

**ANP**

ISSN: 2773-482X eISSN: 2785-8863

DOI: <https://doi.org/10.53797/anpjssh.v2i1.3.2021>

Kajian Terhadap Cabaran Implementasi Elemen IR4.0 Dalam Proses Pengajaran dan Pembelajaran Pensyarah Kejuruteraan Elektrik Politeknik Malaysia

¹Hamzah, Rosdiah, Ahmad, ²Kamarul Mohsin, ³Abdullah, Mohd. Faizul

^{1,2,3}Politeknik Ungku Omar, Jalan Raja Musa Mahadi, 31400 Ipoh, Perak, Malaysia

*Corresponding Author: rosdiahhamzah68@gmail.com

Diterima 21 January 2021; Diluluskan 25 January 2021; Tersedia dalam talian 31 January 2021

Abstrak: Kesan perubahan yang berlaku akibat fenomena revolusi industri IR4.0 memerlukan sumber manusia berpengetahuan dan berkemahiran tinggi agar daya saing industri negara dapat diperkasakan. Sehubungan itu, pensyarah politeknik sebagai pihak yang terlibat secara langsung bagi menyediakan sumber manusia sebagai tenaga kerja negara perlu bersedia menghadapi situasi ini. Kajian ini menetapkan 3 objektif yang ingin dicapai iaitu mengenalpasti tahap pengetahuan elemen IR4.0 di kalangan pensyarah kejuruteraan elektrik Politeknik Malaysia, mengenalpasti tahap kemahiran penggunaan elemen IR4.0 dalam proses pengajaran dan pembelajaran pensyarah kejuruteraan elektrik politeknik Malaysia serta mengenalpasti kesediaan kemudahan infrastruktur bagi menyokong pembelajaran IR4.0. Kajian ini menggunakan kaedah kuantitatif dengan mengedarkan borang soal selidik kepada pensyarah bidang kejuruteraan elektrik di politeknik Malaysia secara dalam talian. Kaedah soal selidik Skala Likert lima mata digunakan sebagai instrumen kajian. Perisian Statistical Packages for the Social Science (SPSS) versi 21 digunakan untuk menganalisis data. Nilai kebolehpercayaan pekali Cronbach's Alpha yang diperolehi ialah 0.947 yang menunjukkan soal selidik ini mempunyai nilai kebolehpercayaan dan kesahan yang amat baik. Pengkaji telah membahagikan cabaran kepada 3 aspek iaitu dari aspek pengetahuan, kemahiran dan infrastruktur. Hasil dapatan kajian menunjukkan kesemua cabaran adalah pada tahap sederhana. Sehubungan itu bagi meningkatkan pengetahuan, kemahiran dan infrastruktur yang menyokong elemen IR4.0 seharusnya pihak politeknik berusaha memberikan pelbagai peluang dan menyediakan infrastruktur element IR4.0 bagi memastikan pengetahuan dan kemahiran pensyarah yang akan melatih serta membentuk para lulusan menepati keperluan IR4.0 bagi menyumbang kepada pembangunan negara.

Kata Kunci: Revolusi industri, IR4.0, SPSS, kejuruteraan elektrik

1. Pendahuluan

Perubahan teknologi dunia berlaku dengan begitu drastik. Terkini, industri revolusi ke 4 yang turut dikenali sebagai IR4.0 menjadi satu evolusi yang menggabungkan dunia biologi, fizikal dan digital yang menghasilkan pelbagai teknologi baru. Perkembangan teknologi yang pesat ini bakal memberi cabaran dalam pelbagai disiplin, ekonomi dan industri. Termasuk yang menerima kesan secara langsung adalah bidang pendidikan terutama di peringkat pengajian tinggi yang menjadi asas kepada penyediaan tenaga kerja untuk memastikan negara terus kekal berdaya saing.

IR4.0 memerlukan Malaysia menyediakan modal insan sebagai tenaga kerja yang berkualiti bagi menghadapi cabaran teknologi baharu yang kompleks. Kerajaan melalui pelbagai kementerian telah menyediakan pelbagai kerangka sebagai persiapan bagi membolehkan cabaran dan peluang mendatang ditangani sebaik-baiknya agar kemajuan Malaysia seiring dengan negara-negara maju. Ini termasuk pelan Transformasi Negara atau TN50 dan Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2015-2025 (Pendidikan Tinggi).

1.1 Penyataan Masalah

Laporan Kajian Rasionalisasi TVET oleh Unit Perancang Ekonomi (EPU), Jabatan Perdana Menteri (JPM), mendapati Politeknik dan Kolej Komuniti, Kementerian Pengajian Tinggi (KPT) merupakan penyedia TVET terbesar dengan masing-masing menyumbang 55% dan 9% jumlah graduan TVET negara (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2018).

Politeknik yang merupakan sebahagian institusi yang terlibat, perlu mempertingkatkan tindakan pelaksanaan dalam proses pengajaran dan pembelajaran bagi memastikan graduan yang bakal dilahirkan adalah sejajar dengan keperluan industri 4.0.

Walaubagaimanapun, kajian yang dilaksanakan di sebuah politeknik menunjukkan tahap kesediaan pensyarah dalam merealisasikan pembelajaran berasaskan revolusi industri IR4.0 adalah pada tahap sederhana (Sidin, 2020). Sehubungan itu pengkaji merasakan satu keperluan kajian keatas cabaran yang dihadapi pensyarah bagi memastikan elemen IR4.0 dilaksanakan dalam proses pengajaran dan pembelajaran dilakukan.

Ini supaya dengan mengesan cabaran tersebut, sesuatu tindakan boleh dicadangkan kepada pihak JPPKK supaya para pensyarah dapat mengimplementasikan elemen IR4.0 dalam pengajaran dan pembelajaran yang seterusnya memberi impak kepada penghasilan kualiti graduan yang berkemahiran tinggi bagi memenuhi permintaan industri yang semakin meningkat di negara ini (Chua et al., 2020).

1.2 Objektif Kajian

Kajian ini dijalankan berdasarkan beberapa objektif yang telah dikenalpasti iaitu:

- Mengenalpasti tahap pengetahuan menggunakan elemen IR4.0 di kalangan pensyarah kejuruteraan elektrik politeknik Malaysia.
- Mengenalpasti tahap kemahiran melaksanakan elemen IR4.0 dalam proses pengajaran dan pembelajaran pensyarah kejuruteraan elektrik politeknik Malaysia.
- Mengenalpasti kesediaan kemudahan infrastruktur bagi menyokong pembelajaran IR4.0.

1.3 Skop kajian

Kajian ini secara khususnya tertumpu kepada pensyarah yang mengajar bidang kejuruteraan elektrik di Politeknik Malaysia.

2. Kajian Literatur

Istilah industri 4.0 digunakan secara meluas di Eropah, terutamanya dalam sektor perkilangan di negara Jerman. Manakala di Amerika Syarikat dan dunia yang menggunakan bahasa Inggeris secara umum, istilah '*internet of things*', '*internet of everything*' atau 'internet perindustrian' digunapakai dengan membawa maksud yang sama. Dalam konsep IR4.0, Frank (2017) telah menyatakan bahawa terdapat sembilan asas dalam revolusi perindustrian iaitu robot berautomasi, simulasi, sistem yang saling berintegrasi, *Internet Of Thing*, keselamatan siber (*cybersecurity*), pengkomputeran awan, *additive manufacturing*, realiti diperkukuhkan (*augmented reality*) dan data analitik (*big data*) (Felicia et al., 2020).

Begitu juga Batchkova et al (2018) juga menekankan bahawa Industri 4.0 atau IIoT (*Industrial Internet of Things*) berkaitan dengan revolusi perindustrian baru dan memberi tumpuan kepada penggunaan teknologi informasi dan teknologi operasi terkini seperti objek rangkaian Internet (IoT), robotik & kepintaran buatan (AI), simulasi, sistem yang saling berintegrasi (*integration*), keselamatan siber (*cybersecurity*), data analitik (*big data*), pengkomputeran awan (*cloud computing*), pembuatan aditif (*additive manufacturing*) dan realiti diperkukuhkan (*Augmented Reality*).

Asas teknologi IR4.0 ini dikenali juga sebagai teras industri 4.0 yang merupakan teknologi baru yang akan mendominasi ekonomi pada masa kini (Nizam, 2018). Dalam bidang kejuruteraan elektrik, IoT iaitu *Internet of Thing* merupakan satu jaringan yang mencipta kecerdikan rangkaian yang mampu mengawal, memprogram dan mengesan peralatan secara automatik. IoT menggambarkan sistem di mana sesuatu objek di dunia fizikal dapat dihubungkan dengan internet melalui sensor.

Big data atau data besar pula merujuk kepada data berskala besar hasil dari peningkatan teknologi maju masakini yang membawa kepada peningkatan jumlah data setiap hari. Justeru itu lambakan data ini memerlukan kepada satu proses pengurusan data yang efisien. Data yang besar ini memerlukan kepada kemahiran analitik data yang akan membuat keputusan dan ramalan bagi meningkatkan produktiviti sesuatu industri yang seterusnya mampu meningkatkan ekonomi negara.

Bagi memastikan data yang banyak dan besar ini dapat disimpan dengan baik, sistem pengkomputeran awan atau *cloud computing* amat diperlukan. Pengkomputeran awan ialah istilah umum untuk perkara yang melibatkan penyimpanan data melalui internet (Kumar, Cheng, & McGibbney, 2009). Melalui konsep *cloud computing* sesebuah organisasi dapat menjimatkan kos kewangan mereka dari menggunakan server persendirian dan sistem ini akan sentiasa dikemaskini secara automatik.

Walaubagaimanapun perkara asas dalam penggunaan pengkomputeran awan ini adalah penyambungan internet untuk mengakses data. Perkhidmatan internet yang kurang cekap akan merumitkan urusan organisasi disebabkan sifat pengkomputeran awan yang amat bergantung kepada internet. Dalam mengaplikasikan pengkomputeran awan, isu keselamatan siber atau *cybersecurity* dan privasi perlu diambil berat kerana pengkomputeran awan merupakan ruang pengkongsian yang digunapakai oleh ramai pengguna yang membolehkan data dan maklumat penting digodam oleh penjenayah siber.

Robot automasi (*Autonomous Robot*) bermaksud penggunaan mesin secara menyeluruh tanpa menggunakan tenaga kerja manusia. Kebanyakan industri menggunakan robot bertujuan untuk mengendalikan tugas rutin yang tidak mampu dilakukan oleh tenaga manusia dengan lebih selamat dan kadar kemalangan yang minimum (Rüßmann et

al., 2015). Dalam bidang industri kejuruteraan elektrik, penggunaan robot dengan gabungan sistem sensor membolehkan interaksi antara manusia dan mesin berlaku yang seterusnya mampu memberikan hasil produktiviti yang maksima.

Pembuatan aditif (*Additive Manufacture*) merupakan teknologi 3D printing yang telah memudahkan penghasilan prototaip bagi sesuatu produk. Menurut Lim et al (2012) Pembuatan aditif ditakrifkan oleh persatuan di Amerika Syarikat untuk ujian dan bahan sebagai proses menyatukan bahan untuk membuat objek dari data model 3D, iaitu merupakan lapisan di atas lapisan. Dalam industri kejuruteraan elektrik penghasilan prototaip sangat penting bagi menilai kemenjadian sesuatu produk sebenar yang perlu dihasilkan oleh industri.

Realiti diperkukuhkan atau *Augmented Reality (AR)* adalah sejenis kesan visual yang dihasilkan oleh komputer di mana objek visual janaan komputer akan di tambah pada pemandangan dunia sebenar yang kelihatan di skrin paparan. Hasilnya pengguna yang memandang dunia sebenar melalui skrin komputer akan mendapati seolah-olah wujud berbagai objek lain lagi selain dari realiti sedia ada. Konsep ini diperkenalkan oleh Thomas Caudell pada tahun 1990 ketika menerangkan bagaimana sejenis alat bantuan yang dipakai di kepala juruteknik elektrik berfungsi (Frederic & Miller, 2009). Oleh itu AR sangat penting terutama dalam tujuan pembelajaran dan pemahaman operasi sesuatu dalam peralatan kejuruteraan elektrik.

Manakala elemen integrasi (*intergration*) ini merupakan kerjasama beberapa perisian berlainan yang akan berhubung diantara satu sama lain bagi memudahkan komunikasi dua hala dan memudahkan proses penghantaran data. Dengan wujudnya teknologi ini membolehkan operasi sesebuah industri menjadi lebih cepat dan cekap yang membawa kepada prestasi pengeluaran produk yang lebih efisien.

Secara kesimpulan kesemua sembilan teras IR4.0 merupakan elemen yang sangat diperlukan bagi pelaksanaan kilang pintar (*smart industri*) yang cenderung kepada bidang kejuruteraan elektrik mampu membantu negara dalam meningkatkan kemajuan ekonomi kearah lebih produktif.

Sehubungan itu adalah merupakan satu keperluan kepada pensyarah yang mengajar pelajar yang merupakan bakal tenaga kerja negara untuk mempunyai pengetahuan dan kemahiran berkaitan elemen IR4.0 ini bagi memastikan pekerja yang berkualiti berjaya dihasilkan.

Walaupun bagaimanapun dalam usaha mengimplementasikan elemen IR4.0 ini terdapat beberapa cabaran yang perlu dihadapi oleh pensyarah. Diantara cabarannya cabaran teknologi sepertimana yang dinyatakan oleh Oesterreich & Teuteberg (2016) yang meliputi keperluan akses internet yang pantas, infrastruktur rangkaian jalur lebar, peralatan yang sesuai.

Disamping itu kos pelaksanaan yang tinggi seperti perlaburan modal peralatan, latihan kemahiran dan pengetahuan kepada para pensyarah menjadi satu cabaran untuk merealisasikan penggunaan elemen IR4.0 dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Ketersediaan kementerian dalam membuat pelaburan modal terhadap teknologi baru, latihan kemahiran serta pendidikan adalah merupakan satu cabaran dalam mendepani revolusi industri (Irawanto, 2018). Industri yang terlibat perlu membuat pelaburan modal yang tinggi terhadap teknologi baru bagi memastikan matlamat IR4.0 ini dapat direalisasikan.

3. Metodologi Kajian

Kajian ini merupakan satu kajian kuantitatif dengan menggunakan kaedah soal selidik. Populasi kajian terdiri daripada tenaga pengajar di politeknik seluruh Malaysia. Pemilihan responden kajian dilakukan secara rawak. Bilangan keseluruhan pensyarah di Jabatan Kejuruteraan Elektrik Politeknik Malaysia adalah seramai sepertimana yang ditunjukkan di jadual 1. Pemilihan sampel adalah berdasarkan persampelan rawak mudah dengan menggunakan jadual Krecjie dan Morgan dalam (Piaw, 2014).

Jadual 1: Taburan Responden Mengikut Politeknik

Bil	Politeknik	Bilangan Pensyarah Kejuruteraan Elektrik
1	Politeknik Ungku Omar	67
2	Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah	61
3	Politeknik Sultan Abdul Halim Muadzam Shah	78
4	Politeknik Kota Bharu	83
5	Politeknik Kuching Sarawak	41
6	Politeknik Port Dickson	83
7	Politeknik Kota Kinabalu	51
8	Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah	67
9	Politeknik Ibrahim Sultan	61
10	Politeknik Seberang Perai	42
11	Politeknik Melaka	25
12	Politeknik Kuala Terengganu	24
13	Politeknik Sultan Mizan Zainal Abidin	62
14	Politeknik Merlimau	44
15	Politeknik Sultan Azlan Shah	64
16	Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah	65
17	Politeknik Sultan Idris Shah	45
18	Politeknik Tuanku Syed Sirajuddin	33
19	Politeknik Mukah	24
20	Politeknik Mersing	46
Jumlah		891

Instrumen kajian digunakan dalam kajian ini adalah soal selidik. Soal selidik yang digunakan adalah berdasarkan instrumen kajian yang dibangunkan oleh Ismail (2018) dan (Tinmaz & Lee, 2019) dan telah diubahsuai berdasarkan kepentingan kajian.

Bagi menentukan kebolehpercayaan instrumen kajian, analisa kebolehpercayaan dilakukan dengan menggunakan perisian SPSS V21 (*Statistical Package for Sosial Science version 21*). Hasil analisa nilai pekali Cronbach's Alpha yang diperolehi ialah 0.947 sepertimana yang ditunjukkan dalam Jadual 2 di bawah.

Jadual 2: Nilai Kebolehpercayaan

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.947	33

Berdasarkan jadual 3, nilai pekali Cronbach's Alpha yang diperolehi menunjukkan item-item soal selidik ini mempunyai nilai kebolehpercayaan dan kesahan yang amat baik dan boleh digunakan.

Jadual 3: Maksud Nilai Cronbach Alpha

Pekali Kebolehpercayaan "Cronbach Alpha"	Tahap Kebolehpercayaan
$\alpha \geq 0.9$	Amat Baik
$0.9 > \alpha \geq 0.8$	Baik
$0.8 > \alpha \geq 0.7$	Sederhana
$0.7 > \alpha \geq 0.6$	Diragui
$0.6 > \alpha \geq 0.5$	Lemah
$0.5 > \alpha$	Ditolak

Soal selidik yang disediakan menggunakan skala likert sepertimana yang dinyatakan di jadual 4 di bawah.

Jadual 4: Skala Likert Yang Digunakan Dalam Borang Soal Selidik

Skor	1	2	3	4	5
Tahap Persetujuan	Sangat Tidak Bersetuju	Tidak Bersetuju	Tidak Pasti/Neutral	Bersetuju	Sangat Bersetuju

Soal selidik yang digunakan mengandungi empat bahagian iaitu bahagian A, B, C dan D. Bahagian A mengandungi soalan-soalan berkaitan latarbelakang responden. Bahagian ini adalah bertujuan untuk mendapatkan pengesahan responden sebagai sumber maklumat yang dipercayai. Maklumat yang hendak didapatkan dalam bahagian A adalah demografik responden iaitu nama politeknik tempat bertugas, bidang mengajar, pengalaman kerja dan tahap pengetahuan asas pensyarah terhadap elemen IR4.0.

Bahagian B, C dan D mengandungi soalan-soalan yang bentuk skala likert bagi mengkuantitikan tahap pengetahuan pensyarah kejuruteraan elektrik politeknik Malaysia berkaitan elemen IR4.0, tahap kemahiran penggunaan elemen IR4.0 dalam proses pengajaran dan pembelajaran pensyarah kejuruteraan elektrik politeknik Malaysia serta mengenalpasti kesediaan kemudahan infrastruktur bagi menyokong pembelajaran IR4.0. Bagi tujuan penganalisaan data, skor min yang diperoleh akan diinterpretasikan berdasarkan skala Likert empat mata yang diadaptasi daripada Riduwan (2012) seperti dalam Jadual 5 di bawah.

Jadual 5: Jadual Interpretasi Skor Min (Riduwan (2012))

Skor Min	Interpretasi Skor Min
1.00-1.99	Lemah
2.00-2.99	Rendah
3.00-3.99	Sederhana
4.00-5.00	Tinggi

4. Analisis Data Dan Hasil Kajian

Borang soal selidik telah diedarkan kepada responden secara talian kepada pensyarah politeknik seluruh Malaysia. Walaubagaimanapun hanya 68 sahaja maklumbalas diterima. Proses menganalisa data dilakukan dengan menggunakan perisian SPSS V21 (*Statistical Package for Sosial Science Version 21*).

Teknik deskriptif digunakan untuk meneliti taburan demografi responden di Bahagian A. Analisis dari teknik deskriptif ini dapat membantu dalam memerihail profil responden seperti jantina, pengalaman kerja, bidang mengajar dan tahap pengetahuan pensyarah terhadap elemen IR4.0. Data dianalisa melalui teknik taburan frekuensi dan peratusan kecuali tahap pengetahuan pensyarah dianalisa melalui purata (*mean*).

Jadual 6 menunjukkan profil atau demografi responden kajian. Majoriti responden adalah perempuan (70.1%), berpengalaman melebihi 10 tahun (94%) dan bidang mengajar elektrik adalah teramai dengan peratusan 26.9% di ikuti bidang Elektrik & Elektronik 25.4%, Telekomunikasi 22.4%, Elektronik 11.9%, komputer 10.4% serta lain-lain 3%.

Jadual 6: Demografi Responden

CIRI	Bilangan	Peratus
JANTINA		
Lelaki	20	29.9
Perempuan	47	70.1
PENGALAMAN KERJA		
5 hingga 9 tahun	4	6.0
10 hingga 19 tahun	40	59.7
20 tahun ke atas	23	34.3
BIDANG MENGAJAR		
Elektrik	18	26.9
Elektronik	8	11.9
Elektrik & Elektronik	17	25.4
Telekomunikasi	15	22.4
Komputer	7	10.4
Lain-Lain	2	3.0

Data analisa dikategorikan berdasarkan 3 objektif utama iaitu mengenalpasti tahap pengetahuan dan tahap kemahiran para pensyarah kejuruteraan elektrik politeknik Malaysia berkaitan elemen IR4.0 serta mengenalpasti kemudahan infrastruktur yang disediakan dalam menyokong pembelajaran IR4.0.

Jadual 7 dibawah merujuk kepada tahap pengetahuan asas pensyarah terhadap elemen IR4.0, dimana secara keseluruhan skor min yang diperolehi adalah 3.31 yang dikategorikan sebagai sederhana tinggi dengan Internet Saling Berhubung (IoT) memperoleh skor min tertinggi iaitu 3.87 dan elemen Pembuatan Aditif (*Additive Manufacture*) dengan skor min terendah iaitu 2.79.

Jadual 7: Tahap pengetahuan asas pensyarah terhadap elemen IR4.0

	Mean	Std. Deviation	Tahap
Internet Saling Berhubung (<i>IoT</i>)	3.87	0.757	Sederhana
Simulasi (<i>Simulation</i>)	3.60	0.740	Sederhana
Keselamatan Siber (<i>Cyber security</i>)	3.43	0.925	Sederhana
Data Besar	3.33	0.877	Sederhana
Pengkomputeran awam (<i>Cloud Computing</i>)	3.33	0.911	Sederhana
Integrasi (<i>Integration</i>)	3.30	0.888	Sederhana
Robot Automasi (<i>Autonomous Robot</i>)	3.24	1.060	Sederhana
<i>Augmented Reality</i> (AR)	2.90	0.971	Rendah
Pembuatan Aditif (<i>Additive Manufacture</i>)	2.79	0.880	Rendah
average	3.31		Sederhana

Tahap pengetahuan pensyarah kejuruteraan elektrik politeknik Malaysia dalam menggunakan elemen IR4.0 dalam proses pengajaran dan pembelajaran adalah amat baik dengan skala min yang diperolehi adalah 3.39. Walaubagaimanapun pensyarah masih ingin lagi mempelajari elemen IR4.0 untuk digunakan dalam proses pengajaran dan pembelajaran pelajar dengan min 4.34. Dari jadual 8 juga didapati pensyarah dapat menggunakan elemen integrasi, simulasi, pengkomputeran awan, IoT dan keselamatan alam maya dalam proses PdP. Ini adalah kerana pensyarah telah didedahkan dengan penggunaan elemen ini di dalam silibus pelajar dan menyebabkan pensyarah berusaha untuk menguasai elemen tersebut.

Dari jadual 8 juga didapati pensyarah masih belum menguasai elemen *Augmented Reality* dan *additive manufacturing*. Ini mungkin kerana tiada keperluan mendesak untuk pensyarah menguasai elemen tersebut. Walaupun tahap pengetahuan menggunakan elemen IR4.0 dalam PdP dikategorikan sebagai sederhana tinggi, tetapi *Std Deviation* atau Sisihi Piawai yang diperolehi agak tinggi yang menunjukkan responden memberi jawapan yang tidak konsisten diantara satu sama lain. Ini mungkin disebabkan beberapa faktor yang mempengaruhi analisa tersebut.

Jadual 8: Tahap pengetahuan menggunakan elemen IR4.0 dalam PdP

	Mean	Std. Deviation	Tahap
Pensyarah ingin belajar mengenai elemen IR 4.0	4.34	0.664	Tinggi
Pensyarah tahu tentang elemen IR 4.0	3.75	0.785	Sederhana
Pensyarah tahu melakukan integrasi diantara hardware dan software.	3.66	0.770	Sederhana
Pensyarah mempunyai pengetahuan dalam menggunakan elemen simulasi dalam pengajaran dan pembelajaran	3.66	0.729	Sederhana
Pensyarah menggunakan <i>cloud computing</i> untuk menyimpan maklumat atau berkongsi fail.	3.63	1.126	Sederhana
Pensyarah mempunyai pengetahuan dalam mengendalikan aplikasi /alat yang berkaitan dengan elemen Internet Of Thing.	3.33	0.991	Sederhana
Pensyarah mempunyai pengetahuan berkenaan Big Data	3.09	0.933	Sederhana
Pensyarah mempunyai pengetahuan dalam mengendalikan keselamatan alam maya (<i>Cyber Security</i>)	3.00	1.000	Sederhana
Pensyarah mempunyai pengetahuan menggunakan <i>Augmented Reality</i> (AR)	2.82	0.999	Rendah

Pensyarah menggunakan elemen additive manufacturing dalam PnP saya (contoh menggunakan printer 3D untuk membuat model projek)	2.61	1.100	Rendah
<i>Average</i>	3.39		Sederhana

Bagi mengenalpasti tahap kemahiran pensyarah dalam melaksanakan elemen IR4.0 dalam proses pengajaran di Politeknik, didapati tahap adalah pada sederhana dengan skor min 3.9. Pensyarah didapati telah menggunakan elemen IR4.0, membuat simulasi dan mahir menggunakan *IOT controller* dalam proses PdP dengan tahap skor min sederhana. Walaubagaimanapun tahap kemahiran pensyarah dalam membuat pengaturcaraan untuk memastikan prototaip yang dihasilkan beroperasi dengan baik, membuat baikpulih (*troubleshoot*) sekiranya berlaku ketidakfungsian sistem, kesediaan berkongsi ilmu kemahiran berkaitan elemen IR 4.0, berkemahiran menggunakan *Programming Environment* dan kemahiran dalam mengendalikan *Automasi Robot* adalah pada tahap rendah. Ini merupakan cabaran kepada pensyarah JKE untuk mengimplementasikan elemen IR4.0 dalam PdP. Keadaan ini bertepatan dengan dapatan di jadual 8 dimana pensyarah ingin belajar mengenai elemen IR4.0 dengan skor min 4.34 yang membawa maksud, pensyarah masih memerlukan kepada latihan yang lebih banyak untuk membolehkan para pensyarah mempunyai kemahiran menggunakan elemen IR4.0 dalam proses PdP pensyarah. Keperluan ini adalah sangat bersesuaian dengan kenyataan oleh (Sidin, 2020). yang mencadangkan agar pihak institusi mengadakan pelbagai aktiviti berkaitan IR4.0 dan mengubah pendekatan pengajaran dan pembelajaran pelbagai teknik pengajaran.

Jadual 9: Tahap Kemahiran Pensyarah melaksanakan elemen IR4.0 dalam PdP

	Mean	Std. Deviation	Tahap
Pensyarah telah menggunakan elemen IR 4.0 di dalam pengajaran dan pembelajaran (PdP) pensyarah.	3.30	0.938	Sederhana
Pensyarah menggunakan simulasi untuk memberi penerangan yang lebih jelas ketika proses pengajaran dan pembelajaran.	3.24	0.986	Sederhana
Pensyarah mahir menggunakan IOT Controller seperti Arduino, NODEMCU (ESP8266) atau lain-lain.	3.03	0.852	Sederhana
Pensyarah berkemahiran membuat pengaturcaraan dalam memastikan prototaip (contoh projek) yang dihasilkan beroperasi dengan baik.	2.97	0.969	Rendah
Pensyarah mempunyai kemahiran untuk kerja-kerja baik pulih (<i>troubleshoot</i>) sekiranya berlaku ketidakfungsian sistem.	2.97	0.969	Rendah
Pensyarah bersedia untuk memberi latihan kepada rakan warga politeknik yang lain. (berkongsi ilmu kemahiran elemen IR 4.0).	2.85	1.077	Rendah
Pensyarah mahir menggunakan Programming Environment seperti Arduino IDE, Micropython, JavaScript atau lain-lain.	2.78	0.935	Rendah
Pensyarah mempunyai kemahiran dalam mengendalikan Automasi Robot dalam pengajaran dan pembelajaran di makmal	2.67	0.991	Rendah
<i>Average</i>	3.19		Sederhana

Bagi mengenalpasti tahap kemudahan infrastruktur yang menyokong penggunaan elemen IR4.0 dalam PdP di jadual 10, didapati skor min adalah 3.7 yang membawa maksud sederhana. Ini menunjukkan responden bersetuju bahawa kemudahan infrastruktur yang bersesuaian dengan elemen IR4.0 ada tersedia. Responden juga didapati telah menggunakan aplikasi dalam talian samada *Learning Management System (LMS)-CIDOS*, *Microsoft Teams*, *Google Classroom* atau aplikasi lain dalam menerapkan elemen IR 4.0 semasa proses PdP dengan skor min tertinggi iaitu 4.2 diikuti peralatan komunikasi yang digunakan adalah baik. Manakala bagi capaian internet, infrastruktur ICT di institusi, peralatan serta perisian simulasi berada pada tahap sederhana. Ini bermaksud pihak yang berkenaan boleh menambahbaik aspek capaian internet, infrastruktur ICT, peralatan serta perisian simulasi bagi membolehkan penerapan elemen IR4.0 dalam PdP dapat dilaksanakan dengan lebih sempurna. Isu berkaitan kemudahan infrastruktur juga merupakan cabaran kepada pensyarah untuk mengimplementasi elemen IR4.0 dalam PdP.

Jadual 10: Tahap kemudahan infrastruktur yang menyokong penggunaan elemen IR4.0 dalam PdP

	Mean	Std. Deviation	Tahap
--	------	----------------	-------

Pensyarah menggunakan Learning Management System (LMS)-CIDOS, Microsoft Teams, Google Classroom atau aplikasi lain dalam menerapkan elemen IR 4.0	4.2	0.74	Tinggi
Pensyarah mempunyai peralatan komputer/laptop yang boleh dicapai ke rangkaian internet dengan baik	4.0	0.79	Tinggi
Capaian internet pensyarah berupaya menyokong pelaksanaan pengajaran dan pembelajaran dalam talian	3.9	0.90	Sederhana
Infrastruktur ICT di institusi menyokong pelaksanaan pengajaran dan pembelajaran berasaskan elemen IR 4.0	3.6	0.87	Sederhana
Peralatan yang menyokong pengajaran dan pembelajaran berasaskan elemen IR4.0 disediakan dengan baik.	3.4	0.87	Sederhana
Perisian simulasi yang mempunyai elemen IR 4.0 disediakan oleh pihak institusi.	3.1	0.87	Sederhana
Average	3.7		Sederhana

5. Kesimpulan Dan Cadangan

Secara keseluruhannya, pengkaji telah menganalisis kesemua data yang diperolehi daripada responden. Setiap objektif telah dianalisis menggunakan kaedah skor min untuk mengetahui dapatan secara umum responden berkaitan IR4.0. Pengkaji membahagikan cabaran dalam mengimplementasikan elemen IR4.0 kepada tiga iaitu dari aspek pengetahuan, kemahiran serta kemudahan infrastruktur.

Bagi objektif pertama didapati tahap pengetahuan menggunakan elemen IR4.0 di kalangan pensyarah kejuruteraan elektrik politeknik Malaysia adalah sederhana dengan skor min 3.39. Manakala bagi objektif kedua tahap kemahiran melaksanakan elemen IR4.0 dalam proses pengajaran dan pembelajaran pensyarah kejuruteraan elektrik politeknik Malaysia juga adalah sederhana dengan skor min 3.19. Walaupun begitu, didapati tahap kemahiran pensyarah dari aspek teknikal adalah rendah.

Begitu juga dari aspek infrastruktur didapati tahap penyediaan adalah sederhana dengan skor min 3.7. Walaupun pensyarah telah didedahkan dengan pengajaran melalui sistem dalam talian yang menerapkan elemen IR4.0 serta mempunyai peralatan yang baik. Tetapi masalah infrastruktur seperti capaian internet, peralatan dan perisian yang sesuai masih di peringkat sederhana.

Sehubungan itu adalah dicadangkan supaya pihak JPPKK perlu memberi pelbagai latihan keilmuan yang bersifat teknikal supaya pensyarah dapat menguasai teknologi serta elemen IR4.0. Begitu juga dengan kemudahan infrastruktur di politeknik perlu ditambahbaik lagi. Ini adalah penting supaya proses pengajaran dan pembelajaran para pelajar yang merupakan bakal tenaga kerja negara tidak ketinggalan dan sentiasa seiring dengan keperluan industri semasa.

Rujukan

- Batchkova, I. A., Popov G. T., Ivanova, & Belev, Y. A. (2018). ADDIN Mendeley Bibliography CSL_BIBLIOGRAPHY. Assessment of Readiness for Industry 4.0. 291(6), 288–291.
- Chua, Y. L., Balakrishnan, B., Chai, V. C., & Koh, Y. Y. (2020). Assessing the validity and reliability of creative thinking skills module in a pilot study on engineering undergraduate in Malaysia. *Asian Journal of Assessment in Teaching and Learning*, 10(1), 77-85.
- Deloitte. (2015). Industry 4.0: Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies [online]. [cit. 2017-03-13]. Available: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-4102014.pdf>
- Felicia, A., Sha'rif, S., Wong, W., & Mariappan, M. (2017). Computational Thinking and Tinkering: Exploration Study of Primary School Students' in Robotic and Graphical Programming. *Asian Journal of Assessment in Teaching and Learning*, 7, 44-54. <https://doi.org/10.37134/ajatel.vol7.5.2017>.
- Frank, C., & Nigel, S. (2017). *Is UK Industry ready for the Fourth Industrial Revolution?* London: The Boston Consulting Group.
- Frederic, P., & Miller, A. F. (2009). *Augmented Reality: Computer-generated imagery*.

- Irawanto, R. (13 Mei, 2018). Revolusi Industri 4.0. . Retrieved from Kosmo online: <http://ww1.kosmo.com.my/kosmo/content.asp>.
- Ismail, Z .Z. (2018). Cabaran Industri Pembinaan Di Malaysia Terhadap Revolusi Industri 4.0. Thesis.
- Kementerian Pendidikan Malaysia (2018). Rangka Kerja TVET 4.0. Kuala Lumpur: JPPKK.ADDIN Mendeley Bibliography CSL_BIBLIOGRAPHY
- Kumar, B., Cheng, J. C. P., & McGibbney, L. (2009). Cloud Computing and its Implications for Construction IT. Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. (February 2015), 1–6. Researchgate.
- Lim, S., Buswell, R. A., Le, T. T., Austin, S. A., Gibb, A. G. F., & Thorpe, T. (2012). Developments in construction scale additive manufacturing processes. Automation in Construction, 21(1), 262–268. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2011.06.010>.
- Nizam, M. S. (2018). Revolusi industri 4.0: Suatu Pengenalan. Seranta FELDA Jabatan Perdana Menteri, 1–10.
- Oesterreich, T. D., & Teuteberg, F. (2016). Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. Computers in Industry, 83, 121–139. Elsevier
- Piaw, C. Y. (2014). *Kaedah Penyelidikan . Menentukan saiz sample dengan mengawal Ralat Jenis I*. Malaysia: Mc GrawHill.
- Riduwan. (2012). Skala Pengukuran Variable-variable: Penelitian. Alfabeta, Bandung.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing. Boston Consulting, (April), 1–5.
- Sidin, M. M. (August, 2020). *Kesediaan Pengetahuan Revolusi Industri 4.0 Dalam Kalangan Pensyarah Politeknik Kota*. Retrieved from www.researchgate.net: <https://www.reserchgate/publication/343470488>
- Tinmaz, H., & Lee, J. H. (2019). A preliminary analysis on Korean University students' readiness level for industry 4.0 revolution. *Participatory Educational Research*, 6(1), 70–83. <https://doi.org/10.17275/per.19.6.6.1>