

## **Digital Transformasi: Hubungan Penerapan Industri 4.0 Dalam Amalan Pengurusan Kualiti Menyeluruh Terhadap Prestasi Operasi Organisasi**

**Md Fauzi Ahmad<sup>1,\*</sup>, Lye Mei Ki<sup>1</sup>, Ahmad Nur Aizat Ahmad<sup>1</sup> & Hamrila Abdul Latip<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jabatan Pengeluaran dan Pengurusan Operasi, Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, Johor, 86400, MALAYSIA

<sup>2</sup>Jabatan Perniagaan, Fakulti Ekonomi dan Perniagaan, Universiti Malaysia Sarawak, Kota Samarahan, Sarawak, 94300, MALAYSIA

\*Corresponding Author

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2022.03.02.018>

Received 30 September 2022; Accepted 01 November 2022; Available online 01 December 2022

**Abstract:** The aim of this research is to study the relationship between Total Quality Management (TQM) 4.0 and operation performance. Industry 4.0 had been used in several manufacturing sector to improve their business management. Therefore, this research focus on the adoption of industry 4.0 tools in total quality management, which are smart supervision, digital process control, smart supply chain, and real-time overall equipment effectiveness that impact on operation performance. This survey was answered by 130 respondents, who was working in manufacturing organization. The relationship between TQM 4.0 and operation performance was significant correlation. Thus, the adoption of industry 4.0 in TQM can improve manufacturing's operation performance. It can help transfer their process flow become automation and digitalization.

**Keywords:** Industry 4.0, Total quality management, Total quality management 4.0, Operation performance

**Abstrak:** Tujuan penyelidikan ini adalah untuk mengkaji hubungan antara Pengurusan Kualiti Menyeluruh (TQM) 4.0 dan prestasi operasi. Industri 4.0 telah digunakan dalam beberapa sektor pembuatan untuk menambah baik pengurusan perniagaan mereka. Oleh itu, penyelidikan ini memfokuskan pada penggunaan alat industri 4.0 dalam pengurusan kualiti menyeluruh, iaitu penyeliaan pintar, kawalan proses digital, rantaian bekalan pintar dan keberkesanan keseluruhan peralatan masa nyata yang memberi kesan kepada prestasi operasi. Tinjauan ini telah dijawab oleh

130 responden, yang bekerja di organisasi pembuatan. Hubungan antara TQM 4.0 dan prestasi operasi adalah korelasi yang signifikan. Oleh itu, penggunaan industri 4.0 dalam TQM boleh meningkatkan prestasi operasi pembuatan. Ia boleh membantu memindahkan aliran proses mereka menjadi automasi dan pendigitalan

**Kata Kunci:** Industri 4.0, Pengurusan kualiti menyeluruh, Pengurusan kualiti menyeluruh 4.0, Prestasi operasi

## 1. Pengenalan

Pengurusan Kualiti Menyeluruh (TQM) ialah cara yang berkesan untuk mengurus organisasi bagi mencapai objektif dan prestasi perniagaan mereka melalui perancangan sistematik penambahbaikan berterusan. Yee (2018) menyatakan bahawa TQM telah terbukti sebagai kaedah yang sangat berkesan untuk meningkatkan standard kualiti. Barone (2021) menyatakan bahawa TQM ialah satu cara untuk mengesan dan mengurangkan atau menghapuskan kesilapan pembuatan, memperkemas pengurusan rantaian bekalan, menambah baik pengalaman pelanggan, dan memastikan pekerja terlatih dengan baik. Menurut Sadikoglu & Olcay (2014), telah menyebut bahawa terdapat banyak kepentingan teras elemen TQM boleh diguna pakai dalam organisasi. Sebagai contoh, elemen yang boleh menjadi amalan dalam organisasi untuk penambahbaikan ialah tumpuan pelanggan, pengetahuan dan latihan, jumlah penyertaan pekerja, pembangunan proses berterusan dan lain-lain.

Bagi pembangunan pengembangan perniagaan yang dihadapi dalam ancaman pesaing, inovasi dalam pengurusan perniagaan harus menyelesaikannya dengan serius. Kebanyakan pengilangan telah menginovasi sistem pengurusan perniagaan mereka dalam menerima pakai industri 4.0. Schwab (2016) mentakrifkan IR 4.0 ialah penggunaan digital dalam sektor pembuatan, pengeluaran dan berkaitan, serta proses penjanaan nilai. Sebagai contoh, organisasi boleh menggunakan beberapa sistem kawalan moden untuk mewakili peringkat baharu rantaian nilai industri, iaitu data besar, Internet Perkara (IoT), pengkomputeran awan dan lain-lain. Sistem kawalan ini boleh mendekati pengurusan kualiti menjadi pengurusan automasi. Menurut Schwab (2016), mengamalkan sistem pengurusan kualiti industri 4.0 mempunyai keupayaan untuk meningkatkan tahap pendapatan organisasi dan meningkatkan standard kerja untuk pekerja. Ia merupakan satu inovasi dalam pelan proses perniagaan. TQM 4.0 boleh digambarkan sebagai pendigitalan TQM dan kesannya terhadap teknologi, proses dan kakitangan yang berkualiti, sama seperti teknologi I4.0 boleh digunakan dalam pengurusan kualiti (Carvalho *et al.*, 2021). Manakala, penggunaan industri 4.0 dalam elemen utama TQM mempunyai amalan dalam penyelidikan kajian kerana pembolehubah adalah penyeliaan pintar, kawalan proses digital, rantaian bekalan pintar, dan keberkesanan keseluruhan peralatan masa nyata. Elemen ini digunakan untuk menentukan keberkesanan atau kegagalan prestasi operasi organisasi. Oleh itu, kajian ini menyiasat faktor TQM 4.0 mempengaruhi prestasi operasi organisasi.

## 2. Kajian Literatur

### 2.1 Pengurusan Kualiti Menyeluruh 4.0

Pengurusan Kualiti Menyeluruh 4.0 ialah fungsi gabungan sistem pengurusan kualiti dan model serta kaedah yang dipertingkatkan teknologi (Carvalho *et al.*, 2021). Matlamat inovasi ini adalah untuk memupuk kecekapan utama dan pemacu prestasi operasi. Elemen TQM 4.0 ialah penyeliaan pintar, kawalan proses digital, rantaian bekalan pintar dan keberkesanan keseluruhan peralatan masa nyata. Contoh elemen TQM 4.0 boleh merujuk kepada Jadual 1

**Jadual 1: TQM 4.0**

TQM 4.0	Penyelidik					Kekerapan
	Li <i>et al.</i> (2020)	Ammar <i>et al.</i> (2021)	Canbay <i>et al.</i> (2019)	Ashima <i>et al.</i> (2021)	Narula <i>et al.</i> (2020)	
Pengawasan pintar		X	X		X	3
Kawalan proses digital		X	X		X	3
Rangkaian bekalan pintar	X		X	X	X	4

*(a) Pengawasan Pintar*

Penyelidikan pintar ialah inovasi penyeliaan yang menggunakan teknologi I4.0 (Ammar *et al.*, 2021). Ammar *et al.* (2021), mentakrifkan bahawa penyeliaan pintar adalah menjalankan penggunaan internet untuk mengumpul maklumat data kepimpinan atau pekerja. Maklumat data ini digunakan untuk memantau dan meningkatkan kualiti prestasi mereka. Pelaksanaan penyeliaan pintar dalam pembuatan dengan menggunakan data besar juga boleh mencapai objektif perkhidmatan pemantauan penyeliaan 24 jam (Niu, 2020). Jadi, pekerja boleh merujuknya dengan cara yang mudah dan intuitif tanpa menunggu arahan daripada penyeliaan.

*(b) Kawalan Proses Digital*

Menurut Narula *et al.* (2020), kawalan proses digital menggunakan alatan industri 4.0 seperti pengkomputeran awan atau data besar untuk menyelesaikan dan memantau aliran kerja yang berkesan serta membimbing arahan kerja yang tepat. Ia adalah sistem kawalan yang menggunakan komputer untuk mentafsir isyarat daripada penderia, dan beroperasi secara automatik (Narula *et al.*, 2020). Ini membolehkan sistem dinamik berjalan dengan lebih selamat dan andal dengan lebih sedikit orang di tapak. Pekerja boleh mengendalikan proses kawalan dari kawasan yang jauh. Selain itu, kawalan proses digital menyediakan isyarat pemantauan dan pengoptimuman. Pekerja boleh memerhati maklumat data operasi pada bila-bila masa. Sebagai contoh, jumlah besar data yang dikumpul dan diproses oleh sistem kawalan proses digital merupakan sumber yang tidak ternilai untuk analisis kejuruteraan hasil proses (Marlin, 2015). Jadi, kawalan proses digital mampu meningkatkan kecekapan dan faedah produk dengan melaraskan keadaan operasi.

*(c) Rangkaian Bekalan Pintar*

Rantaian bekalan pintar ialah penggunaan industri 4.0 kepada penyepaduan dengan pembekal, pelanggan atau unit syarikat lain untuk menambah baik proses operasi (Frank *et al.*, 2019). Ashima *et al.* (2021) menyebut bahawa pendigitalan rantaian bekalan akan mengalihkan penyelesaian rantaian bekalan kepada pengkomputeran awan, menghasilkan ketelusan yang lebih besar, tindak balas yang lebih baik dan peningkatan faedah dan kos. Selain itu, rantaian bekalan pintar juga dapat menyokong berbilang pemain dalam ekosistem, seperti syarikat dan vendor, kakitangan dan pengguna mereka (Korpela *et al.*, 2017). Yang mana, mereka boleh memindahkan maklumat atau integrasi proses melalui teknologi. Semua maklumat dan mesej keperluan digabungkan menjadi satu platform. Fungsi ini memudahkan orang ramai melihat maklumat.

*(d) Keberkesanan Peralatan Keseluruhan Masa Nyata*

Menurut Ammar *et al.* (2021), keberkesanan keseluruhan peralatan masa nyata (ROEE) ialah teknologi yang menggunakan Internet of things untuk mempraktikkan analitik, meningkatkan ketepatan pengeluaran, mengurangkan sisa dan lain-lain. ROEE boleh difokuskan pada pengumpulan data dan menawarkan ciri ramalan pelbagai peringkat untuk membolehkan proses berterusan dan peningkatan

kualiti (Demartini & Tonelli, 2018). Ia menyediakan pengeluar mempunyai pratonton awal kepada pengurusan peralatan tersebut melalui imaginasi kedudukan realiti. Justeru, ia menjadi satu inovasi pengurusan perancangan strategik dengan penggunaan teknologi realiti tambahan. Ia membantu membangunkan proses dan sistem untuk meningkatkan kualiti dan produktiviti. Pembuatan boleh menggunakannya untuk mengurangkan pembaziran masa, wang, bahan dan pelbagai sumber. ROEE sering diperlukan untuk menyelesaikan masalah dunia sebenar yang besar dan kompleks.

## 2.2 Prestasi Operasi Dalam Industri Pembuatan

Industri pembuatan ialah unit pengeluaran yang menghasilkan barang siap daripada bahan mentah (Britannica, 2020). Proses transformasi boleh dibawa oleh tenaga buruh manusia atau kawalan jentera. Pembuatan adalah salah satu sumber ekonomi Malaysia. Di Malaysia, industri pembuatan dibahagikan kepada beberapa sektor, iaitu petroleum, getah dan produk plastik, pengeluaran makanan, pembuatan logam, kayu, kulit dan kertas. Sebagaimana Ammar *et al.* (2021), operasi ialah pengurusan kemudahan dalam pembuatan. Selain itu, definisi prestasi ialah pengukuran kecekapan output dan tenaga kerja pekerja (Pambreni *et al.*, 2019). Prestasi juga mungkin hasil daripada individu, pasukan, entiti, atau prosedur untuk menentukan sama ada ia dalam pencapaian yang baik atau tidak. Pembuatan biasanya menggunakan ukuran ini untuk menilai kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman mereka. Manakala, Duman & Akdemir (2021) menyatakan bahawa prestasi organisasi ialah kejayaan yang lengkap dalam tugas kerja tertentu, seperti keuntungan, jualan, kelajuan pengeluaran, kapasiti, dan lain-lain yang dapat dicapai di pasaran.

## 2.3 Hipotesis Kajian

### (a) *Penyeliaan Pintar Terhadap Prestasi Operasi*

Penyeliaan pintar adalah salah satu elemen kepentingan yang mempengaruhi prestasi operasi pembuatan. Ia mempunyai pengaruh terhadap prestasi operasi, kerana penyeliaan sebagai orang yang memberi arahan kepada pekerja untuk menyelesaikan tugas mereka. Penyeliaan pintar boleh mengawal urutan pekerja dan membimbing mereka mengelakkan kesilapan. Sebagai Bag *et al.* (2021) mengesahkan bahawa, penggunaan teknologi menyediakan latihan pekerja yang berkesan, sokongan pengurusan tertinggi, budaya korporat yang menyokong dan alatan pengurusan projek diperlukan untuk meningkatkan kecekapan pembuatan. Ia boleh membantu penyelia dalam membuat keputusan dan mengambil tindakan yang perlu. Oleh itu, penyeliaan pintar juga telah muncul sebagai faktor penting dalam zaman moden pembuatan (Niu, 2020).

H1 (a): Penyeliaan pintar mempunyai hubungan yang signifikan dengan prestasi operasi.

### (b) *Kawalan Proses Digital Pada Prestasi Operasi*

Kawalan proses digital mempunyai kesan positif terhadap prestasi operasi. Sebagai Li *et al.* (2020) menyatakan bahawa kawalan proses yang diterima pakai oleh teknologi digital menyediakan pengurusan maklumat yang berkesan, prestasi operasi, kos yang lebih rendah, dan meningkatkan pendapatan. Nilai keluaran, keputusan perancangan, dan keputusan kawalan pembuatan juga menjadi lebih lancar dan sentiasa mencapai permintaan pasaran. Manakala, ia turut membawa aktiviti proses monitor digital. Proses monitor digital boleh meminimumkan kesilapan dalam barisan pengeluaran dan ia boleh mengurangkan pembaziran kos. Oleh itu, kawalan proses digital meningkatkan susunan pintar aliran proses operasi. Ia mampu mencapai tarikan komersial.

H1(b): Kawalan proses digital mempunyai hubungan yang signifikan dengan prestasi operasi.

### (c) *Rantaian Bekalan Pintar Mengenai Prestasi Operasi*

Rantaian bekalan pintar ialah satu lagi elemen penting yang mempengaruhi prestasi operasi pembuatan. Rantaian bekalan ialah rangkaian aktiviti berkaitan yang terdiri daripada transformasi bahan

mentah kepada produk akhir yang terganggu kepada pelanggan (UKEssays, 2018a). Aliran proses untuk rantaian bekalan adalah daripada pembekal kepada kilang, gudang, peruncit dan akhirnya kepada pengguna. Jika menerima pakai teknologi industri 4.0 seperti data besar atau pengkomputeran awan ke dalam sistem pengurusan rantaian bekalan boleh membolehkan proses bekalan atau sistem operasi menjadi lebih berkesan. Rantaian bekalan pintar mampu mengurus urutan pembuatan dengan kecekapan dan responsif (Li *et al.*, 2020). Jadi, ia memainkan peranan penting sebagai alat perniagaan untuk pembuatan.

H1(c): Rantaian bekalan pintar mempunyai hubungan yang signifikan dengan prestasi operasi.

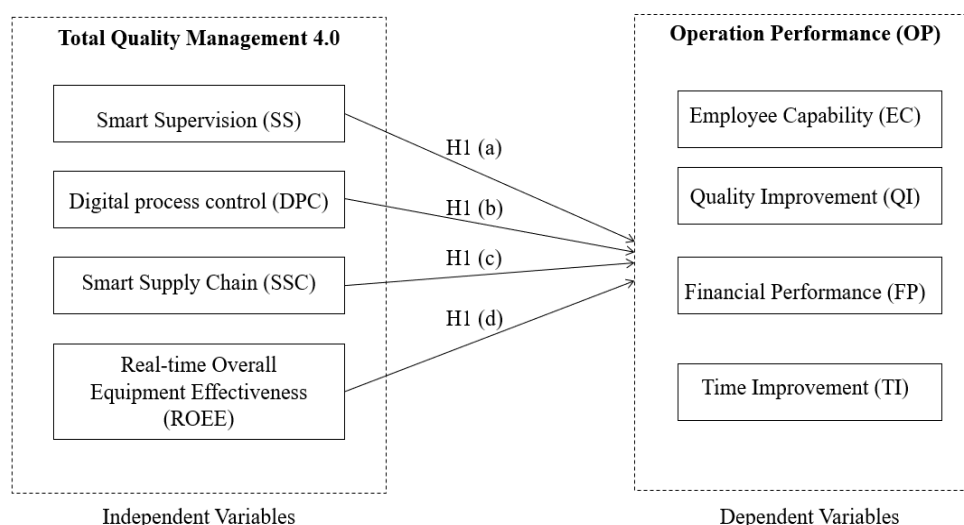
(d) *Keberkesanan Keseluruhan Peralatan Masa Nyata Pada Prestasi Operasi*

Keberkesanan peralatan keseluruhan masa nyata (OEE) adalah elemen penting ke arah prestasi operasi pembuatan. OEE masa nyata boleh menggunakan teknik ini untuk meramalkan keputusan perancangan mereka sebelum mereka memulakan projek, dengan menggunakan sambungan maklumat yang berkaitan melalui analisis data besar atau IoT (Mousavi *et al.*, 2018). Ia membantu membangunkan proses dan sistem untuk meningkatkan kualiti dan produktiviti. Menurut Narula *et al.* (2020), fungsi sistem masa nyata tertumpu terutamanya kepada mengurangkan kos pengeluaran, meningkatkan kecekapan, dan mencapai penggunaan tenaga manusia, bahan, kemudahan, sumber nyata atau kewangan yang optimum untuk meningkatkan produktiviti. Pendek kata, OEE masa nyata boleh memastikan kelancaran proses kerja mempengaruhi prestasi pembuatan.

H1(d): Keberkesanan keseluruhan peralatan masa nyata mempunyai hubungan yang signifikan dengan prestasi operasi.

2.4 Rangka Kerja Penyelidikan

Kerangka konsep hubungan antara pembolehubah bebas dan pembolehubah bersandar. Kedua-dua pembolehubah disertakan dengan kaedah pengukuran empat elemen. Pengurusan kualiti menyeluruh 4.0 (TQM 4.0) ialah pembolehubah bebas yang dimanipulasi untuk mengkaji kesannya terhadap pembolehubah bersandar. Ia dijalankan dengan pengawasan pintar (SS), kawalan proses digital (DPC), rantaian bekalan pintar (SSC), dan keberkesanan peralatan keseluruhan masa nyata (ROEE). Manakala, prestasi operasi (OP) ialah pembolehubah bersandar yang diukur untuk melihat sama ada perlakuan manipulasi pembolehubah bebas mempunyai kesan. Ia diukur dengan keupayaan pekerja (EC), peningkatan kualiti (QI), prestasi kewangan (FP), dan peningkatan masa (TI).



**Rajah 1: Rangka kerja hubungan antara Pengurusan Kualiti Menyeluruh 4.0 dan prestasi operasi**

### 3. Metodologi Kajian

#### 3.1 Reka Bentuk Penyelidikan

Reka bentuk kajian adalah penyusunan keadaan dan dibincangkan tentang aliran proses dan kaedah yang digunakan untuk menjalankan kajian penyelidikan ini. Jenis reka bentuk penyelidikan adalah dalam kes kajian penyelidikan ujian hipotesis. Ia telah merangkumi sembilan langkah, iaitu pemerhatian terhadap kajian minat, menyemak literatur, mengenal pasti masalah, membangunkan persoalan dan objektif kajian, mentakrifkan istilah dan konsep dengan jelas, membangunkan pelan instrumentasi, mengumpul data, menganalisis data, dan kesimpulan dan cadangan.

#### 3.2 Pengumpulan Data

Dalam data primer dijalankan dalam penyelidikan kuantitatif yang mengumpul data melalui soal selidik tinjauan dalam talian. Kaedah kuantitatif digunakan untuk menyiasat objektif dan menjawab persoalan kajian. Tinjauan ini dijalankan untuk mendapatkan maklumat tentang latar belakang pekerja, dan peserta mereka dalam menerima pakai industri 4.0 ke dalam sistem TQM ke arah prestasi operasi. Melalui tinjauan ini, pengkaji dapat memahami tentang maklumat umum sesuatu populasi. Menurut FMM (2021), bilangan pembuatan yang didaftarkan di bawah industri 4.0 di peringkat Melaka dan Johor adalah sekitar 646 syarikat pada tahun 2021. Disebabkan maklumat yang terhad, penyelidik tidak dapat mendapatkan jumlah sebenar pekerja yang bekerja di pengilangan tersebut.

Selain itu, pengkaji telah menganggarkan populasi kira-kira 250 kakitangan jabatan QA dan QC. Terdapat 30 perkilangan di sekitar Melaka dan Johor sebagai populasi sasaran. Oleh itu, saiz sampel minimum untuk penyelidikan ini ialah 152 responden, yang dikira dengan menggunakan Krejcie dan Morgan (1970). Teknik persampelan kajian ini menggunakan sampel rawak mudah. Penyelidik memilih secara rawak pembuatan yang disasarkan, yang bermaksud bahawa populasi pembuatan mempunyai peluang yang sama untuk dipilih. Populasi pembuatan dan jadual Krejcie dan Morgan (1970) boleh merujuk kepada Jadual 2 dan Rajah 2.

**Jadual 2: Bilangan sector pembuatan di Melaka dan Johor berdasarkan tahun**

	Tahun		
	2018	2019	2020
Keseluruhan	11061	12242	12000
Johor	9432	10452	10219
Melaka	1629	1790	1781

#### 3.3 Reka Bentuk Persampelan

Reka bentuk persampelan dijalankan selepas sumber kajian dipilih. Sampel terpilih ialah orang yang disasarkan daripada kumpulan tertentu untuk mengambil bahagian dalam tinjauan penyelidikan. Pembuatan Malaysia telah dipilih sebagai lokasi di mana tinjauan itu diedarkan. Populasi sasaran kajian ini terdiri daripada pekerja, yang bekerja di bahagian jaminan kualiti dan kawalan kualiti. Reka bentuk persampelan dibahagikan kepada dua jenis, iaitu persampelan kebarangkalian dan persampelan bukan kebarangkalian. Persampelan kebarangkalian lebih sesuai untuk kajian penyelidikan ini kerana setiap ahli populasi mempunyai peluang untuk dipilih. Pilih sampel rawak mudah sebagai kaedah persampelan, penyelidik perlu memilih secara rawak populasi pembuatan berdasarkan pengguna TQM 4.0.

<i>N</i>	<i>S</i>	<i>N</i>	<i>S</i>	<i>N</i>	<i>S</i>
10	10	220	140	1200	291
15	14	230	144	1300	297
20	19	240	148	1400	302
25	24	250	152	1500	306
30	28	260	155	1600	310
35	32	270	159	1700	313
40	36	280	162	1800	317
45	40	290	165	1900	320
50	44	300	169	2000	322
55	48	320	175	2200	327
60	52	340	181	2400	331
65	56	360	186	2600	335
70	59	380	191	2800	338
75	63	400	196	3000	341
80	66	420	201	3500	346
85	70	440	205	4000	351
90	73	460	210	4500	354
95	76	480	214	5000	357
100	80	500	217	6000	361
110	86	550	226	7000	364
120	92	600	234	8000	367
130	97	650	242	9000	368
140	103	700	248	10000	370
150	108	750	254	15000	375
160	113	800	260	20000	377
170	118	850	265	30000	379
180	123	900	269	40000	380
190	127	950	274	50000	381
200	132	1000	278	75000	382
210	136	1100	285	1000000	384

Note.—*N* is population size. *S* is sample size.

**Rajah 2: Penentuan saiz sampel (Krejcie dan Morgan, 1970)**

### 3.4 Instrumen Kajian dan Pengukuran

Soal selidik ialah instrumen kajian dan ukuran yang diadaptasi daripada kajian penyelidikan terdahulu untuk menentukan objektif. Tinjauan soal selidik dalam talian mengandungi tiga bahagian iaitu Bahagian A, Bahagian B dan Bahagian C. Soal Selidik bagi reka bentuk Bahagian A dalam 9 item dan bertanyakan maklumat am responden. Bahagian B dan Bahagian C mengukur tentang tahap tahap TQM 4.0 dalam pembuatan, dan hubungan antara Pengurusan Kualiti Menyeluruh 4.0 dan prestasi operasi. Soal selidik untuk kedua-dua bahagian reka bentuk dalam 38 item bertanya tentang pembolehubah bebas dan pembolehubah bersandar. Kedua-dua bahagian ini menggunakan Skala Selang dan reka bentuk dalam skala Likert tujuh mata bermula daripada 1=Sangat Tidak Setuju, 2=Tidak Setuju, 3=Agak Tidak Setuju, 4=Neutral, 5=Agak Setuju, 6=Setuju, dan 7= Sangat Setuju. Rujuk butiran dalam Jadual 3.

### 3.5 Analisis Data

Hasil daripada data yang dikumpul dijalankan dengan menggunakan perisian Statistical Package for Social Science (SPSS). Hasil data untuk objektif pertama dianalisis dengan menggunakan analisis huraian. Kaedah Analisis Deskriptif diterangkan dan meringkaskan pengumpulan data dengan cara yang mudah dan boleh difahami, seperti min dan sisihan piawai. Analisis data telah disenaraikan dalam jadual dan data disertakan dengan kekerapan, min, mod, dan median. Bagi objektif kedua, data yang dikumpul dianalisis dengan menggunakan analisis korelasi untuk melaporkan hasil data. Analisis korelasi digunakan untuk menentukan hubungan antara satu pembolehubah bersandar dan empat pembolehubah tidak bersandar. Tambahan pula, pengukuran keputusan objektif ketiga dijalankan melalui ujian-T dan analisis varians (ANOVA). Ujian-T dan ANOVA ialah analisis perbandingan antara dua atau lebih kumpulan. Sebagai contoh, pengkaji menggunakan kaedah analisis ini untuk membandingkan keputusan statistik antara lelaki dan perempuan.

**Jadual 3: Pengukuran bagi setiap pembolehubah**

Seksyen	Pembolehubah	Pengukuran	Skala pengukuran
<i>Section A:</i>	<i>Gender</i>		
<i>Demographic respondents</i>	<i>Age</i>		
	<i>Race</i>		
	<i>Education level</i>		
	<i>Working position</i>		
	<i>Working period</i>		
<i>Section B: Extent level of TQM 4.0; Independent variables: TQM 4.0</i>	<i>Smart supervision (SS)</i>		
	<i>Digital process control (DPC)</i>		
	<i>Smart supply chain (SSC)</i>		
	<i>Real-time overall equipment effectiveness (ROEE)</i>		
<i>Section C: Dependent variables: Operations performance</i>	<i>Employee capability (EC)</i>		
	<i>Quality improvement (QI)</i>		
	<i>Financial performance (FP)</i>		
	<i>Time improvement (TI)</i>		

#### 4. Keputusan dan Perbincangan

##### 4.1 Analisis Deskriptif: Apakah Tahap-Tahap TQM 4.0?

Kaedah analisis statistik deskriptif digunakan dalam bahagian ini untuk mengukur kecenderungan utama soalan bagi tahap tahap Pengurusan Kualiti Menyeluruh 4.0. Menurut Jadual 4, analisis deskriptif telah digunakan untuk mengukur 4 jenis pembolehubah bebas, iaitu pengawasan pintar (SS), kawalan proses digital (DPC), rantaian bekalan pintar (SSC), dan keberkesanan keseluruhan peralatan masa nyata (ROEE). Kesemua pembolehubah bebas diukur dengan menggunakan Skala Likert 7 mata. Oleh itu, kedudukan minimum ialah 1 dan kedudukan maksimum ialah 7 untuk semua pembolehubah. Di antara pembolehubah tersebut, DPC mempunyai tahap tahap tertinggi iaitu ( $M=4.86$ ,  $SD=1.28$ ). Kemudian, SSC ialah tahap tahap kedua tertinggi, yang mempunyai ( $M=4.33$ ,  $SD=1.45$ ). Ikuti dengan ROEE mempunyai  $M=4.28$ ,  $SD=1.69$ . SS ialah tahap tahap terendah, yang mempunyai  $M=4.19$ ,  $SD=1.45$ ). Oleh itu, berdasarkan nilai min, tahap tahap TQM 4.0 dianggap sebagai sederhana diterima pakai dalam pembuatan.

**Jadual 4: Analisis deskriptif**

Pembolehubah	N	Minimum	Maksimum	Mean	Std. Deviation	Tahap
avSS	130	1.00	7.00	4.19	1.45	4
avDPC	130	1.00	7.00	4.86	1.28	1
avSSC	130	1.00	7.00	4.33	1.45	2
avROEE	130	1.00	7.00	4.28	1.69	3
Valid N (listwise)	130					

##### 4.2 Analisis Korelasi: Apakah hubungan antara Pengurusan Kualiti Menyeluruh 4.0 dan prestasi operasi?

Kaedah analisis korelasi digunakan untuk menentukan hubungan yang signifikan antara elemen Pengurusan Kualiti Menyeluruh 4.0 dan prestasi operasi. Kaedah Korelasi Spearman digunakan untuk mengkaji hubungan bivariat. Ia juga ditakrifkan hubungan hipotesis sama ada diterima atau ditolak.



Berdasarkan Jadual 5, nilai pekali Korelasi mentakrifkan bahawa nilai kekuatan antara TQM 4.0 dan OP ialah  $r(130)=0.8$ ,  $p=0.000$ . Melalui keputusan ini, kami menyedari bahawa hubungan antara kedua-dua pembolehubah mempunyai hubungan positif yang sangat kuat. Dan, signifikan secara statistik bagi nilai-p mempunyai kurang daripada 0.05. Ia mempunyai korelasi yang signifikan antara TQM 4.0 dan OP. Keputusan untuk analisis korelasi boleh dirujuk kepada Jadual 6 dan Jadual 7 dalam lampiran. Manakala hasil hipotesis boleh merujuk kepada Jadual 8.

H1 (a): Pengawasan pintar (SS) mempunyai hubungan yang signifikan dengan prestasi operasi (OP).

**Jadual 5: Korelasi antara TQM 4.0 dan OP**

			TQM 4.0	OP
Spearman's rho	TQM 4.0	<i>Correlation coefficient</i>	1.000	0.799**
		<i>Sig. (2-tailed)</i>		0.000
		<i>N</i>	130	130
	OP	<i>Correlation coefficient</i>	0.799**	1.000
		<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.000	
		<i>N</i>	130	130

**Jadual 6: Analisis korelasi berasaskan normaliti pembolehubah**

<i>Hypotheses</i>	<i>Independent variables</i>	<i>Dependent variables</i>	<i>Correlation</i>
H1 (a)	avSS (Tidak normal)	avOP (Tidak normal)	Spearman's
H1 (b)	avDPC (Tidak normal)	avOP (Tidak normal)	Spearman's
H1 (c)	avSSC (Tidak normal)	avOP (Tidak normal)	Spearman's
H1 (d)	avROEE (Tidak normal)	avOP (Tidak normal)	Spearman's

**Jadual 7: Korelasi diantara pembolehubah tetap dan bebas**

	<i>Spearman's rho</i>	avSS	avDPC	avSSC	avROEE	avOP
avSS	<i>Correlation coefficient</i>	1.000				
	<i>Sig. (2-tailed)</i>					
	<i>N</i>	130				
avDPC	<i>Correlation coefficient</i>	0.728**	1.000			
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.000				
	<i>N</i>	130	130			
avSSC	<i>Correlation coefficient</i>	0.663**	0.743**	1.000		
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.000	0.000			
	<i>N</i>	130	130	130		
avROEE	<i>Correlation coefficient</i>	0.708**	0.782**	0.745**	1.000	
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.000	0.000	0.000		
	<i>N</i>	130	130	130	130	
avOP	<i>Correlation coefficient</i>	0.684**	0.738**	0.687**	0.760**	1.000
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	
	<i>N</i>	130	130	130	130	130

**Jadual 8: Keputusan hipotesis**

	<i>Hypothesis</i>	<i>p-value</i>	<i>Rejected / Accepted</i>
H1 (a)	<i>Smart supervision (SS) has a significant relationship with operation performance (OP)</i>	0.000	<i>Accepted</i>
H1 (b)	<i>Digital process control (DPC) has a significant relationship with operation performance (OP)</i>	0.000	<i>Accepted</i>
H1 (c)	<i>Smart supply chain (SSC) has a significant relationship with operation performance (OP)</i>	0.000	<i>Accepted</i>
H1 (d)	<i>Real-time overall equipment effectiveness (ROEE) has a significant relationship with operation performance (OP)</i>	0.000	<i>Accepted</i>

Menurut Jadual 7 menunjukkan tentang analisis korelasi antara pengawasan pintar (SS) dan prestasi operasi (OP). Nilai pekali Korelasi mentakrifkan bahawa nilai kekuatan antara SS dan OP ialah  $r(130)=0.684$ ,  $p=0.000$ . Melalui keputusan ini, kami mengetahui bahawa hubungan antara SS dan OP mempunyai hubungan positif yang kuat. Ini kerana nilai bagi kedua-dua perhubungan adalah antara 0.4 hingga 0.69. Jika tidak, nilai p yang signifikan secara statistik mempunyai kurang daripada 0.05 ( $p=0.000<0.05$ ). Oleh itu, ia mempunyai korelasi yang signifikan antara SS dan OP dan hipotesis disokong.

H1(b): Kawalan proses digital (DPC) mempunyai hubungan yang signifikan dengan prestasi operasi (OP).

Jadual 7 menggambarkan analisis korelasi antara kawalan proses digital (DPC) dan prestasi operasi (OP). Nilai pekali Korelasi menentukan bahawa nilai kekuatan antara DPC dan OP ialah  $r(130)=0.738$ . Nilai keputusan ini mentakrifkan bahawa kedua-dua pembolehubah mempunyai hubungan positif yang sangat kuat. Ini kerana nilai Pekali Korelasi mereka mempunyai lebih tinggi daripada 0.7. Walau bagaimanapun, nilai p yang signifikan secara statistik mempunyai kurang daripada 0.05 ( $p=0.000<0.05$ ). Ia dianggap sebagai korelasi yang signifikan antara DPC dan OP. Hipotesis diterima.

H1(c): Rangkaian bekalan pintar (SSC) mempunyai hubungan yang signifikan dengan prestasi operasi (OP)

Jadual 7 juga mentakrifkan analisis korelasi antara rangkaian bekalan pintar (SSC) dan prestasi operasi (OP). Nilai pekali Korelasi menunjukkan nilai kekuatan antara SSC dan OP ialah  $r(130)=0.687$ . Nilai keputusan ini mentakrifkan bahawa kedua-dua pembolehubah mempunyai hubungan positif yang kuat. Ini kerana nilai Pekali Korelasi mereka mempunyai antara 0.4 hingga 0.69. Walau bagaimanapun, nilai p yang signifikan secara statistik mempunyai kurang daripada 0.05 ( $p=0.000<0.05$ ). Ia dianggap sebagai korelasi yang signifikan antara SSC dan OP. Hipotesis diterima.

H1(d): Keberkesanan peralatan keseluruhan masa nyata (ROEE) mempunyai hubungan yang signifikan dengan prestasi operasi (OP)

Hubungan korelasi antara keberkesanan keseluruhan peralatan (ROEE) masa nyata dan prestasi operasi (OP) juga ditunjukkan dalam Jadual 7. Nilai pekali Korelasi mentakrifkan bahawa nilai kekuatan antara ROEE dan OP ialah  $r(130)=0.76$ . Melalui keputusan ini, kami menyedari bahawa hubungan antara kedua-dua pembolehubah mempunyai hubungan positif yang sangat kuat. Ini kerana nilai Pekali Korelasi mereka melebihi 0.7. Jika tidak, signifikan secara statistik bagi nilai-p mempunyai

kurang daripada 0.05 ( $p=0.000<0.05$ ). Oleh itu, ia mempunyai korelasi yang signifikan antara ROEE dan OP dan hipotesis disokong.

### 4.3 Perbincangan

#### (a) Untuk Mengkaji Tahap-Tahap Pengurusan Kualiti Menyeluruh 4.0

Tahap Pengurusan Kualiti Menyeluruh 4.0 telah diukur dalam 4 jenis pembolehubah, iaitu SS, DPC, SSC, dan ROEE dalam pembuatan. Analisis statistik deskriptif telah digunakan untuk menganalisis tahap tahap ini. Berdasarkan keputusan nilai min ditakrifkan bahawa tahap tahap TQM 4.0 dianggap sebagai sederhana diterima pakai dalam pembuatan.

Keputusan analisis menunjukkan tahap tertinggi amalan Pengurusan Kualiti Menyeluruh 4.0 dalam pembuatan ialah DPC. Ia mendapat nilai min tertinggi iaitu ( $M=4.86$ ) dan sisihan piawai ialah ( $SD=1.28$ ). Berdasarkan keputusan ini, bermakna DPC adalah teknologi paling biasa yang mempunyai amalan dalam pembuatan berbanding dengan teknologi lain. Kebanyakan DPC yang dinilai telah meningkatkan prestasi operasi mereka. Mereka menggunakan teknologi ini ke dalam aliran proses mereka untuk meningkatkan keberkesanan dan tepat. Manakala, tahap tahap terendah amalan Pengurusan Kualiti Menyeluruh 4.0 dalam pembuatan ialah SS. SS mempunyai nilai terendah  $M=4.19$  dan  $SD=1.45$ . Javaid *et al.* (2021) menyatakan bahawa Kualiti 4.0 disokong oleh teknologi yang membolehkan peningkatan ketara dalam kualiti, kepimpinan, dan budaya aliran proses. Namun begitu, terdapat kurang pembuatan SS yang diterima pakai dalam sistem pengurusan operasi mereka. Ini kerana, kepimpinan masih memainkan peranan penting dalam membimbing pekerja mereka. Kepimpinan mempunyai tanggungjawab atau kuasa untuk menyelesaikan isu memanipulasi dan menyediakan pembuatan keputusan yang berkesan, terutamanya untuk pembuatan yang sedang membangun.

Selain itu, tahap kedua dan ketiga amalan Pengurusan Kualiti Menyeluruh 4.0 dalam pembuatan ialah SSC dan ROEE. Kedua-duanya mempunyai nilai keputusan  $M=4.33$  dan  $M=4.28$ , manakala  $SD=1.45$  dan  $SD=1.69$  masing-masing. SSC dan ROEE sedang diterima pakai dalam pembuatan untuk meningkatkan pengurusan kualiti mereka. Pembuatan telah menggunakan teknologi ini untuk menghubungkan satu sama lain untuk menjalankan sistem proses dengan lancar.

Oleh itu, teknologi 4.0 telah digunakan dalam Pengurusan Kualiti Menyeluruh dalam pembuatan yang disasarkan yang membantu meningkatkan kualiti operasi pengeluaran. Terdapat banyak perusahaan besar dan sederhana telah mula memasukkan aspek industri pintar ke dalam operasi mereka (Ammar *et al.*, 2021). Teknologi canggih ini boleh meningkatkan pengurusan kualiti mereka menjadi lebih mudah. Sebagaimana Sami Sader *et al.* (2019) membentangkan bahawa industri 4.0 mempunyai perkaitan dengan TQM. Pelaksanaan teknologi industri 4.0 ke dalam TQM boleh menyokong amalannya dengan berkesan ke dalam organisasi.

#### (b) Untuk Menentukan Hubungan Antara Pengurusan Kualiti Menyeluruh 4.0 dan Prestasi Operasi

Untuk mencapai objektif ini, analisis korelasi telah digunakan untuk menentukan hubungan antara Pengurusan Kualiti Menyeluruh 4.0 dan prestasi operasi. Hasil kajian menunjukkan terdapat korelasi yang signifikan antara Pengurusan Kualiti Menyeluruh 4.0 dengan prestasi operasi. TQM 4.0 dan OP mempunyai hubungan positif yang kuat, kerana hasil pekali Korelasi mereka ialah  $r(130)=0.8$ ,  $p=0.000$ . Seperti Javaid *et al.* (2021), menyebut bahawa pengilang harus menggunakan sistem Kualiti 4.0 untuk memeriksa keadaan semasa mereka dan membuat penambahbaikan yang diperlukan untuk terus meningkatkan kualiti mereka pada masa hadapan.

Di samping itu, nilai  $p$  yang signifikan secara statistik untuk semua pembolehubah iaitu SS, DPC, SSC, dan ROEE terhadap OP adalah kurang daripada 0.05 ( $p=0.000<0.05$ ). Pada masa yang sama,

hipotesis diterima berdasarkan hasil korelasi antara pembolehubah bebas dan pembolehubah bersandar telah menunjukkan hubungan yang signifikan.

Selain itu, boleh disimpulkan bahawa pembuatan menggunakan industri 4.0 ke dalam Pengurusan Kualiti Menyeluruh mereka boleh meningkatkan prestasi operasi mereka. Menurut Chiarini (2020), dapatan menunjukkan terdapat 45% responden menyatakan Industri 4.0 mungkin meningkatkan kepuasan pelanggan dengan ketara dengan menghapuskan barangan yang rosak dan memberikan perkhidmatan yang lebih baik. Manakala, Canbay *et al.* (2019) menyatakan hasil penyelidikan yang TQM 4.0 boleh berkesan dalam meningkatkan pengeluaran organisasi, isu kualiti yang lebih sedikit dan pengurusan stok yang lebih cekap. Oleh itu, dalam kajian ini responden mempunyai bukti bahawa TQM 4.0 boleh meningkatkan keupayaan pekerja, kualiti pengeluaran, prestasi kewangan, dan mengurangkan pembaziran masa. Pembuatan boleh berprestasi baik dalam aliran proses mereka menjadi lebih berkesan dan tepat.

## 5. Kesimpulan

Kajian penyelidikan ini bertujuan untuk menentukan hubungan antara Pengurusan Kualiti Menyeluruh 4.0 dengan prestasi operasi. Hasilnya menunjukkan bahawa terdapat hubungan korelasi yang signifikan antara satu sama lain. TQM 4.0 telah menunjukkan pengaruh positif terhadap prestasi operasi. Untuk seketika, pengukuran elemen TQM 4.0 boleh meningkatkan prestasi pembuatan dengan mengurangkan perbelanjaan kos mereka, meningkatkan penglibatan pekerja dalam tugas kerja, meningkatkan kualiti produk dan perkhidmatan, dan keberkesanan pelan proses. Selain itu, penyelidikan ini juga untuk mengkaji tahap tahap TQM 4.0, dan untuk menyiasat kesan demografi terhadap TQM 4.0. Tahap tahap TQM 4.0 sangat digunakan dalam pembuatan. Ia telah menggambarkan bahawa semua soalan yang berkaitan mempunyai sokongan kepada maksud TQM 4.0. Manakala, dalam kumpulan demografi, hanya tahap pendidikan yang mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap DPC. Oleh itu, boleh ditakrifkan bahawa demografi mempunyai hubungan yang sangat lemah terhadap TQM 4.0.

## Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia kerana menyokong penyelidikan ini di bawah Skim Geran Penyelidikan Fundamental Vot No. FRGS/1/2021/SS02/UTHM/02/4.

## Rujukan

- Alicke, K., Rexhausen, D., & Seyfert, A. (2017). Supply Chain 4.0 in consumer goods. *Mckinsey & Company*, 1(11).
- Ammar, M., Haleem, A., Javaid, M., Walia, R., & Bahl, S. (2021). Improving material quality management and manufacturing organizations system through Industry 4.0 technologies. *Materials Today: Proceedings*, 45, 5089-5096.
- Amoroso, B. (2020). Financial implications of poor operations management. *Biz2credit*. Retrieved from <https://www.biz2credit.com/blog/2020/02/03/financial-implications-of-poor-operations-management/>
- Ashima, R., Haleem, A., Bahl, S., Javaid, M., Mahla, S. K., & Singh, S. (2021). Automation and manufacturing of smart materials in Additive Manufacturing technologies using Internet of Things towards the adoption of Industry 4.0. *Materials Today: Proceedings*, 45, 5081-5088.
- Babatunde, O. K. (2020). Mapping the implications and competencies for Industry 4.0 to hard and soft total quality management. *The TQM Journal*, 33(4), 896-914.

- Bag, S., Yadav, G., Dhamija, P., & Kataria, K. K. (2021). Key resources for industry 4.0 adoption and its effect on sustainable production and circular economy: An empirical study. *Journal of Cleaner Production*, 281, 125233.
- Barone, A. (2021). *Total Quality Management (TQM)*. Investopedia. Retrieved from <https://www.investopedia.com/terms/t/total-quality-management-tqm.asp>
- Britannica (2020). Manufacturing. *Encyclopedia Britannica*. Retrieved from <https://www.britannica.com/technology/manufacturing>
- Canbay, K., Akman, G., & Aladağ, Z. (2019). Applicability of Total Quality Management Principles in the Context of Industry 4.0. *International Journal of Advanced Research in Engineering & Management (IJAREM)*, 05(03), 12–28.
- Carvalho, A. V., Enrique, D. V., Chouchene, A., & Charrua-Santos, F. (2021). Quality 4.0: an overview. *Procedia Computer Science*, 181, 341-346.
- Chiarini, A. (2020). Industry 4.0, quality management and TQM world. A systematic literature review and a proposed agenda for further research. *The TQM Journal*, 32(4), 603-616.
- Cugno, M., Castagnoli, R., & Büchi, G. (2021). Openness to Industry 4.0 and performance: The impact of barriers and incentives. *Technological Forecasting and Social Change*, 168, 120756.
- Deeb, C. (2016). What Happens to an Organization with Bad Management.
- Demartini, M., & Tonelli, F. (2018). Quality management in the industry 4.0 era. *Proceedings of the Summer School Francesco Turco*, 2018, 8-14.
- Department of Statistics Malaysia. (2020). Monthly Manufacturing Statistics Malaysia. *Department of Statistics Malaysia*. Retrieved from <https://www.dosm.gov.my>
- Duman, M.C., & Akdemir, B. (2021). A study to determine the effects of industry 4.0 technology components on organizational performance. *Technological Forecasting and Social Change*, 167, 120615.
- Frank, A.G., Dalenogare, L.S., & Ayala, N.F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15-26.
- Haroon, R. (2020). Lower productivity, lack of contact are issues of concern for employer, employee. *New Straits Times*.
- Jaafar, S.S. (2020). Declining factory production ahead. *The Edge Markets*. Retrieved from <https://www.theedgemarkets.com>
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R.P., & Suman, R. (2021). Significance of Quality 4.0 towards comprehensive enhancement in manufacturing sector. *Sensors International*, 2, 100109.
- Korpela, K., Hallikas, J., & Dahlberg, T. (2017, January). Digital supply chain transformation toward blockchain integration. *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*, 4182-4191.
- Li, Y., Dai, J., & Cui, L. (2020). The impact of digital technologies on economic and environmental performance in the context of industry 4.0: A moderated mediation model. *International Journal of Production Economics*, 229, 107777.
- Meikeng, Y. (2021). Making it work from home. *The Star*. Retrieved from <https://www.thestar.com.my>
- Mousavi, M., Aziz, F.A., & Ismail, N. (2012). Opportunities and constraints of virtual reality application in international and domestic car companies of Malaysia. *2012 UKSim 14th International Conference on Computer Modelling and Simulation*, p. 273-277. IEEE.
- Narula, S., Prakash, S., Dwivedy, M., Talwar, V., & Tiwari, S. P. (2020). Industry 4.0 adoption key factors: an empirical study on manufacturing industry. *Journal of Advances in Management Research*, 17(5), 697–725.
- Niu, D. (2020). Smart supervision based on a new generation of information technology integration and its application. *2020 International Conference on Big Data, Artificial Intelligence and Internet of Things Engineering (ICBAIE)*, p. 301-306. IEEE.
- Nowicka, K. (2021). Customer experience as the driving force for supply chains digital transformation. *European Journal of Economics and Business Studies*, 6(1), 6–15.
- Pambreni, Y., Khatibi, A., Azam, S., & Tham, J.J.M.S.L. (2019). The influence of total quality management toward organization performance. *Management Science Letters*, 9(9), 1397-1406.
- Patel, J. (2020). Manufacturing in Malaysia: An Overview. *Gradmalaysia*. Retrieved from <https://gradmalaysia.com>
- Psarommatis, F., Prouvost, S., May, G., & Kiritsis, D. (2020). Product quality improvement policies in industry 4.0: characteristics, enabling factors, barriers, and evolution toward zero defect manufacturing. *Frontiers in Computer Science*, 2, 26.
- Rashid, A.R. (2020). Covid-19: Impact on Malaysia business. *Ernst & Young Global Limited*. Retrieved from <https://www.ey.com>
- Rashid, A.R. (2020). Take 5 for Business. *Papier Aus Osterreich*, 8(June 2020), 12. Retrieved from [https://www.ey.com/en\\_my/take-5-business-alert/covid-19-impact-on-malaysian-businesses](https://www.ey.com/en_my/take-5-business-alert/covid-19-impact-on-malaysian-businesses)
- Sader, S. (2020). An experimental approach to total quality management in the context of Industry 4.0. *Szent István University*.

- Sader, S., Husti, I., & Daróczy, M. (2019). Industry 4.0 as a key enabler toward successful implementation of total quality management practices. *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*, 27(2), 131-140.
- Sadikoglu, E., & Olcay, H. (2014). The effects of total quality management practices on performance and the reasons of and the barriers to TQM practices in Turkey. *Advances in Decision Sciences*, 2014, 996–1027.
- Said, M., & Goh, E. (2020, May). The Financial impact of Covid-19. *Deloitte*. Retrieved from <https://www2.deloitte.com>
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*. World Economic Forum. Retrieved from <https://www.weforum.org>
- StatsMalaysia. (2021). *Interactive Malaysia Statistical Business Register (i-MSBR)*. Retrieved from <https://public.tableau.com>
- Udofia, E.E., Adejare, B.O., Olaore, G.O., & Udofia, E.E. (2021). Direct and indirect impact of quality management on the integrated performance of medium-scale manufacturers. *The TQM Journal*.
- UKEssays. (2018a). *The Supply Chain Strategies of IKEA*. 7.
- UKEssays. (2018b). *The Manufacturing Sector in Malaysia*. 1–11.
- Vakil, B. (2020). Supplier Risk Assessment is key to resiliency. *Material Handling and Logistics*.
- Yong, C.Y. (2018). *The Influence of Total Quality Management on Project Performance: The Case of Construction Organizations in Malaysia*. Doctoral dissertation, Curtin University.
- Yusof, A. (2021). Manufacturing to spur Malaysia's industrial production: Moody's Analytics. *New Straits Times*. Retrieved from <https://www.nst.com.my>
- Zaidin, N.H.M., Diah, M.N.M., Yee, P.H., & Sorooshian, S. (2018). Quality management in industry 4.0 era. *Journal of Management and Science*, 8(2), 82-91.