

Pembudayaan Revolusi Industri 4.0 (Ir4.0) Program Sijil Teknologi Pembuatan, Kolej Komuniti Malaysia

Nor Mohd Syamsi Abd Malek*, Mohamad Khir Johari Jamaludin dan Muhammad Ridhwan Ishak

Kolej Komuniti Kuantan

*Corresponding author: nor mohdsyamsi@kkkua.edu.my

Abstrak

Revolusi Industri 4.0 (IR4.0) sudah hangat diperkatakan di seluruh dunia bermula beberapa tahun lalu. Revolusi ini memberi impak yang besar kepada sektor sosioekonomi, teknologi pembuatan, pengkomputeran, automasi dan juga tidak ketinggalan dalam sektor pendidikan. Kajian ini dijalankan bertujuan merungkai amalan membudayakan revolusi IR4.0 di dalam Program Sijil Teknologi Pembuatan, Kolej Komuniti. Aspek-aspek yang difokuskan dalam kajian ilmiah ini adalah seperti tahap kesediaan pengetahuan dan kemahiran pensyarah dalam bidang ini, kesesuaian kurikulum yang digunapakai dalam proses Pembelajaran dan Pengajaran (PdP), serta bantuan sokongan pihak pengurusan dan institusi berkaitan infrastruktur dan peralatan yang berhubung kait dengan IR4.0. Kaedah kajian secara kuantitatif dipraktikkan, melalui pengedaran soal selidik secara atas talian. Seterusnya, perolehan data dianalisis menggunakan perisian SPSS bagi mendapatkan bacaan kekerapan, peratusan dan skor min. Dapatan kajian memberikan gambaran bahawa amalan membudayakan dan mempraktikkan elemen IR4.0 di dalam Program Teknologi Pembuatan sedang giat dilaksanakan, sentiasa berterusan dan menampakkan interpretasi yang positif. Hasil kajian ini diharap mampu memberi fakta dan informasi yang bermanfaat kepada pihak kementerian dan pengurusan tertinggi kolej komuniti dalam memacu pendidikan TVET bertunjangkan IR4.0.

Kata Kunci : Pembudayaan IR4.0 dalam Program; Program Sijil Teknologi Pembuatan Kolej Komuniti; Revolusi Industri 4.0.

1.0 Pengenalan

Revolusi Industri yang bermula dari era abad ke-18 telah berkembang secara berterusan dan berkesan serta mengalami beberapa kali transformasi jitu bermula dari Revolusi Industri 1.0 hingga Revolusi Industri 4.0. Revolusi Industri adalah suatu tempoh perubahan didalam bidang kejuruteraan dan teknologi yang mana mampu memberi kesan yang besar kepada aktiviti harian manusia. Kini, seantero dunia telah memasuki tempoh fasa revolusi yang seterusnya iaitu Revolusi Industri 4.0. Di mana Revolusi Industri 4.0 ini berfokuskan kepada transformasi disruptif dalam industry melalui penggunaan teknologi baharu yang menggabungkan alam fizikal, digital dan biologi yang mampu memberikan impak yang besar kepada semua bidang sosial, industri dan ekonomi. Di Malaysia juga tidak terkecuali daripada Revolusi Industri 4.0, di mana kerajaan mengambil inisiatif yang progresif dengan memperkenalkan Dasar 4IR Negara yang mana merupakan dasar yang menyeluruh untuk memacu usaha bersepadu dalam mentransformasikan pembangunan sosioekonomi negara melalui penggunaan teknologi 4IR yang beretika. Berbalik kepada pembangunan sosioekonomi berasaskan kepada penggunaan teknologi, ianya merupakan satu elemen yang diguna pakai bagi mensejahterakan kehidupan masyarakat dan mengembangkan ekonomi. Pembangunan sosioekonomi ini juga melibatkan elemenelemen yang lain contohnya seperti ruang dan peluang pekerjaan, teknologi dan pendidikan.

Revolusi Industri pastinya tidak dapat dipisahkan di dalam bidang pendidikan samada di peringkat rendah, menengah dan tinggi. Revolusi ini wajib diterapkan ke dalam bidang pendidikan negara kerana ia merupakan asas kepada penyediaan tenaga kerja yang berkemahiran dalam penggunaan teknologi pada masa hadapan. Selain itu juga, ianya sejajar dengan teras Revolusi Industri 4.0 yang menekankan elemen-elemen berasaskan pembangunan teknologi yang lebih baik dan maju berbanding Revolusi Industri 3.0. Maka dengan itu sistem pendidikan negara terutama di peringkat tinggi, contohnya seperti pendidikan TVET yang bak mengeluarkan tenaga kerja yang berasaskan kemahiran dan penggunaan teknologi perlu mengorak langkah ke arah pendidikan yang berpandukan kepada teknologi digital yang lebih bersifat interaktif dan fleksibel.

Pendidikan TVET seharusnya mampu untuk menjadi pemangkin kepada mempersiapkan graduan tenaga kerja dengan kemahiran yang mahir atau separa mahir yang relevan dan menepati keperluan industri semasa. Institusi TVET seperti politeknik dan kolej komuniti perlu melangkah secara proaktif ke hadapan agar lebih berdaya saing dan sejajar dengan perubahan dalam teknologi di era Revolusi Industri 4.0 ini. Oleh demikian, pusat latihan TVET dan para tenaga pengajar perlu mempersiapkan dan melengkapkan diri dengan pengetahuan teknologi dan elemenelemen IR4.0. Agar perkara ini menjadi amalan dan budaya dalam sistem Pembelajaran dan Pengajaran (PdP) TVET dan bergerak seiringan dengan pelan strategik yang telah diatur oleh pihak kerajaan dan juga kementerian.

Program Sijil Teknologi Pembuatan (SMN) merupakan salah satu program pendidikan berasaskan TVET yang dilaksanakan di Kolej Komuniti. Program ini dibangunkan dengan bercirikan *demand-driven* dan seiring dengan teknologi IR4.0. Pelajar dilatih dan dilengkapi dengan pengetahuan serta kemahiran berasaskan kepada sistem kawalan automasi, pengaplikasian peranti dan perisian, pengoperasian mesin dan peralatan. Selain itu juga, kurikulum program ini dibentuk bagi menghasilkan graduan yang holistik, berilmu pengetahuan dan kemahiran yang kompeten yang mampu memenuhi permintaan pasaran kerja dalam sektor pembuatan dan pengeluaran. Struktur programnya juga merangkumi kursus-kursus yang mempunyai elemen-elemen IR4.0 seperti simulasi pemesinan, kerja-kerja integrasi antara *software* dan *hardware*, sistem automasi dan lain-lain lagi.

Oleh yang demikian, kesan daripada fenomena perubahan revolusi industri dan sistem pendidikan TVET yang berasaskan kepada teknologi kini dan masa hadapan, maka satu pasukan pengkaji terdiri daripada pensyarah Program Teknologi Pembuatan Kolej Komuniti ingin menjalankan satu kertas kajian bagi melihat (1) tahappengetahuan dan kemahiran penggunaan elemen-elemen IR4.0 dikalangan pensyarah/tenaga pengajar, (2) kesesuaian kurikulum Program Sijil Teknologi Pembuatan yang digunapakai adakah selari dengan IR4.0 dan (3) sokongan dan bantuan dalam penyediaan infrastruktur dan peralatan berasaskan elemen IR4.0 di institusi. Diharap hasil kajian ini mampu memberi maklumat dan data penting kepada institusi, kementerian dan kerajaan bagi melihat dan menilai sejauh mana amalan dan pembudayaan berasaskan revolusi industri ini dilaksanakan dan diterjemahkan didalam Program Sijil Teknologi Pembuatan Kolej Komuniti.

2.0 Sorotan Kajian

Revolusi Industri 4.0 telah merubah cara hidup kita, cara bekerja dan cara berkomunikasi melalui penggunaan peralatan berasaskan teknologi tinggi seperti IoT, AI, AR dan sebagainya. Perubahan yang cepat dan tidak dijangka ini mampu memberi impak yang besar kepada pembangunan sosioekonomi negara. Jika dimanfaatkan dengan sebaiknya, ia berpotensi untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat, meningkat mutu tenaga kerja, menambahbaik kecekapan tatakelola dan sebagainya. Maka dengan itu, kerajaan mengambil langkah yang proaktif dengan memperkenalkan (Dasar Revolusi Perindustrian Keempat (4IR) Negara, Jun 2021) dimana salah satu objektifnya adalah untuk mewujudkan ekosistem yang kondusif untuk menguasai IR4.0 melalui pembangunan bakat, infrastruktur sokongan dan peraturan yang fleksibel.

Manakala revolusi pendidikan tinggi negara telah melancarkan era perubahan IR4.0 lebih awal berbanding Dasar 4IR Negara apabila menterinya Datuk Seri Idris Jusoh memperkenalkan tema "*Higher Education 4.0: Knowledge, Industry and Humanity*" sepertimana yang dilaporkan oleh (Rozana Sani, Januari 2018). Di dalam teras tersebut, beliau menekankan agar proses pembelajaran dan pengajaran perlu berubah seiring dengan revolusi industri kini. Beliau menambah kaedah andragogi dan ruang pembelajaran perlu dipelbagaikan seperti heutagogi (pembelajaran yang

ditentukan sendiri), peeragogi (pembelajaran bersama rakan sebaya) dan cybergogi (pembelajaran secara maya). Selain itu juga, beliau menyarankan agar kurikulum pendidikan perlu bersifat dinamik dan relevan dengan teknologi pembelajaran dan pengajaran. Teras ini juga telah disambut baik oleh institusi TVET dengan melaksanakan beberapa tindakan seperti memberi penekanan terhadap penggunaan teknologi semasa, mempraktikkan *cyber-physical system* dalam aktiviti harian dan memperkasa elemen-elemen teknologi termaju (Izzuan et al., 2020).

Membudayakan Revolusi Industri (IR4.0) di institusi TVET tidak semudah perancangan di atas kertas semata-mata. Terdapat pelbagai cabaran dan rintangan dalam melaksanakannya. Menurut (Suriani et al., 2023) antara cabaran utama dalam membudayakan elemen IR4.0 di institusi TVET adalah seperti kesediaan para tenaga pengajar itu sendiri dari segi ilmu pengetahuan dan kemahiran terhadap teknologi terkini, kurikulum yang digunapakai adakah sejajar dengan perkembangan IR4.0, penyediaan kemudahan dan infrastruktur yang memenuhi spesifikasi dan jalinan kolaborasi di antara institusi TVET dengan pemain industri di luar sana. Kajian (Muzaffar et al., 2020) dan (Hamzah et al., 2021) juga menyokong situasi sebenar tahap kesediaan para tenaga pengajar di politeknik yang mana menunjukkan tahap kesediaan adalah pada aras sederhana. Para tenaga pengajar seharusnya mengambil sikap yang proaktif dan mengubah cara berfikir agar selari dengan arus perubahan semasa.

Kurikulum secara amnya boleh ditakrifkan sebagai dokumen bertulis yang mengandungi segala perancangan PdP yang dikehendaki oleh sesebuah institusipendidikan bagi memenuhi falsafah pendidikan, wawasan negara dan dasar – dasar kerajaan. Keberkesanan sesuatu kurikulum itu perlulah sejajar dan seiring dengan keperluan semasa terutamanya di dalam era IR4.0. Menurut (Mei., 2022) kurikulum era IR4.0 seharusnya diterapkan elemen-elemen pembangunan yang *holistic*, integrasi teknologi, inovasi dan kreatif, tanggungjawab sosial dan latihan berasaskan amali. Kenyataan ini selari dengan kajian terdahulu oleh (Manonmani & Saravanan., 2020), yang menyatakan kurikulum di peringkat tertier perlulah menekankan kepada aspek penghasilan graduan yang berilmu, memiliki kemahiran yang berasaskan teknologi terkini dan memenuhi kehendak industri, produktif dan berfikiran kritikal dan inovatif.

Selanjutnya, dalam menuju era IR4.0 ini, kemudahan infrastruktur dan peralatan di institusi perlulah selari dan sepadan dengan kemajuan elemen IR4.0. Perkara ini penting bagi memastikan proses PdP berjalan dengan baik dan mencapai *Outcome Based Education* (OBE) itu sendiri. Antara contoh infrastruktur utama dalam memastikan kelancaran pendidikan era IR4.0 ini adalah kemudahan capaian internet. Menurut (Roziyani et al., 2022) capaian internet di kebanyakan Institusi Pendidikan Tinggi di Malaysia masih di peringkat sederhana dan memerlukan kerja-kerja menaiktaraf. Selain itu, cabaran pihak institusi dalam pembelian dan perolehan peralatan PdP mengikut spesifikasi IR4.0 juga, merencatkan perancangan warga institusi untuk membudayakan revolusi industri ini (Suriani et al., 2023).

3.0 Metodologi Kajian

Rekabentuk kajian ini dibina berasaskan kepada matlamat utama mengapa kajian ini dilaksanakan, dengan mengambil kira faktor kesesuaian objektif kajian dan responden yang terlibat. Maka dengan itu, satu set soalan kajian telah dibangunkan yang berfungsi sebagai instrumen utama kajian dan kaedah kajian secara kuantitatif telah dipilih. Melalui set soalan ini, pengedarannya dilaksanakan secara atas talian menggunakan platform *google form*. Kaedah pengedaran ini sangat bersesuaian dengan teknologi terkini, menjimatkan kos operasi dan keberadaan para responden yang terlibat. Bagi memastikan tahap kebolepercayaan set soalan kajian, analisa menggunakan perisian SPSS Versi 20 telah dilaksanakan dengan hasil nilai pekali *Alpha Cronbach* yang diperolehi adalah 0.926 melalui 30 item yang dikemukakan. Selain itu juga, set soalan kajian telah disemak oleh Dr. Mohamad Izzuan bin Mohd Isha, Pensyarah Kanan, Fakulti Sains Sosial & Kemanusiaan, UTM Skudai bagi tujuan pemurniaan soalan. Penetapan sampel dan responden kajian pula adalah berdasarkan kepada persampelan bersasar. Di mana, responden kajian adalah terdiri daripada semua tenaga pengajar di kolej-kolej komuniti yang ada menawarkan Program Sijil Teknologi Pembuatan di seluruh negara iaitu di Kolej Komuniti Kuantan, Kepala Batas, Segamat dan Taiping.

Set Soalan Kajian diedarkan kepada semua responden bersasar pada penghujung bulan Februari 2024 ketika ~ ses PdP Sesi II 2023/2024 sedang berlangsung. Set Soalan Kajian dipecahkan kepada 4 bahagian utama (Bahagian A, Bahagian B, Bahagian C dan Bahagian D) bersesuaian dengan kehendak objektif kajian yang mengandungi 30 soalan keseluruhannya.

Bahagian A: Bahagian ini mengandungi 8 item yang bertanyakan soalan berkaitan demografi dan pengalaman professional tenaga pengajar.

Bahagian B: Bahagian ini mengandungi 13 item yang mewakili objektif pertama kajian iaitu mengenalpasti tahap pengetahuan dan kemahiran penggunaan elemen IR4.0 dikalangan tenaga pengajar.

Bahagian C: Bahagian ini mengandungi 4 item yang bertanyakan berkenaan Kurikulum Semasa (Versi 140621_2) dan perkaitannya dengan Revolusi Industri 4.0.

Bahagian D: Bahagian ini mengandungi 5 item yang ingin melihat sejauh mana sokongan dan kemudahan infrastuktur disediakan oleh pihak institusi.

Bahagian B, C dan D menggunakan kaedah skala likert 5 pilihan bagi membantu responden untuk menginterpretasikan tahap persetujuan mereka terhadap soalan yang diberikan seperti di Jadual 1. Manakala interpretasi skor min pula diterjemahkan di dalam Jadual 2.

Jadual 1: Panduan Skar Menjawab

Skor	1	2	3	4	5
Tahap Persetujuan	Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Neutral	Setuju	Sangat Setuju

Jadual 2: Interpretasi Skar Min

Skor Min	Interpretasi
1.00-1.80	Sangat Rendah
1.81-2.60	Rendah
2.61-3.40	Sederhana
3.41-4.20	Tinggi
4.21-5.00	Sangat Tinggi

4.0 Analisis dan Perbincangan

Set Soalan Kajian telah diedarkan kepada semua 26 tenaga pengajar Program Teknologi Pembuatan, Kolej Komuniti seluruh Malaysia. Hanya 88.5% (23 daripada 26 tenaga pengajar) yang berkesempatan memberi maklum balas dalam tempoh waktu yang ditetapkan. Maklumat lengkap pecahan responden adalah sepertimana diunjurkan didalam Jadual 3. Berdasarkan jadual, boleh dilihat peratusan kolej yang memberi maklum balas adalah sangat baik. Majoriti responden adalah daripada tenaga pengajar lelaki kerana mengikut reten penjawatan, bidang ini secara lazimnya didominasi oleh kaum lelaki.

Jadual 3: Taburan Profil Responden

Kolej	Bil. Responden	Bil. Sebenar Tenaga Pengajar	Peratus	Jantina Responden	
				Lelaki	Perempuan
Kuantan	7	7	100	6	1
Kepala Batas	7	8	87.5	5	2
Segamat	5	5	100	4	1
Taiping	4	6	67	3	1
Jumlah	23	26	88.5	18	5

Jadual 4 pula menunjukkan latar belakang pengalaman mengajar responden, taraf pendidikan tertinggi dan juga sijil pembangunan kerjaya yang dimiliki. Boleh dinyatakan disini bahawa 82.6% responden memiliki

pengalaman mengajar melebihi 10 tahun dan seharusnya memiliki pengalaman yg luas dalam proses PdP bidang teknologi dan kemahiran. Hasil dapatan data juga menunjukkan tenaga pengajar Program Teknologi Pembuatan memiliki taraf pendidikan yang baik (69.6% memiliki Ijazah Pertama dan keatas) dan layak untuk mengajar didalam bidang. Namun begitu, peratusan yang masih rendah dalam memiliki sijil professional/kompetensi perlu dipandang serius dan ditangani oleh pihak pengurusan.

Jadual 4: Pengalaman Mengajar, Taraf Pendidikan dan Sijil Tambahan

Jadual 4: Pengalaman Mengajar, Taraf Pendidikan dan Sijil Tambahan

Item	Bil. Responden	Peratus
Bil. Tahun Mengajar		
0 - 5 Tahun	2	8.7
6 - 10 Tahun	2	8.7
11 - 15 Tahun	8	34.8
16 Tahun keatas	11	47.8
Pendidikan Tertinggi		
Diploma	7	30.4
Ijazah Pertama	8	34.8
Sarjana (Master)	7	30.4
PHD	1	4.4
Sijil Profesional / Kompetensi IR4.0		
Ya	9	39.1
Tidak	14	60.9

Merujuk kembali kepada objektif pertama kajian berkaitan tahap pengetahuan dan kemahiran penggunaan elemen IR4.0 dikalangan tenaga pengajar Program Teknologi Pembuatan, dapatan data diterjemahkan di dalam Jadual 5. Secara keseluruhannya purata skor min bagi pengetahuan dan kemahiran tenaga pengajar adalah tahap sederhana iaitu 3.33. Bacaan purata skor min ini hampir sama sepertimana kajian yang dilaksanakan oleh (Hamzah at el., 2021) di kalangan pensyarah bidang kejuruteraan elektrik di politeknik seluruh Malaysia. Meskipun tahap pengetahuan dan kemahiran secara keseluruhannya adalah sederhana, namun para tenaga pengajar mempunyai pengetahuan am yang baik berkaitan Revolusi Industri 4.0, mengetahui elemen-elemen yang terdapat didalamnya serta bersedia untuk menggunakan elemen simulasi di dalam proses PdP. Ini memberi petunjuk awal bahawa tenaga pengajar Program Teknologi Pembuatan bersedia untuk mengamalkan dan mempraktikkan elemen Revolusi Industri 4.0. Hasil dapatan juga menunjukkan skor min yang agak rendah bagi elemen-elemen seperti *Cyber Security*, *Big Data*, *Augmented Reality* dan *Advanced Human Machine* dikalangan responden. Perihal ini mungkin disebabkan oleh faktor kurangnya pendedahan berkaitan elemen tersebut, di samping kurang amalan penggunaan elemen tersebut di dalam aktiviti harian mereka samada di tempat kerja atau di rumah.

Jadual 5: Pengetahuan dan Kemahiran Elemen IR4.0 di Kalangan Tenaga

Jadual 4: Pengalaman Mengajar, Taraf Pendidikan dan Sijil Tambahan

Item	Bil. Responden	Peratus
Bil. Tahun Mengajar		
0 - 5 Tahun	2	8.7
6 - 10 Tahun	2	8.7
11 - 15 Tahun	8	34.8
16 Tahun keatas	11	47.8
Pendidikan Tertinggi		
Diploma	7	30.4
Ijazah Pertama	8	34.8
Sarjana (Master)	7	30.4
PHD	1	4.4
Sijil Profesional / Kompetensi IR4.0		
Ya	9	39.1
Tidak	14	60.9

Objektif kedua kajian adalah bertujuan untuk menyingkap, adakah kurikulum semasa (Kurikulum SMN Versi 140621 _2) yang digunapakai kini dibangunkan berpaksikan kepada elemen IR4.0. Jawapan persoalan ini boleh diterjemahkan di dalam Jadual 6. Melalui dapatan data yang diperolehi, menunjukkan para responden amat memahami isi kandungan dan topik yang terkandung di dalam kurikulum semasa. Merekajuga bersetuju terdapatnya elemen-elemen IR4.0 yang diterapkan di dalam kurikulum. Jika diselak satu persatu kurikulum Program Teknologi Pembuatan ini, akan terlihat elemen IR4.0 di dalam kursus tertentu seperti simulasi (Kursus Pemesinan CNC), automasi (Kursus Elektro-Pneumatik), integrasi (Kursus Pemesinan CAM) dan pembuatan aditif (Kursus Proses Pembuatan). Ini memberi maksud bahawa sebahagian elemen-elemen IR4.0 sudah mula diterapkan dan diamalkan di dalam proses PdP. Para responden juga bersetuju dan memberi skor min yang tinggi iaitu 4.04 kepada isi kandungan kurikulum yang dilihat sangat relevan dengan elemen IR4.0 pada masa kini. Namun begitu, mereka juga berpandangan bahawa elemen-elemen IR4.0 ini perlu ditambah lagi, diperluaskan dan ditambahbaik di dalam pembangunan kurikulum yang akan datang.

Jadual 6: Hubungan Elemen IR4.0 dan Kurikulum Semasa

Jadual 6: Hubungan Elemen IR4.0 dan Kurikulum Semasa

Item	Skor Min
1) Saya memahami isi kandungan kursus dan topik yang dinyatakan didalam kurikulum semasa.	4.22
2) Saya bersetuju isi kandungan didalam kurikulum semasa, diterapkan dengan elemen IR4.0.	4.22
3) Saya merasakan perlu lebih banyak elemen IR4.0 dimasukkan kedalam kurikulum.	4.17
4) Saya melihat isi kandungan kurikulum semasa, sangat relevan dengan elemen IR4.0.	4.04
Purata Min	4.16

Selain daripada perkara berkaitan tahap kesediaan tenaga pengajar dan penggunaan kurikulum yang bersangkutan paut dengan Revolusi Industri 4.0, satu lagi objektif kajian ini adalah ingin melihat sejauh mana bantuan dan sokongan berkaitan infrastruktur, pengurusan dan kemudahan dilaksanakan di institusi. Jadual 7 memberikan jawapan awal dan ringkas mengenai persoalan ini. Para responden memberikan gambaran bahawa pihak pengurusan institusi memberi sokongan yang penuh didalam pembangunan infrastruktur dan peralatan berkaitan IR4.0 dengan memberi skor min yang baik iaitu 3.96. Selain itu, responden juga bersetuju bahawa pihak institusi ada menyediakan infrastruktur dan peralatan bagi menyokong pelaksanaan elemen IR4.0. Di samping itu mereka juga merasakan capaian internet di institusi sangat baik dan membantu kelancaran pengendalian elemen IR4.0 di dalam proses PdP seperti penggunaan *Learning Management System (LMS)-CIDOS*, *Smart Operation Portal*, *Microsoft Teams* dan aplikasi yang lain lagi.

Jadual 7: Sokongan dan Infrastruktur di Institusi

Item	Skor Min
1) Pihak pengurusan institusi sentiasa memberi sokongan yang penuh didalam pembangunan infrastruktur dan peralatan berkaitan IR4.0.	3.96
2) Institusi ada menyediakan infrastruktur dan peralatan bagi menyokong pelaksanaan elemen IR4.0.	3.83
3) Pensyarah mempunyai peralatan bantuan seperti komputer/laptop/perisian/apps untuk menjalankan elemen IR4.0 di institusi.	3.96
4) Capaian internet di institusi sangat baik dalam membantu kelancaran pengendalian elemen IR4.0.	3.83
5) Pensyarah menggunakan Learning Management System (LMS)-CIDOS, Microsoft Teams, Google Classroom atau aplikasi lain dalam menerapkan elemen IR4.0	3.57
Purata Min	3.83

5.0 Rumusan dan Cadangan

Kesimpulan kajian ini boleh dibuat dengan merujuk kepada hasil dapatan objektif-objektif kajian. Jika dilihat kepada objektif pertama iaitu pengetahuan dan kemahiran tenaga pengajar berkaitan elemen IR4.0, boleh disimpulkan bahawa tenaga pengajar mempunyai pengetahuan dan kemahiran yang tinggi terhadap elemen yang berkaitan rapat dengan aktiviti harian, tugas kerja hakiki dan juga kursus yang diajar. Pembuktiannya boleh dilihat melalui skor yang diperolehi melalui soalan-soalan yang berkaitan dengan elemen IoT, simulasi, pembuatan aditif, integrasi peralatan dan sebagainya.

Objektif kedua kajian pula melihat penerapan elemen IR4.0 di dalam proses Pembelajaran dan Pengajaran (PdP) Program Sijil Teknologi Pembuatan. Penerapan elemen IR4.0 ini boleh dilihat melalui kurikulum yang dibina dan digunakan ketika ini. Apa yang boleh disimpulkan bahawa kurikulum program ini memiliki kursus-kursus yang terdapat elemen IR4.0 didalamnya. Pembuktiannya boleh dilihat melalui Kursus Pemesinan CNC (elemen

simulasi), Kursus Elektro-Pneumatik (elemen automasi) dan beberapa kursus yang lain lagi. Bukti ini juga diperkukuhkan lagi melalui maklum balas daripada responden yang bersetuju bahawa kurikulum semasa yang digunakan diterapkan dengan elemen IR4.0 dan sangat relevan.

Bantuan serta sokongan pihak pengurusan dan institusi terhadap kemudahan infrastruktur dan peralatan berkaitan elemen IR4.0 menjadi objektif seterusnya. Hasil dapatan memberikan gambaran yang positif daripada tenaga pengajar berhubung perkara ini. Maka, boleh dirumuskan di sini bahawa pihak pengurusan dan institusi sentiasa mendokong, membantu dan menyokong dalam pembangunan infrastruktur, peralatan dan kemudahan elemen IR4.0 di institusi.

Secara keseluruhannya, apa yang boleh disimpulkan melalui kajian ini adalah, amalan membudayakan dan mempraktikkan elemen IR4.0 di dalam Program Teknologi Pembuatan sedang giat dilaksanakan dan sentiasa berterusan. Baik dari segi sumber tenaga pengajarnya yang mempunyai pengetahuan dan kemahiran berkaitan elemen IR4.0, penggunaan kurikulum semasa yang diterapkan elemen IR4.0 dalam kursus-kursus tertentu dan sokongan serta bantuan daripada pihak institusi itu sendiri bagi merealisasikan pembudayaan Revolusi Industri 4.0 di institusi.

Diharap melalui kajian ini, ianya menjadi salah satu sumber rujukan yang signifikan kepada semua pihak yang berkepentingan dan bertanggungjawab, di dalam mencorak dan mengorak langkah ke arah pendidikan TVET bertonggakan Revolusi Industri 4.0.

Rujukan

- Hamzah R., Kamarul **M.** & Faizul A. (2021). *Kajian Terhadap Cabaran Implementasi Elemen IR4.0 dalam Proses Pengajaran dan Pembelajaran Pensyarah Kejuruteraan Elektrik Politeknik Malaysia*. ANP Journal of Social Science and Humanities, Vol. 2, No. 1, pages 17 - 25.
- Izzuan I., Faiz D. & Yusri K. (2020). *Practices and Planning of Ministries and Institutions of Technical and Vocational Educational Training (TVET) in Facing the Industrial Revolution 4.0 (IR4.0)*. Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH), Volume 5, Issue 3, page 47 - 50.
- Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (Jun 2021), Kurikulum Program Sijil Teknologi Pembuatan (**SMN**), Versi 140621_2.
- Manonmani D. & Saravanan P. (2020). *Literature Education and Industrial Revolution 4.0*. Universal Journal of Education Research, Vol. 8, No. 3, pages 1027 - 1036.
- Mei Y. L. (2022). *A Review of Curriculum Change and Innovation for Higher Education*. Journal of Education and Training Studies, Vol. 10, No. 2, pages 16 - 23. Muzaffar M., Farid A. & Intan T. (2020). *Kesediaan*

Pengetahuan Revolusi Industri 4.0 dalam Kalangan Pensyarah Politeknik Kata Kinabalu. Sumber daripada <https://www.researchgate.net/>

Rozana Sani. (2018, January 16) Embracing Industry. New Straits Times. Sumber daripada <https://www.nst.com.my/>

Roziyani R. , Rizal I. & Nazri I. (2022). *A Survey: Readiness of Malaysian Higher Education Institutes Towards the Adaptations of Industry Revolution 4.0.* P1 International Conference on Information System & Information Technology (ICISIT), Vol. 1, pages 267 - 271 .

Suriani N., Tajularipin S. & Kai Y. W. (2023). *The Challenges of Implementing Industrial Revolution 4.0 Elements in TVET.* Journal of Technical Education and Training, Vol. 3, No.3, pages 169 - 181 .

Unit Perancangan Ekonomi, Jabatan Perdana Menteri (Jun 2021). Dasar Revolusi Perindustrian Keempat (4IR) Negara. [https://www.ekonomi.gov.my/sites/default/files/2021-09/41Rvol2FA BM.pdf](https://www.ekonomi.gov.my/sites/default/files/2021-09/41Rvol2FA%20BM.pdf)