

PELUANG DAN TANTANGAN PENDIDIKAN VOKASIONAL MENGHADAPI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0

Daniel Jesayanto Jaya¹⁾, Enik Ernawati²⁾, M. Bruri Triyono³⁾, Putu Sudira⁴⁾, dan Nuryadin Eko Raharjo⁵⁾

¹⁾Mahasiswa Doktoral Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Negeri Yogyakarta
Jl. Colombo 1, Sleman, DIY, 55282

²⁾Alumni Magister Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Negeri Yogyakarta
Jl. Colombo 1, Sleman, DIY, 55282

³⁾Profesor Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Negeri Yogyakarta
Jl. Colombo 1, Sleman, DIY, 55282

⁴⁾Profesor Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Negeri Yogyakarta
Jl. Colombo 1, Sleman, DIY, 55282

⁵⁾Associate Profesor Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Negeri Yogyakarta
Jl. Colombo 1, Sleman, DIY, 55282

e-mail: danieljesayanto.2023@student.uny.ac.id¹⁾, enikernawati.2019@student.uny.ac.id²⁾, bruritriyono@uny.ac.id³⁾, putupanji@uny.ac.id⁴⁾, nuryadin_er@uny.ac.id⁵⁾

ABSTRAK

Era Revolusi Industri 4.0 merupakan globalisasi dimana sistem manufaktur virtual dan fisik secara global saling berintegrasi dengan cara yang fleksibel yang memungkinkan kostumisasi produk dan penciptaan model operasi baru, dengan adanya cyber physical systems dan Internet of Things yang merupakan sistem cerdas dan komunikatif termasuk komunikasi mesin-ke-mesin dan interaksi manusia-mesin. Dengan berbagai kemudahan teknologi yang ditawarkan saat ini, disadari atau tidak akan berdampak pada berbagai sektor kehidupan, terutama dalam era disrupsi. Sektor pendidikan pun terkena imbas dari era Revolusi Industri 4.0 khususnya pendidikan vokasional. Tak dapat dipungkiri, pendidikan merupakan investasi penting bagi manusia dan aset berharga bagi kemajuan negara. Peluang pendidikan vokasional dalam era Revolusi Industri 4.0 utamanya adalah kesempatan bagi semua pihak untuk mencetak generasi unggul yang mampu menghadapi segala perubahan yang terjadi di masa mendatang. Tantangan pendidikan vokasional menghadapi era Revolusi Industri meliputi perubahan dari cara belajar, pola pikir, serta pola bertindak para peserta didik dalam mengembangkan inovasi kreatif berbagai bidang, kemampuan berpikir orde tinggi (High order thinking skills / HOTS), soft skills dan adanya tuntutan kualifikasi dan skill yang diperlukan pada era Revolusi Industri 4.0 yaitu knowledge about ICT, kemampuan bekerja dengan data, technical know-how, dan personal skills.

Kata Kunci: Revolusi Industri 4.0, Peluang dan Tantangan, Pendidikan Vokasional.

ABSTRACT

The Industrial Revolution 4.0 era represents globalization, where virtual and physical manufacturing systems are globally integrated in a flexible manner, enabling product customization and the creation of new operational models through cyber-physical systems and the Internet of Things. These intelligent and communicative systems facilitate machine-to-machine communication and human-machine interaction. The rapid technological advancements of today inevitably impact various sectors, particularly in this era of disruption, including vocational education. Undoubtedly, education is a crucial investment for individuals and a valuable asset for national progress. The main opportunity for vocational education in the Industrial Revolution 4.0 era lies in its potential to produce a highly skilled generation capable of adapting to future changes. However, challenges remain, including shifts in learning methods, mindsets, and behavioral patterns of students in fostering creative innovations across various fields, developing higher-order thinking skills (HOTS), enhancing soft skills, and meeting the required qualifications and competencies, such as ICT knowledge, data literacy, technical know-how, and personal skills.

Keywords: Industrial Revolution 4.0, Opportunities and Challenges, Vocational Education.

I. PENDAHULUAN

Menurut World Economic Forum saat ini dunia telah memasuki era Revolusi Industri 4.0 [1]. Mulanya Revolusi Industri dimulai dengan Revolusi Industri 1.0 pada akhir abad 18 ditandai dengan penemuan mesin tenaga uap, mekanisasi dan tenaga air; selanjutnya adanya Revolusi Industri 2.0 pada awal abad 20 dengan adanya produksi massal, *assembly line* dan penggunaan listrik. Revolusi Industri berikutnya adalah

Revolusi Industri 3.0 pada 1970-an ditandai dengan komputer dan otomatisasi dan kini Revolusi Industri 4.0 adanya *cyber physical systems* dan *Internet of Things* (IoT) sebagai roda pergerakan dan konektivitas manusia dan mesin [2].

Lebih lanjut Popkova dkk menjelaskan dalam bukunya yang berjudul “*Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century*” bahwa *Industry 4.0* adalah bidang industri baru, yang muncul sebagai akibat dari kemunculan dan distribusi teknologi baru - teknologi digital dan teknologi Internet - yang memungkinkan pengembangan proses produksi yang sepenuhnya terotomatisasi, di mana hanya objek fisik yang berinteraksi tanpa partisipasi manusia yang ambil bagian. *Industry 4.0* menciptakan produk industri tradisional dan produk industri baru, yang tidak dapat diproduksi di bidang ekonomi sektor riil lainnya [3]. Selain itu, megatren pada era Revolusi Industri 4.0 meliputi *autonomous vehicles*, *3D printing*, *advanced robotics*, *new materials*, *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence*, *Biotechnology*, *Cyber Physical systems* (CPS) [2].

Era Revolusi Industri 4.0 memiliki dampak pada cara manusia berpikir, hidup, dan berhubungan satu sama lain. Era ini akan mendisrupsi berbagai aktivitas manusia dalam setidaknya 5 sektor kehidupan, tidak hanya sektor teknologi, namun juga sektor ekonomi, pendidikan, bisnis, hubungan nasional-global, serta sosial [4-10].

Perkembangan teknologi pada era Revolusi Industri 4.0 yang begitu pesat memang tidak dapat dipungkiri ditambah dengan berbagai macam kemudahan yang ditawarkan. Namun pada sisi lain, Revolusi Industri 4.0 akan berpotensi menimbulkan dampak negatif, seperti ancaman pengangguran akibat otomatisasi, *e-commerce* semakin berjaya dan berkurangnya toko perbelanjaan (fisik) / sistem ekonomi baru tercipta, industrialisasi yang menyebabkan masalah baru seperti kerusakan alam dan pencemaran lingkungan, maraknya berita hoaks yang disalahgunakan oleh pihak tertentu, perubahan sistem pembelajaran, dsb [1][4][7][9-11].

Oleh karena itu, kunci dalam menghadapi Revolusi Industri 4.0 adalah selain menyiapkan dan memanfaatkan kemajuan teknologi, di sisi lain perlu dilakukan pengembangan sumberdaya manusia dari aspek pendidikan vokasional agar dampak negatif dari perkembangan teknologi dapat ditekan. Dalam Revolusi Industri 4.0 kebutuhan untuk kualifikasi dan keterampilan karyawan akan lebih tinggi daripada saat ini, karena perusahaan akan menggunakan teknologi baru dan smart-media [12]. Dengan demikian investasi Pendidikan dan Pelatihan Teknikal dan Vokasional (PPTV) atau *Technical and Vocational Education and Training* (TVET) adalah investasi masa depan yang mahal dan strategis [13].

Penelitian ini akan memaparkan peluang dan tantangan pendidikan vokasional dalam menghadapi era Revolusi Industri 4.0 serta strategi untuk mengoptimalkan pendidikan vokasional. Tujuan dari pemaparan makalah ini adalah mendeskripsikan hubungan antara pendidikan vokasi dalam menghadapi Revolusi Industri 4.0 serta peluang untuk optimalisasi pendidikan vokasional pada era Revolusi Industri 4.0.

II. PEMBAHASAN

A. Revolusi Industri 4.0 dan Era Disrupsi

Perkembangan Revolusi Industri dimulai dengan Revolusi Industri pertama dimulai dengan penemuan mesin uap pada tahun 1780an dengan adanya penggunaan tenaga uap di industri dan inisiasi mekanisasi dihasilkan dengan transisi dari tenaga manusia ke kekuatan mesin, dan akibatnya biaya produksi menurun, dan produk yang terstandarisasi dan berkualitas dijual ke khalayak yang lebih luas sebagai hasil mekanisasi yang tak terhindarkan [8]. Menjelang akhir abad ke-19 hingga awal abad ke-20, terjadi revolusi industri kedua atau Revolusi Industri 2.0 yang didasarkan pada produksi baja berkualitas tinggi, distribusi jalur kereta api, listrik, dan bahan kimia [3].

Selanjutnya Revolusi Industri 3.0 dimulai pada tahun 1960-an, biasa disebut dengan revolusi komputer atau digital karena ia dikatalisis oleh pengembangan semikonduktor, komputasi mainframe (1960-an), komputasi pribadi (1970-an dan 80-an) dan internet (1990-an). Dan saat ini memasuki era Revolusi Industri keempat atau Revolusi Industri 4.0 ditandai dengan kemampuan sensor, keterhubungan (*interconnectivity*) dan analisis data yang memungkinkan kustomisasi massal, integrasi rantai pasokan dan efisiensi lebih tinggi berbasis *cyber-physical* dan *Internet of Things* (IoT) [2].

Revolusi Industri 4.0 berfokus pada pembentukan sistem cerdas dan komunikatif termasuk komunikasi mesin-ke-mesin dan interaksi manusia-mesin [14]. Revolusi Industri 4.0 meliputi 3 hal utama yaitu *mechanization*, *electricity* dan *information technology* (IT). Visi Revolusi Industri 4.0 di masa depan dimana bisnis industri akan dibangun dengan jaringan global untuk menghubungkan mesin, pabrik, dan fasilitas pergudangan sebagai sistem fisik *cyber* cerdas yang akan menghubungkan atau mengendalikan satu sama lain dengan berbagi informasi yang memicu tindakan [15].

Pengembangan Revolusi Industri 4.0 meliputi *Cyber physical systems*, *Artificial Intelligence*, *Smart-Robots*, *Big Data Extreme automation and connectivity* [7]. Selain itu, menurut UBS dalam World Economic Forum tahun

2016, industri tradisional akan terganggu oleh kemajuan teknologi seperti ICT, AI, robot, *Internet of Thing* (IoT), data besar dan pencetakan digital, dan tidak akan ada batas antara perdagangan *online* dan *offline* [16]. Revolusi industri keempat menciptakan dunia di mana sistem manufaktur virtual dan fisik secara global saling bekerja sama dengan cara yang fleksibel. Ini memungkinkan kustomisasi mutlak produk dan penciptaan model operasi baru [2]. Inovasi teknologi utama adalah integrasi teknologi informasi dan komunikasi ke dalam pabrik yang bertukar data proses dan perintah mereka. Interaksi antara proses fisik dan virtual memunculkan sistem *cyber-physical* (CPS) [17].

Dengan adanya era Revolusi Industri 4.0 ini, memunculkan dampak disrupsi di berbagai bidang kehidupan manusia. Awalnya disruptif terjadi dalam sektor ekonomi khususnya sektor bisnis. Seorang profesor Bisnis di Harvard menyebutnya sebagai *Disruption Innovative* dalam *The Innovator's Dilemma* [18]. Disruptif sendiri merupakan kondisi ketika sebuah bisnis dituntut untuk terus berinovasi mengikuti perkembangan, sehingga bisnis tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan sekarang, namun dapat mengantisipasi kebutuhan di masa mendatang [9]. Disrupsi tidak hanya mengubah bisnis, tapi fundamental bisnisnya [19].

Meski demikian, era Revolusi Industri 4.0 akan mendisrupsi berbagai aktivitas manusia dalam setidaknya 5 sektor kehidupan, tidak hanya sektor teknologi, namun juga sektor ekonomi, pendidikan, politik, kesehatan, bisnis, hubungan nasional-global, serta sosial [1][4][6][9-11]. Salah satu contoh pada sektor ekonomi adanya Uber melambangkan kekuatan gangguan dari platform teknologi ini. Bisnis platform ini berkembang biak dengan cepat untuk menawarkan layanan baru mulai dari binatu hingga belanja, dari pekerjaan ke parkir, dari tinggal di rumah hingga berbagi perjalanan jarak jauh [2]. Industri kreatif lain yang bercirikan Revolusi Industri 4.0 yaitu Grab, Gojek, Traveloka, Alibaba, Amazon, Ebay, Tokopedia, dsb [20].

Selanjutnya pada sektor sosial, dengan adanya kemudahan akses internet dan teknologi saat ini memberikan kelaluaasaan bagi setiap individu untuk berinteraksi dengan individu lain tanpa terbatas oleh jarak melalui aplikasi sosial media seperti WhatsApp, Instagram, dan Facebook. Sosial media dapat menginformasikan orang dan memperkuat pembelajaran; atau dapat digunakan untuk memanipulasi keputusan individu, dan dengan demikian masyarakat yang demokratis. Kita, sebagai masyarakat dan individu perlu menyadari bahwa kita memasuki fase baru umat manusia yang secara fundamental akan mengubah hubungan kita dengan konstruksi sosial dan masyarakat yang kita tinggali [10].

Hal yang sama terjadi pada sektor pendidikan, dimana penggunaan *e-Learning Technologies* terkini hadir dalam proses belajar mengajar yang memudahkan siswa dalam belajar secara daring [14]. Perubahan pada bidang pendidikan yang didorong oleh inovasi dalam sains dan teknologi telah terjadi secara pesat. Negara-negara maju, yang selama ini menjadi pusat perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, menghadapi perubahan yang melaju deras tak tertahankan dan tidak gampang diatasi dengan instrumen yang ada hari ini [10][21].

Transisi digital dalam era disrupsi mengubah kebutuhan tuntutan kemampuan dan keterampilan tenaga kerja yang lebih kreatif. Menurut *New Skills Agenda for Europe* menyebutkan “Bekerja di industri di semua tingkatan mulai dari operator hingga insinyur dan staf administrasi akan semakin terdiri dari merancang, memelihara, dan mengawasi mesin cerdas yang membantu dalam pelaksanaan tugas. Ini akan membutuhkan keahlian yang berbeda. Pekerjaan di masa depan akan membutuhkan campuran keterampilan dasar, lunak dan teknis yang tepat, terutama keterampilan digital dan khusus bisnis yang belum ditangani sepenuhnya oleh sistem pendidikan dan pelatihan. Industri memiliki peran aktif untuk bermain dalam definisi dan pelatihan keahlian dan kompetensi utama [22].

Sementara transformasi digital produksi industri memiliki konsekuensi yang luas untuk persyaratan kompetensi pekerja yang terampil atau kompeten [23]. Perubahan disruptif ini akan mampu menjungkir-balikkan sistem yang berlaku hingga akhirnya terjadi perubahan mendasar dalam keseluruhan sistem pendidikan saat ini [24].

B. Peran Pendidikan Vokasional

Amanah Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 pasal 3 menyebutkan fungsi pendidikan nasional untuk mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa. Lebih lanjut tujuan pendidikan agar berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab [25]. Menurut

Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional Nomor 20 Tahun 2003 pasal 15 disebutkan bahwa pendidikan vokasional merupakan pendidikan tinggi yang mempersiapkan peserta didik untuk memiliki pekerjaan dengan keahlian terapan tertentu maksimal setara dengan program sarjana [25]. Pendidikan kejuruan merupakan pendidikan menengah yang mempersiapkan peserta didik terutama untuk bekerja dalam bidang tertentu [25].

Vocational education might be defined as specialized education that prepares the learner for entrance into a particular occupation or family occupation or to upgrade employed workers [26]. Pendidikan vokasional mencakup semua jenis dan bentuk pengalaman belajar yang membantu peserta didik meniti tahap-tahap perkembangan vokasionalnya, mulai identifikasi, eksplorasi, orientasi, persiapan, pemilihan dan pematapan karier di dunia kerja [27]. Menurut Rupert Evans merumuskan bahwa pendidikan kejuruan bertujuan untuk: (a) memenuhi kebutuhan masyarakat akan tenaga kerja; (b) meningkatkan pilihan pendidikan bagi setiap individu; dan (c) mendorong motivasi untuk belajar terus [28].

Karakteristik pendidikan kejuruan menurut Wardiman meliputi (1) pendidikan kejuruan diarahkan untuk mempersiapkan peserta didik memasuki lapangan kerja, (2) Pendidikan kejuruan didasarkan atas "*demand-driven*" (kebutuhan dunia kerja), (3) Fokus isi pendidikan kejuruan ditekankan pada penguasaan pengetahuan, keterampilan, sikap dan nilai-nilai yang dibutuhkan oleh dunia kerja, (4) Penilaian yang sesungguhnya terhadap kesuksesan siswa harus pada "*hands-on*" atau performa dalam dunia kerja, (5) Hubungan yang erat dengan dunia kerja merupakan kunci sukses pendidikan kejuruan, (6) Pendidikan kejuruan yang baik adalah responsif dan antisipatif terhadap kemajuan teknologi, (7) Pendidikan kejuruan lebih ditekankan pada "*learning by doing*" dan "*hands-on experience*", (8) Pendidikan kejuruan memerlukan fasilitas yang mutakhir untuk praktik, (9) Pendidikan kejuruan memerlukan biaya investasi dan operasional yang lebih besar daripada pendidikan umum [29].

Charles Prosser menjelaskan beberapa prinsip-prinsip pendidikan kejuruan ydalam menghadapi berbagai perubahan zaman meliputi: 1) Pendidikan kejuruan akan efisien jika lingkungan dimana siswa dilatih merupakan replika lingkungan dimana nanti ia akan bekerja, 2) Pendidikan kejuruan akan efektif jika dia dapat memampukan setiap individu memodali minatnya, pengetahuannya dan keterampilannya pada tingkat yang paling tinggi, 3) Pendidikan kejuruan akan efektif jika pengalaman latihan untuk membentuk kebiasaan kerja dan kebiasaan berfikir yang benar diulangkan sehingga pas seperti yang diperlukan dalam pekerjaan nantinya, 4) Pendidikan kejuruan harus memperhatikan permintaan pasar (memperhatikan tanda-tanda pasar kerja), 5) Setiap okupasi mempunyai ciri-ciri isi (*body of content*) yang berbeda-beda satu dengan yang lainnya, 6) Pendidikan kejuruan akan efisien jika metode pengajaran yang digunakan dan hubungan pribadi dengan peserta didik mempertimbangkan sifat-sifat peserta didik tersebut [30].

Sementara dalam realitanya, seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi di tempat kerja harus diakomodir dengan menyiapkan bahan ajar yang sesuai dengan target yang tepat, dan menentukan strategi pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk memperoleh pengalaman belajar yang lengkap. Salah satu strategi pembelajaran yang digunakan saat ini adalah desain pembelajaran *e-learning*. Penggunaan pembelajaran *e-learning* yang sesuai dengan bahan ajar kejuruan akan memudahkan pengelolaan *e-learning* itu sendiri sehingga peran guru sebagai fasilitator dapat lebih fokus untuk mengembangkan pembelajaran inovatif sesuai dengan tujuan pembelajaran [31].

Selanjutnya, Pendidikan Vokasional merupakan jenjang pendidikan yang selalu dinamis dalam melakukan perubahan kurikulum pendidikan sesuai dengan pertumbuhan pasar kerja dan beradaptasi dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Hal ini berarti pendidikan vokasional akan selalu mengalami pergeseran paradigma [32]. Selain itu Greinert menjelaskan bahwa sistem pendidikan vokasional harus merespons perubahan dalam dunia kerja dan percepatan perubahan ini. Sistem pendidikan vokasional kontemporer harus mengadopsi pendekatan modern didaktik kejuruan yang dapat digunakan di semua tempat pembelajaran dan sektor ekonomi. Secara internasional, sistem pendidikan vokasional didasarkan pada tiga tradisi: (i) pengembangan keterampilan dengan fokus pada penggunaan fungsional dalam dunia kerja; (ii) pendidikan teknis, yang kebanyakan bersifat teoretis dan tidak terlalu praktis; dan (iii) kombinasi dari kedua pendekatan [33].

Menurut Pavlova dengan pertimbangan bahwa aktivitas ekonomi sangat ditentukan adanya perubahan teknologi yang cepat pada masa mendatang, maka orientasi pendidikan vokasional diarahkan menjadi pendidikan bekerja (*work education*) atau pendidikan teknologi (*technology education*) [34]. Dengan demikian Pendidikan vokasional harus terus merangkul perubahan, adaptasi, transformasi, dan pengembangan sesuai dengan topik yang relevan dan mempersiapkan kebutuhan di masa mendatang [10][35].

C. Peluang Pendidikan Vokasional Menghadapi Revolusi Industri 4.0

Era Revolusi Industri 4.0 menunjukkan perubahan proses manufaktur harus dilakukan secara bertahap dan bukan secara tiba-tiba. Selama perubahan bertahap ini, berbagai profesi pekerjaan akan hilang dan akan muncul banyak pekerjaan baru yang membutuhkan pengetahuan dan teknologi tinggi [6][8].

Industri 4.0 dan digitalisasi industri yang mendasarinya dapat menawarkan peluang untuk keberlanjutan, seperti efisiensi sumber daya atau pembangunan ekonomi secara keseluruhan. teknologi digital yang sama yang bertanggung jawab atas kesenjangan keterampilan digitalisasi dapat berkontribusi untuk menjembatani kesenjangan antara ketrampilan di semua industri yang ada sebelumnya dengan yang akan ada [36].

Industri 4.0 diperkirakan akan mengurangi lebih jauh permintaan akan pekerja berketerampilan rendah, sementara berbagai pekerjaan yang meningkat dengan keterampilan tingkat menengah diharapkan lebih meningkat [37]. Sehingga akan ada kebutuhan untuk pekerja berpendidikan dan terampil di bidang komputasi, algoritma belajar mandiri dan analisis data [6].

Revolusi Industri 4.0 akan menghasilkan penciptaan yang baru, dan mengubah kurikulum dan disiplin ilmu yang ada dalam pendidikan tersier lebih mengedepankan kemampuan berpikir tingkat tinggi [6][13]. Industri 4.0 memfasilitasi pembelajaran dengan pengalaman yang baru melalui teknologi yang mutakhir sehingga pembelajaran akan lebih luas, komprehensif, dan inovatif [2][10][14][15].

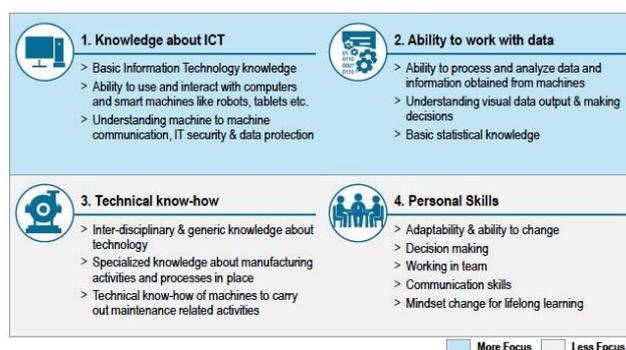
Banyak konsultan dan laporan kebijakan yang membahas IR ke-4 menunjukkan bahwa dalam dunia yang semakin kompleks dan saling terkait, ditandai oleh perkembangan pesat teknologi dan sains, menjadi jelas bahwa pendidikan dan pelatihan harus mempersiapkan kita untuk konteks ini. Ini adalah konteks di mana kreativitas, inovasi, reflektivitas, kewirausahaan, fleksibilitas, dan kemampuan beradaptasi dianggap sangat penting, seperti juga serangkaian *soft skill* [38].

Gambar 1 di atas menjelaskan bahwa kualifikasi *skill* yang diperlukan sebagai kesempatan untuk mengarungi era Revolusi Industri 4.0. Pendidikan Vokasional memiliki peluang yang sangat besar dalam mempersiapkan peserta didik yang mampu menciptakan industri kreatif, keterampilan ICT, menguasai *soft skills*, kemampuan berpikir tinggi dan kompleks.

D. Tantangan Pendidikan Vokasional Menghadapi Revolusi Industri 4.0

Dampak dari revolusi industri keempat yang signifikan adalah dalam sektor pendidikan tinggi, baik dalam penelitian dan pengajaran, dalam hal pengetahuan apa yang mereka ciptakan, bagaimana mereka melatih orang-orang yang sangat terampil seperti mahasiswa pascasarjana dan kurikulum apa yang mereka sediakan bagi mahasiswa sarjana untuk mempersiapkan mereka untuk transisi pasar tenaga kerja mereka [7].

Sejumlah penelitian menyatakan bahwa pertumbuhan robotisasi akan berdampak besar pada pekerjaan dan akan mengarah pada penggantian pekerjaan manual rutin oleh robot [4][15][39-40]. Sementara pengangguran diperkirakan akan meningkat, di sisi lain, pekerjaan akan meningkat di pekerjaan dan pekerjaan baru yang akan muncul. negara-negara pertama yang dapat mengembangkan dan menggunakan teknologi diharapkan menurun

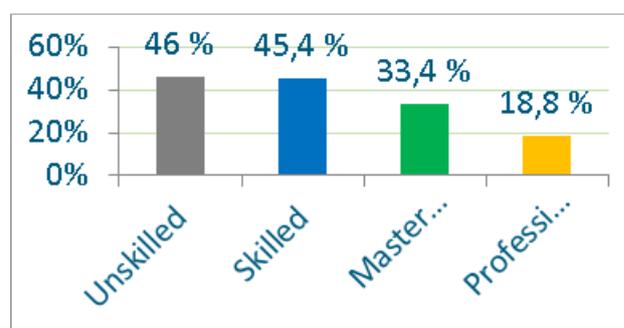


Gambar. 1. Kualifikasi dan *skill* yang diperlukan pada Revolusi Industri 4.0 [13]

daripada peningkatan pengangguran, sedangkan di sisi lain, diperkirakan negara-negara yang tidak dapat mengadopsi diri mereka dengan teknologi dan yang merupakan pendatang baru di bidang ini dapat mengalami masalah pengangguran [8].

Selain itu, tantangan pendidikan vokasional saat ini meliputi: fasilitas & infrastruktur, pembelajaran pendidikan vokasional, kesiapan kompetensi dan jumlah tenaga pendidik keterlibatan dunia industri, manajemen pemimpin [41].

Menurut Dr. Cepi Riyana dalam Kuliah Umum Universitas Negeri Malang menjelaskan bahwa tantangan pendidikan di era revolusi industri 4.0 berupa perubahan dari cara belajar, pola pikir, serta pola bertindak para peserta didik dalam mengembangkan inovasi kreatif berbagai bidang [24]. Selain itu, Wagner menyatakan bahwa sudah saatnya menentukan perubahan kebutuhan pendidikan masa depan dengan “*back-to-basics*” melalui penguatan pada daya adaptabilitas dari “*Old World*” of classrooms in the “*New World*” of work. Untuk memasuki “*New world of work*” pada Abad XXI diperlukan tujuh *survival skill* yaitu: (1) *critical thinking and problem solving*; (2) *collaboration across networks and leading by influence*; (3) *agility and adaptability*; (4) *initiative and entrepreneurialism*; (5) *effective oral and written communication*; (6) *accessing and analyzing information*; dan (7) *curiosity and imagination* [42].



Gambar. 2. Resiko kehilangan lapangan kerja [43].

Menurut Sutarto menjelaskan bahwa isu-isu global pendidikan vokasional mencakup tiga isu utama yang masih terus dihadapi, yaitu (1) nilai ekonomi pendidikan vokasional, (2) status sosial pendidikan vokasional, dan (3) dimensi regional dan internasional pendidikan vokasional. Dalam nilai ekonomi pendidikan vokasi ada tiga faktor yang perlu dibahas yaitu 1) sumber pendanaan dan cara pendanaan; 2) pembiayaan, efisiensi, efektivitas; 3) evaluasi dan asesmen sistem dan program yang terkait [44].

Pendidikan vokasional dalam memasuki abad XXI dihadapkan pada tantangan kebutuhan pengembangan kapasitas dan pemberdayaan sumber daya manusia di dunia kerja. Pendidikan vokasional memiliki peran krusial dalam penyediaan *skill* untuk semua umat manusia termasuk kaum miskin/kurang beruntung dan masyarakat berkebutuhan khusus/dipabel [45]. Perlunya paradigma baru dalam sistem pendidikan vokasional menuju keberhasilan, fleksibilitas, inovasi dan produktivitas, memberikan *skill* yang dibutuhkan, menuju pemenuhan pasar tenaga kerja, pelatihan dan pelatihan kembali pekerja aktif, kaum pengangguran dengan misi memberi peluang kerja untuk semua pada sektor ekonomi baik formal maupun informal.

Lebih lanjut Pannen mengungkapkan dalam menghadapi era Revolusi Industri 4.0 dan era Disrupsi disebutkan bahwa lebih dari 55% organisasi menyatakan bahwa *digital talent gap* semakin sehingga Indonesia perlu meningkatkan kualitas keterampilan tenaga kerja dengan teknologi digital dan semakin menyadari pentingnya kecakapan sosial (*social skills*) dalam bekerja [46]. Sehingga perlunya meningkatkan kualitas dan karakteristik dalam mengembangkan mutu pendidikan vokasional melalui perencanaan kurikulum yang tepat, implementasi yang sesuai dengan kurikulum, serta evaluasi dan asesmen yang jelas dari kurikulum yang akan diterapkan, khususnya tenaga pendidik memegang peran yang cukup penting dalam memfasilitasi siswa memiliki bekal dan kompetensi yang memadai dalam menghadapi era Revolusi Industri 4.0 ini.

E. Upaya Optimalisasi Pendidikan Vokasional dalam menghadapi Revolusi Industri 4.0

Sofyan menjelaskan asas-asas pendidikan Ki Hajar Dewantara bahwa seorang pamong (guru) sebagai pemimpin dalam melaksanakan proses pembelajaran tanpa paksaan melalui asas *ing ngarsa sung tuladha*, di depan

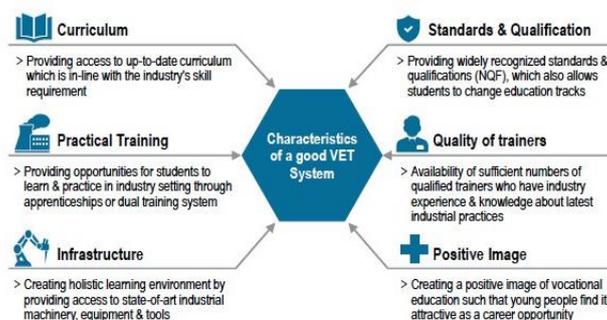
murid-muridnya guru memberikan tauladan, *ing madya mangun karsa*, di tengah murid-muridnya memberikan motivasi kepada peserta didik untuk mau belajar keras menggali ilmu, baik melalui pembahasan tugas-tugas, pekerjaan rumah, studi kasus, dan lainnya, serta *tut wuri handayani*, di belakang memberikan bantuan, dorongan (*empowerment*), bila peserta didik memerlukan selama proses pembelajaran (*student centered active learning*) [47].

Salah satu upaya optimalisasi pendidikan vokasional adalah melalui penggunaan desain instruksional *e-learning*. Desain instruksional yang sesuai dengan *e-learning* vokasional adalah model desain instruksional yang memiliki empat aspek utama, yaitu aspek analisis kebutuhan, seleksi dan urutan kompetensi, pengembangan pembelajaran, dan evaluasi pembelajaran. Lebih lanjut melalui fasilitas sekolah yang baik dan lengkap menghasilkan pembelajaran yang baik yang relevan dengan keahlian mereka [33].

Dalam revolusi industri keempat, pengetahuan yang dihasilkan oleh universitas seharusnya memimpin bidang dan mengubah paradigma industri. Dalam model produksi pengetahuan cetak, produk-produk penelitian dan pembelajaran adalah publikasi tetap - artikel dan buku. Sehingga penting untuk menciptakan lingkungan yang berkelanjutan untuk sistem produksi pengetahuan lintas sektor, sistem ini harus dapat mendorong pemikiran yang terbuka, kreatif dan kritis serta sikap mengambil risiko, tetapi lingkungan ini hanya mungkin terjadi lintas sektor dalam jangka panjang [7].

Skill kunci (key skills) penentu kapabilitas kompetensi kerja seseorang pada Abad XXI ini antara lain: (1) abilitas memecahkan masalah secara kreatif menggunakan pikiran kritis; (2) abilitas membangun relasi dengan orang lain; (3) abilitas bekerja sama; (4) abilitas menggunakan bahasa, simbol-simbol, dan teks secara interaktif dan efektif dalam berkomunikasi baik secara oral maupun tertulis; (5) abilitas mengakses dan menganalisis informasi menjadi pengetahuan baru; (6) abilitas menggunakan teknologi komunikasi dan informasi berbasis internet; (7) abilitas berinovasi; (8) abilitas memimpin, menilai, dan membuat keputusan; (9) abilitas bernegosiasi; (10) abilitas melakukan layanan memuaskan pelanggan; dan (11) abilitas pengembangan diri berkelanjutan [13].

Dalam menghadapi era Revolusi 4.0, tenaga pendidik memegang peran penting untuk menunjang dan mencapai keberhasilan dari tujuan pembelajaran. Yusnaini dan Slamet menjelaskan bahwa dalam menyongsong tantangan era Revolusi Industri 4.0 ada lima kualifikasi dan kompetensi guru yang dibutuhkan yaitu (1) *Educational Competence*, kompetensi mendidik/pembelajaran berbasis *Internet of Things* sebagai *basic skills*; (2) *Competence for Technological Commercialization*, memiliki kompetensi membawa peserta didik untuk mampu berwirausaha berbasis teknologi dan hasil karya inovasi siswa; (3) *Competence in Globalization*, dunia tanpa sekat, tidak gagap terhadap berbagai budaya, kompetensi *hybrid* dan keunggulan memecahkan masalah (*problem solver competence*); (4) *Competence in Future Strategies*, dunia mudah berubah dan berjalan cepat, sehingga punya kompetensi memprediksi dengan tepat apa yang akan terjadi di masa yang akan datang berikut strateginya, dan (5) *Conselor Competence*, mengingat ke depan masalah anak bukan pada kesulitan memahami materi ajar, tetapi lebih terkait masalah psikologis, stress akibat tekanan keadaan yang makin kompleks dan berat, dibutuhkan guru yang mampu berperan sebagai konselor/psikolog [24].



Gambar. 3. Karakteristik Kurikulum Pendidikan Vokasional yang baik [13].

Pannen mengungkapkan adanya kebijakan pendidikan tinggi untuk menghadapi era Revolusi Industri 4.0 meliputi [44]:

- 1) *Paradigma Tri Darma Perguruan Tinggi harus diselaraskan dengan era Revolusi Industri 4.0 terdiri dari KKNI yang sesuai, Integrasi keterampilan baru dalam kurikulum tanpa menambah mata kuliah, pembelajaran inovatif berkesinambungan, pembelajaran daring, kemitraan dengan industri (penerapan konsep link and match secara optimal), model bisnis pendidikan yang baru.*
- 2) *Menumbuhkan 3 literasi baru yaitu, literasi digital, literasi teknologi dan literasi humanis.*
- 3) *Kegiatan ekstrakurikuler untuk pengembangan kepemimpinan dan bekerja dalam tim*
- 4) *Entrepreneurship dan internship wajib diadakan*
- 5) *Konsep Pendidikan sepanjang hayat diikuti reskilling dan upskilling*
- 6) *Internasionalisasi dan konektivitas*

Satu hal penting yang perlu diperhatikan pendidikan vokasional dalam menghadapi tantangan era Revolusi Industri 4.0 adalah Pengembangan Karakter Bangsa dimana ada keterpaduan antara olah pikir, olah rasa/karsa, olah raga dan olah hati. Khususnya bagi bangsa Indonesia, karakter yang perlu dimiliki bangsa Indonesia agar mampu menghadapi segala era adalah religius, nasionalis, cerdas, tangguh, mandiri, jujur, tanggung jawab, integritas, dan peduli.

III. KESIMPULAN

Dalam menghadapi Revolusi Industri 4.0, pendidikan vokasional membuka peluang bagi tenaga pendidik, stakeholder, dan peserta didik untuk mencetak generasi unggul yang mampu menciptakan industri kreatif dengan keterampilan ICT, soft skills, serta kemampuan berpikir tinggi dan kompleks, didukung oleh teknologi pendidikan terkini. Namun, tantangannya terletak pada perubahan cara dan pola berpikir serta bertindak peserta didik dalam mengembangkan high order thinking skills, inovasi kreatif, keterampilan berpikir kritis, dan komunikasi, sementara kualifikasi yang harus dimiliki mencakup knowledge about ICT, kemampuan bekerja dengan data, technical know-how, dan personal skills. Di era digital, peran tenaga pendidik semakin kompleks sebagai agen transfer nilai moral dan karakter yang harus sinergis dengan pemerintah, dunia industri, sekolah, masyarakat, serta stakeholder untuk mencapai tujuan pendidikan vokasional Indonesia yang berlandaskan karakter bangsa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) yang telah mendukung penulis untuk melakukan publikasi artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. London UK: Penguin Books.
- [2] Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Switzerland: World Economy Forum.
- [3] Popkova, E. G., Ragulina, Y. V., & Bogoviz, A. V. (2019). *Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century*. Switzerland: Springer International Publishing.
- [4] Avis, J. (2018). *Socio-Technical Imaginary of The Fourth Industrial Revolution and Its Implications for Vocational Education and Training: A Literature Review*. *Journal of Vocational Education & Training*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/13636820.2018.1498907>
- [5] Bal, H. C., & Erkan, C. (2019). *Industry 4.0 and Competitiveness*. Elsevier: *Procedia Computer Science*, 625–631. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.096>
- [6] Benešová, A., & Tupa, J. (2017). *Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0*. Elsevier: *Procedia Manufacturing*. <https://doi.org/doi: 10.1016/j.promfg.2017.07.366>
- [7] Jung, J. (2019). *The Fourth Industrial Revolution, Knowledge Production and Higher Education in South Korea*. Taylor & Francis: *Journal of Higher Education Policy and Management*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/1360080X.2019.1660047>
- [8] Kurt, R. (2019). *Industry 4.0 in Terms of Industrial Relations and Its Impacts on Labour Life*. Elsevier: *Procedia Computer Science*. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.093>
- [9] Prasetyo, B., & Trisyanti, U. (2018). *Revolusi Industri 4.0 Dan Tantangan Perubahan Sosial*. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 0(5), 22–27. <https://doi.org/10.12962/j23546026.y2018i5.4417>
- [10] Schröder, T. (2019). *A Regional Approach for The Development of TVET Systems in The Light of The 4th Industrial Revolution: The Regional Association of Vocational and Technical Education in Asia*. Taylor & Francis Group: *International Journal of Training Research*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/14480220.2019.1629728>

- [11] Dean, M., & Spoehr, J. (2018). *The fourth industrial revolution and the future of manufacturing work in Australia: challenges and opportunities*. Taylor & Francis: Labour & Industry. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10301763.2018.1502644>
- [12] Harkins, A. M. (2008). *Leapfrog Principles and Practices: Core Components of Education 3.0 and 4.0. Futures Research Quarterly Draft VII*.
- [13] Sudira, P. (2018). *Metodologi Pembelajaran Vokasional Abad XXI: Inovasi, Teori, dan Praksis*. Yogyakarta: UNY Press.
- [14] Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2018). *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*. In *Springer Series in Advanced Manufacturing*. Retrieved from <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-57870-5%0Ahttp://www.springer.com/series/7113>
- [15] Gilchrist, A. (2016). *Industry 4.0: The Industrial Internet of Things*. New York: Springer: Apress Media.
- [16] UBS. (2016). *Extreme automation and connectivity: The global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution*. In *UBS White Paper for the World Economic Forum Annual Meeting 2016*. Davos: World Economic Forum.
- [17] Spöttl, G., Gordl, C., Windelband, L., Grantz, T., & Richter, T. (2016). *Studie Industrie 4.0— Auswirkungen auf die Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie [study industry 4.0 – effects on initial and further vocational education and training in the mechanical and electrical industry]*. Retrieved from https://www.baymevbm.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien%0A/Abteilungen-GS/Bildung/2016/Downloads/baymevbm_Studie_Industrie-4-0.pdf
- [18] Christensen, C. M. (1997). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Boston MA: Harvard Business School Press.
- [19] Khasali, R. (2018). *Strawberry Generation*. Jakarta: Mizan.
- [20] Bruri, M. T. (2017). *Tantangan Revolusi Industri ke 4 (I4.0) bagi Pendidikan Vokasi*. Seminar Nasional Vokasi Dan Teknologi (SEMNASVOKTEK).
- [21] Barber, M., Donnelly, K., & Rizvi, S. (2013). *An Avalanche Is Coming. Higher Education and the Revolution Ahead*. London UK: Institute for Public Policy Research.
- [22] European Commission. (2016). *A new skills agenda for Europe: Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/EN/1-2016-381-EN-F1-1.PDF>
- [23] Federal Ministry of Labour and Social Affairs. (2017). *Work 4.0 (white paper)*. Retrieved from https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/EN/PDF-Publikationen/a883-white-paper.pdf;jsessionid=ECB50387CB90862FAFB4558FDA434860?__blob=publicationFile&v=3
- [24] Yusnaini, & Slamet. (2019). *Era Revolusi Industri 4.0: Tantangan dan Peluang dalam Upaya Meningkatkan Literasi Pendidikan*. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Program Pascasarjana Universitas Pgri Palembang*, 2, 1073–1085. Retrieved from <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/Prosidingpps/article/view/2668>
- [25] Presiden Republik Indonesia. (2003). *Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Sekretaris Negara Republik Indonesia: Jakarta. Retrieved from <https://www.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2012/10/UU20-2003-Sisdiknas.pdf>
- [26] Galloway, J. D., Wenrich, J. W., & Wenrich, R. C. (1988). *Administration of Vocational Education*. Amer Technical Pub.
- [27] Sofyan, H. (2019). *Materi Kuliah Organisasi Manajemen PTK: ORG&MANJ PTK Mg 1-2019 (p. 30)*. p. 30. Yogyakarta: UNY.
- [28] Evans, R. N., & Edwin, L. H. (1978). *Foundation of Vocational Education*. Columbus Ohio: Charles E. Merrill Publishing Company.
- [29] Wardiman. (1998). *Pengembangan Sumber Daya Manusia melalui Sekolah Menengah Kejuruan*. Jakarta: PT Jayakarta Agung Offset.
- [30] Prosser, C. A., & Quigley, T. H. (1968). *Vocational Education in a Democracy*. USA: Longman.
- [31] Bruri, M. T. (2015). *The Indicators of Instructional Design for E- learning in Indonesian Vocational High Schools*. Elsevier: *Procedia Social and Behavioral Sciences*. <https://doi.org/doi: 10.1016/j.sbspro.2015.08.109>
- [32] Sofyan, H., Pardjono, Djatmiko, I., & Sudira, P. (2013). *Paradigma Baru Pendidikan Vokasi*. Yogyakarta: UNY Press.
- [33] Greinert, W. D. (1988). *Marktmodell-Schulmodell-Duales system. Grundtypen formalisierter Berufsbildung [Market model – school model – dual system. The basic models of formal TVET]*. *Die Berufsbildende Schule (Vol. 40, Pp. 145–156)*.

- [34] Pavlova, M. (2009). *Technology and Vocational Education for Sustainable Development, Empowering Individuals for the Future*. Bonn: Springer.
- [35] Marope, P. T. M., Chakroun, B., & Holmes, K. P. (2015). *Unleashing the potential. Transforming technical and vocational education and training*. Paris: UNESCO.
- [36] Ghobakhloo, M. (2019). *Digitization, and Opportunities for Sustainability*. Elsevier: *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119869>
- [37] Sutherland, E. (2019). *The Fourth Industrial Revolution – The Case of South Africa*. Taylor & Francis: *Politikon*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/02589346.2019.1696003>
- [38] Daugherty, R., & Wilson, H. (2018). *Human + Machine: Reimagining Work in the Age of AI*. Boston: Harvard business Review Press.
- [39] Brynjolfsson, E., & A. McAfee. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York: Norton & Company.
- [40] Peters, M. A. (2017). *Technological unemployment: Educating for the fourth industrial revolution*. Taylor & Francis: *Educational Philosophy and Theory*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00131857.2016.1177412>
- [41] Suharno, Pambudi, N. A., & Harjanto, B. (2020). *Vocational education in Indonesia: History, development, opportunities, and challenges*. Elsevier: *Children and Youth Services Review*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105092>
- [42] Wagner, T. (2008). *The global achievement gap*. New York: Basic Books.
- [43] Dengler, K., & Matthes, B. (2015). *Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt: Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland (Konsequensi digitalisasi untuk dunia kerja: Potensi untuk penggantian profesi di Jerman)*. IAB-Forschungsbericht 11/2015, 34. Retrieved from <http://doku.iab.de/forschungsbericht/2015/fb1115.pdf>
- [44] Sutarto, H. P. (2017). *Desain Pengembangan Kurikulum Pendidikan Vokasi: Perspektif Internasional & Nasional*. Yogyakarta: UNY Press.
- [45] Sudira, P. (2017). *TVET Abad XXI Filosofi, Teori, Konsep, dan Strategi Pembelajaran Vokasional (1st ed.)*. Yogyakarta: UNY Press.
- [46] Pannen, P. (2018). *Mempersiapkan SDM Indonesia di Era Industri 4.0*. Kemenristekdikti, 1–22.
- [47] Sofyan, H. (2011). *Optimalisasi pembelajaran berbasis kompetensi pada pendidikan kejuruan*. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 1(1), 113. <https://doi.org/10.21831/jpv.v1i1.5805>