadi semakin penting [9]—saat ini di Pendidikan Tinggi, penerapan masih dalam tahap awal. Terobosan melampaui dunia kita ke dalam sisa alam semesta. Baru-baru ini para astronom menggunakan teknologi mereka untuk menciptakan “Event Horizon Teleskop ” untuk menangkap gambar pertama lubang hitam di galaksi M87 dari jarak 53 juta tahun cahaya Bumi.



Gambar 3. Model system belajar Kolb dan teori eksperiensial [6]

Kesimpulan

Kepintaran Buatan kemampuan yang dimiliki oleh seorang sarjana teknik mesin akan mendukung peningkatan kualitas dalam bidang produksi di dunia industri. Otomasi proses produksi, transmisi data tentang produk saat melewati rantai manufaktur dan penggunaan sarana robot yang dapat diubah kustomisasi. Hal ini akan memungkinkan produksi akan lebih banyak serta presisi karena kemampuan untuk menjangkau mesin dengan cepat untuk beradaptasi spesifikasi yang disediakan pelanggan dan manufaktur aditif. Suatu variasi produk yang berbeda dapat diproduksi di fasilitas produksi yang sama. Selain itu, pelanggan juga bisa lebih banyak yang terlibat dalam proses desain, bahkan memasok desain modifikasi itu sendiri yang kemudian dapat dengan cepat dan diproduksi dengan harga murah. Produktivitas juga dapat meningkat melalui berbagai efek Industri 4.0. Dengan menggunakan analitik tingkat lanjut dalam prediktif program pemeliharaan, perusahaan manufaktur dapat menghindari kerusakan mesin di lantai pabrik dan mengurangi waktu henti dengan perkiraan 50% dan meningkatkan produksi sebesar 20%. Dengan banyaknya data yang dikumpulkan dan dibagi dengan mitra di jaringan nilai, bisnis yang perlu jelaskan siapa yang memiliki data industri apa dan yakinlah bahwa data yang mereka hasilkan tidak akan digunakan pesaing atau kolaborator dengan cara yang tidak mereka setuju. Semakin banyak data yang ada dalam berbagai bentuk, semakin kompleks proses yang terlibat untuk memastikan analisis data tersebut [8,9]

Saat ini organisasi dapat juga menyertakan data terstruktur dengan tidak terstruktur dari suatu kumpulan data yang besar. Ini akan membantu usaha/industri untuk memperoleh gambaran lengkap tentang temuan di semua sumber data meskipun ini adalah sumber lain kompleksitas. Solusi yang tidak efektif dapat menimbulkan implikasi biaya. Dengan lingkungan yang cukup rumit diperlukan

keterampilan dalam mengelola data internal yang besar untuk mengatasi tantangan dan industri dan membutuhkan investasi baik dalam pribadi maupun infrastruktur. Selain itu, standar juga penting karena fakta bahwa standar penting untuk memastikan pertukaran data antara mesin, sistem, dan perangkat lunak dalam rantai nilai jaringan. Protokol komunikasi standar internasional, format data dan antarmuka dapat memastikan *interoperabilitas* di berbagai sektor dan negara, mendorong masyarakat luas adopsi teknologi Industri 4.0 dan memastikan pasar terbuka di seluruh dunia. Kompetensi, yang diperlukan untuk adaptasi dari sistem produksi, merupakan faktor penentu manufaktur. Organisasi/ usaha harus menyesuaikan operasi secara permanen dengan persyaratan perubahan yang sangat fleksibel.

Ucapan Terima Kasih.

Kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh instansi/bagian yang terkait atas terselenggaranya kegiatan PKM ini yaitu LPPM Untar melalui Program 100 PKM serta SMA Yos Sudarso Batam, Juga pihak Marketing Untar.

Daftar Pustaka,

- 1.S. Suárez Fernández-Miranda et al (2017), The challenge of integrating Industry 4.0 in the degree of Mechanical Engineering, *Procedia Manufacturing* 13 (2017) 1229–1236
2. Selim Co, skun et all (2019)Adapting Engineering Education to Industry 4.0 Vision, Turkish German University, Istanbul 34820 MDPI.
3. Gilly Salmon,(2019), May the Fourth Be with You: Creating Education 4.0, *Journal of Learning for Development JLAD*, Vol. 6, No. 2, pp. 95-115, ISSN: 2311-1550

4. Bashir Salah et al, (2019), Integrating the Concept of Industry 4.0 by Teaching Methodology in Industrial Engineering Curriculum, Industrial Engineering Department, College of Engineering, King Saud University, P.O. Box 800,MDPI
5. S.M. Sackey & A. Bester (2016), INDUSTRIAL ENGINEERING CURRICULUM IN INDUSTRY 4.0 IN A SOUTH AFRICAN CONTEXT, South African Journal of Industrial Engineering, Vol 27(4), pp 101-114.
6. Sogeti (2014), The Fourth Industrial Revolution Things to Tighten the Link Between IT and OT, *Production LINE UP* boek en media bv, Groningen VINT
7. Delipiter Lase (2019), Education and Industrial Revolution 4.0 (2019), Research Gate
8. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, National Academy of Science an Engineering, Forschungb Union (2013)
9. Violeta Sima 1et all, (2020), Influences of the Industry 4.0 Revolution on the Human Capital Development and Consumer, 1 Petroleum-Gas University of Ploiesti, Blvd. Bucuresti, no. 39, 100680 Ploiesti, Romania; MDPI

Erwin Siahaan

Prodi Teknik Mesin, Universitas Tarumanagara

erwins@ft.untar.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan industry yang terjadi semakin pesat dengan perubahan dari sumber energi yang dibangkitkan oleh tenaga uap yang diperoleh dari sumber daya alam dengan suatu proses dan dilanjutkan dengan tingkat revolusi industry tentang bagaimana meningkatkan mekanisme lini produksi atau *assembly line*. Sehingga pada fase ini mekanisme dari lokalisasi penyelesaian problem satu tempat menjadi terkoordinasi dengan tepat. Pada era lini produksi diperlukan suatu system otomasi dan digitalisasi yang dapat meningkatkan efisiensi waktu dalam suatu penyelesaian pekerjaan. Dengan penggunaan internet saat ini telah begitu maju memberikan peluang bagi meningkatnya era industrialisasi tingkat 4.0 Hal ini mencakup system siber-fisik internet of things (IoT), komputasi awan dan cognitive computing. Sehingga pada industry era 4.0 mahasiswa/i diharapkan memahami tentang *Design Thinking* yang bertujuan salah satu sebagai *problem solving* bagi masyarakat. Metode yang harus dipersiapkan cara belajar model *Cross-Disiplinary*. Selain pendekatan metode yang dilakukan dapat menggunakan konsep tiga pilar yaitu : Kurikulum , Laboratorium kelompok mahasiswa/i. Pada prinsipnya model pembelajaran dapat dilakukan melalui tiga tahap yaitu : 1). Penemuan ide dan konsep baru, 2) Belajar dari Pengalaman yaitu kesempatan untuk menerapkan konten dalam lingkungan pengalaman dan 3). Belajar dari umpan balik , hasil tindakan yang diambil dan hubungan antara tindakan di percobaan kerja. Untuk pendekatan yang dilakukan dapat dihasilkan bahwa prosentase kekuatan konsep disain 40% dari total beban kurikulum yang berlaku. Produktivitas juga dapat meningkat melalui berbagai efek Industri 4.0. Dengan menggunakan analitik tingkat lanjut dalam prediksi program pemeliharaan, perusahaan manufaktur dapat menghindari kerusakan mesin di lantai pabrik dan mengurangi waktu henti dengan perkiraan 50% dan meningkatkan produksi sebesar 20%.

Kata kunci : Design thinking, Cross-Disiplinary, Assembly line

ABSTRACT

The industrial development that is happening is increasingly rapid with changes in energy sources generated by steam power obtained from natural resources with a process and followed by the level of the industrial revolution on how to improve the production line or assembly line mechanism. So in this phase the mechanism of localization is problem solving, one place to be coordinated appropriately. In the era of the production line, an automation and digitization system is needed that can increase time efficiency in a job completion. With the use of the internet at this time it has been so advanced that it provides opportunities for the increasing era of industrialization level 4.0. This includes cyber-physical systems of internet of things (IoT), cloud computing and cognitive computing. So that in the era of industry 4.0 students are expected to understand about Design Thinking which aims as a problem solving for society. The method that must be prepared is the way of learning the Cross-Disiplinary model. In addition to the method approach used can use the concept of three pillars, namely: Curriculum, Laboratory student groups. In principle, the learning model can be carried out in three stages, namely: 1). Discovery of new ideas and concepts, 2) Learning from Experience, namely the opportunity to apply content in an experiential environment and 3). Learn from feedback, the results of actions taken and the relationships between actions in a work experiment. For the approach taken, it can be concluded that the percentage strength of the design concept is 40% of the total curriculum load that applies. Productivity can also be increased through the various effects of Industry 4.0. By using advanced analytics in the prediction of maintenance programs, manufacturing companies can avoid breaking machines on the factory floor and reduce downtime by an estimated 50% and increase production by 20%.

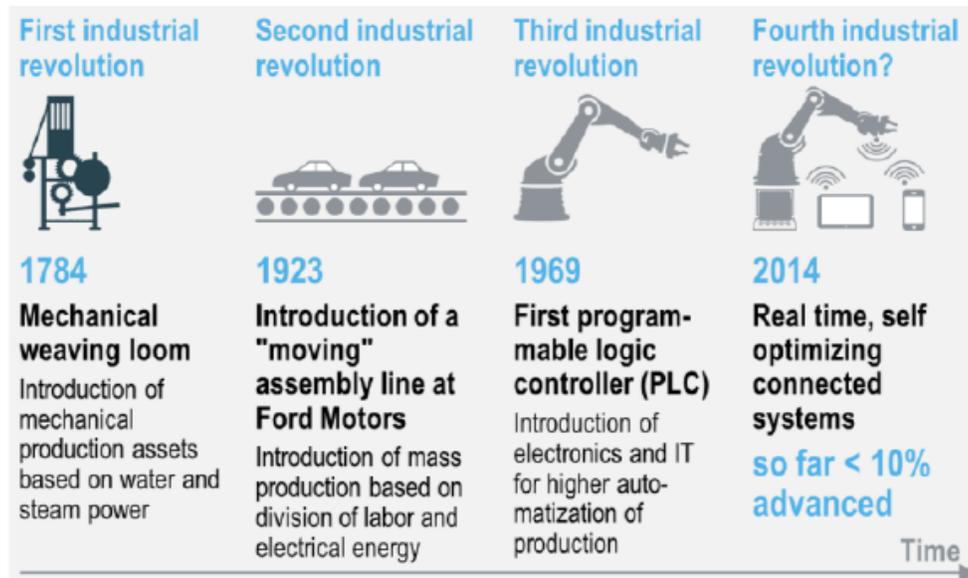
Key words : Design thinking, Cross-Disiplinary, Assembly line

PENDAHULUAN

Analisis Situasi.

Dengan dimulainya Revolusi Industri 4.0 telah terjadi perubahan dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Dimana salah satunya adalah sistem pendidikan. Sebagai suatu proses kehidupan manusia komponen pendidikan akan menjadi salah satu faktor pembentuk utama yang sangat berpengaruh, dan bagaimana menyikapi implikasi tersebut? Hal ini tentu akan terjadi perubahan dan kesetimbangan yang perlu diperlukan untuk mempersiapkan dunia pendidikan lebih memberikan kemampuan pada sumber daya manusia yang akan dihasilkan dari berbagai jenis institusi pendidikan sehingga akan mumpuni untuk siap bersaing dan berkontribusi secara global. Dalam menyikapi kemajuan industri 4.0 maka dibutuhkan pengembangan kurikulum yang sistematis dan terprogram dalam mengelaborasi kemampuan para mahasiswa, siswa dalam otomasi akademik yang *sustainability*, ketrampilan, dan daya juang hidup baik secara individu maupun kelompok dalam koridor berfikir kritis dan sistematis.. Tuntutan kecakapan akan terimplemtasikan pada daya pikir yang global dengan penerapan yang sesuai dengan kondisi setempat. Dengan demikian diperlukan suatu terobosan yang lebih detail dan terarah dalam mengelola kurikulum di perguruan tinggi/ sekolah dengan orientasi yang jelas. Salah satu metode yang diterapkan saat ini adalah dimana faktor fleksibilitas mahasiswa diperluas dengan cara dapat menimba pengetahuan tidak hanya pada program studinya tapi diberikan kebebasan selama 3(tiga) semester untuk berasosiasi dengan system pembelajaran diluar program studi masing-masing. [1]

Industri 4.0, merupakan kebangkitan revolusi industri keempat, mencakup berbagai kemajuan teknologi disegala bidang. Penerapan Teknologi Industri 4.0 – lebih berfokus pada Otomasi / Robotika, *Internet of Things*, Artificial Intelligent (Kecerdasan Buatan), Manufaktur Aditif, dll. – hal ini tentu akan merubah secara total dasar dari revolusi proses manufaktur tradisional. Sehingga dampak yang akan meningkat adalah penggunaan teknologi digital, memberikan suatu batasan yang sangat *shadow*, yang lebih signifikan. [1,2]



Gambar 1: Tahapan pengembangan industri manufaktur [4.0-2]

Daya tarik utama Industri 4.0 terletak pada kemampuannya untuk bertindak sebagai pengubah untuk peningkatan ekonomi, yang akan membuka banyak peluang bagi perusahaan untuk mengubah atau membuat penawaran dan model bisnis yang baru. Industri 4.0 mendukung dukungan pada setiap pemeran usaha untuk menawarkan fleksibilitas yang lebih besar bagi perusahaan untuk memenuhi beragam permintaan dari pelanggan, yang lebih fleksibel dan dapat disesuaikan dengan penawaran produk standar. Misalnya, Nike, merek sepatu olahraga global terkemuka, telah menjalankan program kustomisasi massal selama beberapa tahun. Program ini memungkinkan pelanggan untuk mempersonalisasi dan menyesuaikan alas kaki olahraga mereka untuk memenuhi kinerja dan kebutuhan gaya mereka. Dalam upayanya untuk mendekatkan manufaktur dengan pelanggannya di negara masing-masing, Perusahaan Nike juga berencana membuka pabrik otomatis di beberapa Negara. Teknologi canggih yang mengurangi kebutuhan pekerja/tenaga kerja adalah pendorong utama di balik strategi ini. Sebagai bagian dari inisiatif ini, Nike juga meluncurkan sol sepatu yang diproduksi menggunakan teknologi pencetakan 3D. Teknologi semacam itu juga telah membantu perusahaan dalam mengurangi waktu tunggu untuk pengembangan *prototipe*. Hasilnya, perusahaan dapat mempercepat waktu mereka ke pasar. Misalnya, Dash CAE, pemasok utama produk otomotif, telah mengurangi waktu tunggu hingga 83% untuk produksi suku cadang dan peralatan.[2,3]

Permasalahan

Otomatisasi dan digitalisasi, sebagai proses evolusi jangka panjang, menyebabkan signifikan efek, seperti transformasi pekerjaan dan profil pekerjaan, perubahan bentuk pekerjaan, dan peran yang lebih signifikan untuk ekonomi platform, yang menimbulkan tantangan untuk kebijakan sosial. Ini tinjauan pustaka sistematis bertujuan untuk memberikan gambaran tentang penelitian sampai saat ini terkait pengaruh Revolusi Industri 4.0 pada pengembangan sumber daya manusia dan perilaku konsumen. Pencarian informasi mengenai pada Web of Science mengidentifikasi cukup banyak makalah yang memenuhi kriteria inklusi. Tujuan utama untuk mengidentifikasi: pengaruh Revolusi Industri 4.0 pada modal manusia perkembangan dan perilaku konsumen; peluang dan tantangan utama untuk arah baru dalam pendidikan yang terkait dengan pergeseran lingkungan kerja; dan pendorong modal manusia perkembangan dan perilaku konsumen melalui lensa Revolusi Industri 4.0. Hasil mengungkapkan beberapa aspek kunci untuk pengembangan sumber daya manusia: informasi, pekerjaan baru, dan Internet, teknologi, pelatihan, pendidikan, keterampilan baru, otomatisasi, komunikasi, inovasi, profesional, produktivitas, kecerdasan buatan, digitalisasi, rekrutmen elektronik, dan Internet Hal-hal, serta pendorong utama perilaku konsumen: informasi, e-commerce, digitalisasi, *Internet of Things*, *e-distribution*, teknologi, digitalisasi, otomatisasi, personalisasi, kinerja, kecerdasan buatan, niat berperilaku, belanja elektronik, dan penggalian data.[2,3,4]

Secara strategis, tren adaptasi Industri 4.0 yang semakin meningkat mengakibatkan permintaan yang tinggi untuk sarjana teknik khususnya sarjana teknik mesin yang sangat terampil yang dapat berkontribusi secara efektif pada proses konversi ke Industri 4.0. Oleh karena itu, mengintegrasikan konsep Industri 4.0 ke dalam kurikulum teknik menjadi salah satu yang utama prioritas universitas dan institusi akademik. Program seperti itu mendorong untuk mengjewantahkan bahwa mahasiswa /sarjana perlu memperoleh keterampilan atau kompetensi baru untuk menghadapi masa depan Industri 4.0. Oleh karena itu, beberapa universitas mulai meningkatkan program keteknikannya agar berintegrasi konsep Industri 4.0 dalam kurikulum

teknik mereka untuk membuat lulusan mereka memenuhi syarat keterampilan yang dibutuhkan untuk mengimplementasikan solusi Industri 4.0 [2,3,5]. Implementasi Industri 4.0 didasarkan pada tim multi-disiplin di berbagai teknologi dan teknik di mana para sarjana harus memperdalam dan memperkuat keterampilan mereka

Solusi mitra

Tingkat Teknik Mesin memungkinkan pemasukan tenaga kerja lulusan sebagai ahli dan memiliki ketrampilan dalam industri. Pada saat yang sama, kemampuan pengetahuan tentang teknik mesin harus memungkinkan akses ke spesialisasi tingkat tinggi karena penggabungan selanjutnya ke pasar tenaga kerja. Sarjana Teknik Mesin adalah seorang profesional yang terlatih dalam desain industri, manajemen, konstruksi, perakitan dan pemeliharaan sistem dan instalasi industri di bidang mekanik. Rencana kemampuan dibidang Teknik Mesin bertujuan untuk mencapai tujuan melalui program pelatihan yang menggabungkan antara pelatihan ilmiah dan teknis dasar dengan pelatihan umum di bidang industri, dengan kuat spesialisasi di bidang teknik mesin. Dengan kata lain, hal itu dimaksudkan untuk menjamin pembangunan dari para profesional ini yang merupakan spesialis di bidang mekanik (CIN / 351/2009).[5,6]

Di sisi lain, perusahaan menghadapi tantangan pasar global. Agar semakin kompetitif mereka menggunakan alat-alat seperti itu sebagai *Benchmarking*. Mereka perlu menggunakan teknik *Big Data* ketika mereka harus berurusan dengan volume besar yang berbeda data, memiliki penyimpanan khusus untuk volume dan variasi tersebut, dengan kecepatan pemrosesan yang sangat tinggi, dengan mempertimbangkan file toleransi terhadap kegagalan dan menggunakan kriteria skalabilitas. Analisis berdasarkan kumpulan data besar baru-baru ini muncul di dunia manufaktur. Dalam konteks industri 4.0, file pengumpulan dan evaluasi data yang komprehensif dari berbagai sumber akan menjadi standar untuk mendukung keputusan pembuatan.

Produsen serta pemasok harus bekerja untuk menyesuaikan infrastruktur dan pendidikan saat mereka merangkul teknologi Industri 4.0 [5]. Ini paling baik ditangani melalui upaya gabungan yang melibatkan pemerintah, asosiasi industri, dan bisnis untuk dicapai untuk menyesuaikan kurikulum sekolah, pelatihan dan program universitas untuk meningkatkan keterampilan yang diperlukan dan kemampuan inovasi tenaga kerja.

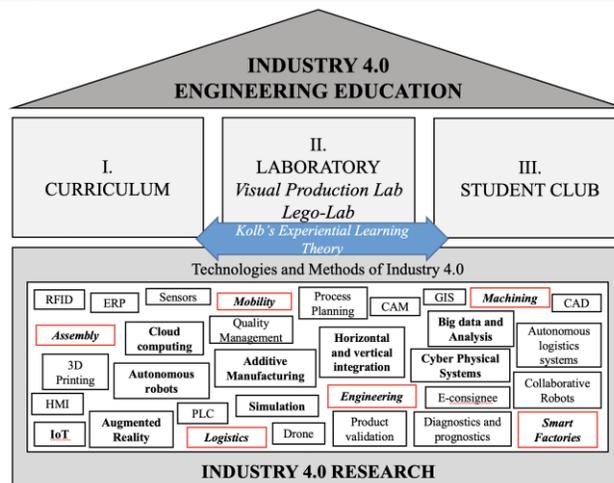
Metode PKM

Melakukan pemberian materi penyuluhan pada masyarakat/ mitra SMA dan masyarakat lainnya melalui Webinar secara online.

Hasil dan Pembahasan

Dalam pembahasan sebagai persyaratan dari kualifikasi baru di era Industri 4.0. akan menyangkut tentang persyaratan baru: Pemikiran interdisipliner, keputusan dan pemecahan masalah, budaya dan kompetensi antar budaya, dan pembelajaran seumur hidup. Sebagian ahli mendefinisikan bahwa tantangan utama sebagai karyawan yang memungkinkan untuk mengimplementasikan sistem fisik *cyber* dengan kriteria sukses. Dalam beberapa penelitian persyaratan bagi Industri Era 4.0 untuk pendidikan teknik dari harus dilihat dari perspektif sistem pendidikan tinggi yang dikelola. Beberapa Negara menekankan peningkatan kebutuhan akan

fleksibilitas (kolaborasi interdisipliner, *soft skill*), kerjasama universitas-industri, dan sistem pembelajaran terbuka seperti *platform* pembelajaran online dan webinar atau bentuk pelatihan dari Universitas. Dalam beberapa pendekatan berikut, bidang subjek yang sangat penting untuk Industri 4.0 menekankan peran penting kecerdasan buatan sebagai *enabler* untuk Industri 4.0. Selain itu juga akan sangat penting akan tantangan digitalisasi dan proses penciptaan nilai di era Industri 4.0. Di beberapa bagian bekerja, pentingnya mata pelajaran MIST (Matematika, IT, Science, dan Teknologi) ditekankan. Selain itu, platform interdisipliner untuk kolaborasi antara komunitas penelitian dan industri diusulkan dan diuraikan dengan contoh-contoh yang berhasil diterapkan. Peningkatan penelitian, pengetahuan dan persyaratan keahlian Industri 4.0 untuk sarjana teknik mesin dan dampaknya terhadap kurikulum dunia industrialisasi. Para ahli menekankan perlunya kompetensi seperti data besar analitik dan antarmuka manusia-mesin baru. Pekerjaan lain yang relevan untuk pengembangan kurikulum Hal ini dapat dilakukan dengan menyajikan metodologi untuk mengevaluasi program studi menurut *Reference Architecture Model Industry 4.0*. [6,7,8]



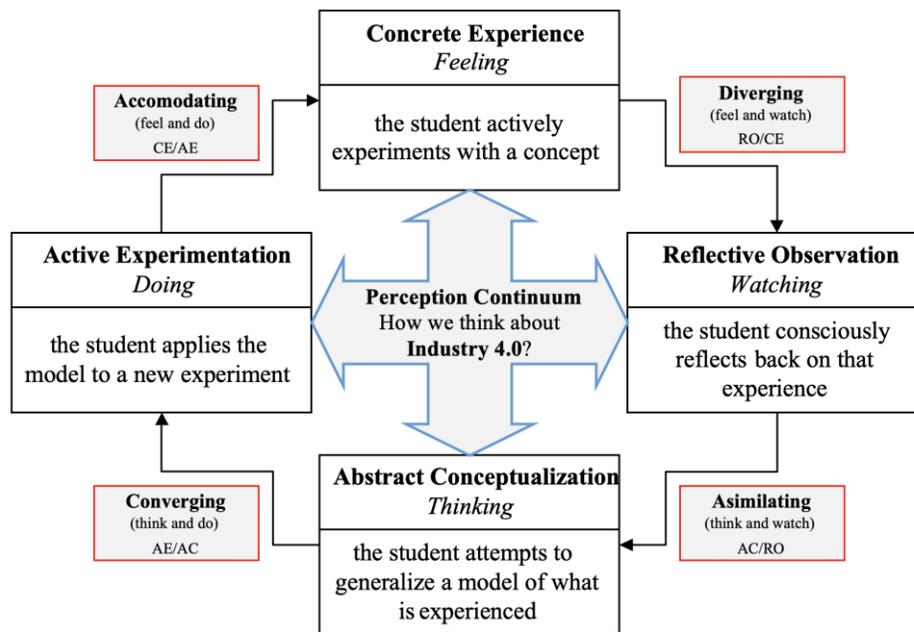
Gambar 2. Kerangka umum pendidikan Teknik Mesin 4.0 [3]

Dengan menerapkan pendekatan era industri 4.0 diharapkan mahasiswa, siswa mulai saat ini dan masa depan akan dituntut, pengalaman belajar yang mencerminkan dan meningkatkan cara hidup yang dapat mengimplementasikan pengetahuannya pada dunia industry Selanjutnya memahami tentang 'web simbiosis'. Simbiosisnya adalah antara kecerdasan buatan dan manusia dan bagaimana mereka berinteraksi dan mendapatkan pengalaman dari masing-masing lain. Mereka menjadi satu tim — belajar dari satu sama lain sebagai *groups of study*. Penggunaan istilah 'kecerdasan' untuk berarti kemampuan untuk mencapai tujuan yang kompleks. Perkembangan inilah (yang dulu didahului oleh dan dibangun di atas Web 1, 2 dan 3) yang membawa Web 4.0 ke dalam hal yang tidak diketahui, dan mengarah ke Kebangkitan Pendidikan 4.0. Teknologi yang mendukung perkembangan lebih lanjut dan aplikasi Internet di urutan ketiga dekade abad ke-21, yang menggerakkan Revolusi Industri Keempat (IR Keempat) Beberapa tahun sebelum ini komputer telah digunakan lebih kompleks dengan lebih cepat. Kepintaran Buatan *Artificial Intelligence* (AI) mewakili aplikasi teknologi yang sekarang menjadi sangat kompeten dalam aspek yang kita miliki.

Sebagian besar dari prediksi yang ditemukan terkait dengan Industri 4.0 meskipun ada perubahan demografi, harapan hidup dan ekonomi pensiun juga memiliki pengaruh yang kuat pengembangan pribadi, sosial dan profesional. Implikasi bagi pendidikan mungkin melibatkan

cukup dramatis variasi dalam permintaan akan pengetahuan dan keterampilan serta memperluas kemungkinan untuk mengajar dan belajar Bayi yang lahir hari ini tidak hanya tidak akan pernah tahu dunia tanpa internet, tapi satu dari tiga mungkin hidup hingga lebih dari 100, beberapa hingga 120 atau lebih [6,8,9]. Jadi, ada juga alasan yang sangat kuat untuk kecintaan seumur hidup yang berkelanjutan untuk belajar dan transformasi pribadi.

Dan, untuk pendidikan, kemungkinan miliaran orang terhubung dengan perangkat seluler, dengan kekuatan yang tidak dapat diprediksi sebelumnya, penyimpanan, dan akses ke pengetahuan, tentu hal ini merupakan domain penting untuk meningkatkan dan pembelajaran pengetahuan. Ditambahkan juga tentang mesin visioning dan wajah pengakuan; pada tahun 2022 akan ada empat miliar kamera yang tertanam di dunia [6,7]. Dan Prospek ini akan berlipat ganda dengan terobosan teknologi yang muncul di bidang-bidang seperti robotika, *Internet of Things*, kendaraan otonom, pencetakan 3-D, nanoteknologi, bioteknologi, material sains, penyimpanan energi, dan komputasi kuantum dan banyak lagi [7]. Dan jangan 'Data yang besar' lebih dari sebelumnya - volume, variasi, kecepatan, dan variabilitas (4,6,8). Data akan menjadi semakin penting [9]—saat ini di Pendidikan Tinggi, penerapan masih dalam tahap awal. Terobosan melampaui dunia kita ke dalam sisa alam semesta. Baru-baru ini para astronom menggunakan teknologi mereka untuk menciptakan “Event Horizon Teleskop ” untuk menangkap gambar pertama lubang hitam di galaksi M87 dari jarak 53 juta tahun cahaya Bumi.



Gambar 3. Model system belajar Kolb dan teori eksperiensial [6]

Kesimpulan

Kepintaran Buatan kemampuan yang dimiliki oleh seorang sarjana teknik mesin akan mendukung peningkatan kualitas dalam bidang produksi di dunia industri. Otomasi proses produksi, transmisi data tentang produk saat melewati rantai manufaktur dan penggunaan sarana robot yang dapat diubah kustomisasi. Hal ini akan memungkinkan produksi akan lebih banyak serta presisi karena kemampuan untuk menjangkau mesin dengan cepat untuk beradaptasi spesifikasi yang disediakan pelanggan dan manufaktur aditif. Suatu variasi produk yang berbeda dapat diproduksi di fasilitas produksi yang sama. Selain itu, pelanggan juga bisa lebih banyak yang terlibat dalam proses desain, bahkan memasok desain modifikasi itu sendiri yang kemudian dapat dengan cepat dan diproduksi dengan harga murah. Produktivitas juga dapat meningkat melalui berbagai efek Industri 4.0. Dengan menggunakan analitik tingkat lanjut dalam prediktif program pemeliharaan, perusahaan manufaktur dapat menghindari kerusakan mesin di lantai pabrik dan mengurangi waktu henti dengan perkiraan 50% dan meningkatkan produksi sebesar 20%. Dengan banyaknya data yang dikumpulkan dan dibagi dengan mitra di jaringan nilai, bisnis yang perlu jelaskan siapa yang memiliki data industri apa dan yakinlah bahwa data yang mereka hasilkan tidak akan digunakan pesaing atau kolaborator dengan cara yang tidak mereka setujui. Semakin banyak data yang ada dalam berbagai bentuk, semakin kompleks proses yang terlibat untuk memastikan analisis data tersebut [8,9]

Saat ini organisasi dapat juga menyertakan data terstruktur dengan tidak terstruktur dari suatu kumpulan data yang besar. Ini akan membantu usaha/industri untuk memperoleh gambaran lengkap tentang temuan di semua sumber data meskipun ini adalah sumber lain kompleksitas. Solusi yang tidak efektif dapat menimbulkan implikasi biaya. Dengan lingkungan yang cukup rumit diperlukan

keterampilan dalam mengelola data internal yang besar untuk mengatasi tantangan dan industri dan membutuhkan investasi baik dalam pribadi maupun infrastruktur. Selain itu, standar juga penting karena fakta bahwa standar penting untuk memastikan pertukaran data antara mesin, sistem, dan perangkat lunak dalam rantai nilai jaringan. Protokol komunikasi standar internasional, format data dan antarmuka dapat memastikan *interoperabilitas* di berbagai sektor dan negara, mendorong masyarakat luas adopsi teknologi Industri 4.0 dan memastikan pasar terbuka di seluruh dunia. Kompetensi, yang diperlukan untuk adaptasi dari sistem produksi, merupakan faktor penentu manufaktur. Organisasi/ usaha harus menyesuaikan operasi secara permanen dengan persyaratan perubahan yang sangat fleksibel.

Ucapan Terima Kasih.

Kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh instansi/bagian yang terkait atas terselenggaranya kegiatan PKM ini yaitu LPPM Untar melalui Program 100 PKM serta SMA Yos Sudarso Batam, Juga pihak Marketing Untar.

Daftar Pustaka,

- 1.S. Suárez Fernández-Miranda et al (2017), The challenge of integrating Industry 4.0 in the degree of Mechanical Engineering, *Procedia Manufacturing* 13 (2017) 1229–1236
2. Selim Co, skun et all (2019)Adapting Engineering Education to Industry 4.0 Vision, Turkish German University, Istanbul 34820 MDPI.
3. Gilly Salmon,(2019), May the Fourth Be with You: Creating Education 4.0, *Journal of Learning for Development JLAD*, Vol. 6, No. 2, pp. 95-115, ISSN: 2311-1550

4. Bashir Salah et al, (2019), Integrating the Concept of Industry 4.0 by Teaching Methodology in Industrial Engineering Curriculum, Industrial Engineering Department, College of Engineering, King Saud University, P.O. Box 800,MDPI
5. S.M. Sackey & A. Bester (2016), INDUSTRIAL ENGINEERING CURRICULUM IN INDUSTRY 4.0 IN A SOUTH AFRICAN CONTEXT, South African Journal of Industrial Engineering, Vol 27(4), pp 101-114.
6. Sogeti (2014), The Fourth Industrial Revolution Things to Tighten the Link Between IT and OT, *Production LINE UP* boek en media bv, Groningen VINT
7. Delipiter Lase (2019), Education and Industrial Revolution 4.0 (2019), Research Gate
8. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, National Academy of Science an Engineering, Forschungb Union (2013)
9. Violeta Sima 1et all, (2020), Influences of the Industry 4.0 Revolution on the Human Capital Development and Consumer, 1 Petroleum-Gas University of Ploiesti, Blvd. Bucuresti, no. 39, 100680 Ploiesti, Romania; MDPI