

‘QUALITY AT SPEED’ DI INSTITUSI ISLAM MENGGUNAKAN MODEL PELAKSANAAN UJIAN AUTOMASI

QUALITY AT SPEED IN ISLAMIC INSTITUTIONS THROUGH A TEST AUTOMATION MODEL

*ROSHAIMIEZA BINTI MAT ADAM
Jabatan Digital Negara, Kementerian Digital
mieza@jdn.gov.my

FAIZURA HANEEM BINTI MOHAMED ALI
Jabatan Digital Negara, Kementerian Digital
haneem.ali@ekonomi.gov.my

A PEER-REVIEWED ARTICLE
(RECEIVED – 29/6/2024; REVISED – 17/11/2024; ACCEPTED – 22/11/2024)

ABSTRAK

Transformasi digital dalam Institusi Islam di Malaysia merupakan bidang tumpuan utama untuk memodenkan perkhidmatan selaras dengan pematuhan kepada prinsip Syariah. Penyepaduan teknologi digital dalam perkhidmatan Pengurusan Islam memerlukan penyampaian yang pantas dan berkualiti tinggi. Automasi ujian penting untuk mendapatkan input pantas berkaitan kualiti perisian, mengimbangi kecekapan dengan kebolehpercayaan agar jangkaan pengguna perkhidmatan dapat dipenuhi dengan lancar. Walau bagaimanapun, ujian automasi sukar dilaksanakan sekiranya proses pengujian tidak berstruktur serta terdapat tanggapan negatif terhadap proses pengujian. Pelbagai kajian berkaitan ujian automasi yang telah dilaksanakan berkaitan amalan terbaik ujian automasi, namun begitu kajian-kajian tersebut terhad kepada perspektif dan konteks penyelidikan tanpa berdasarkan kitar hayat pengujian perisian. Oleh itu, kajian ini dilaksanakan untuk membangunkan Model Pelaksanaan Ujian Automasi bagi rujukan organisasi ke arah meningkatkan kepantasan, kecekapan dan kebolehpercayaan dalam perkhidmatan yang ditawarkan. Model ini terdiri daripada kompilasi amalan-amalan terbaik ujian automasi yang telah dibuktikan menerusi kaedah empirikal oleh para penyelidik, perkongsian pengamal industri serta kajian kes oleh organisasi yang telah melaksanakan ujian automasi. Ia dibangunkan berdasarkan tujuh proses ujian ISTQB agar ianya berstruktur, lebih mudah difahami kerana penggunaan terma dan konsep yang digunakan secara global dalam domain pengujian perisian, menggariskan aktiviti-aktiviti utama pengujian bermula daripada perancangan sehingga penamatan ujian yang turut merangkumi aspek bisnes dan teknikal.

Keywords: perkhidmatan yang berkualiti tetapi pantas, ujian automasi, amalan terbaik, proses ujian, model pelaksanaan

ABSTRACT

Digital transformation of Islamic institutions is essential for modernizing services, enhancing speed, efficiency, and reliability, all while maintaining compliance with Shariah principles. Integrating digital technology in Islamic management services demands fast, high-quality delivery. Test automation ensures rapid software quality feedback, balancing efficiency with reliability to meet user expectations seamlessly. The adoption of test automation in will be challenging if the testing process is inherently unstructured and the procedure is generally negative. Several studies have addressed best

practices in automation testing. However, these studies are often limited to specific perspectives and contexts and do not comprehensively adhere to the entire software testing life cycle. This study was conducted to develop Test Automation Implementation Model as an organizational reference to enhance the service speed, efficiency, and reliability. This model comprises a compilation of best practices in automation testing, validated through empirical methods by researchers, insights from industry practitioners, and case studies from organizations that have successfully implemented automation testing. It outlines the primary testing activities from test planning to test completion, incorporating both business and technical aspects. Based on the seven ISTQB test processes, this model is organized and structured, making it easier to understand by using terms and concepts prevalent in the software testing domain.

Keywords: *Quality at speed, test automation, best practices, test process, implementation model*

1. PENDAHULUAN

Transformasi digital telah meningkatkan kebergantungan sesebuah organisasi kepada perisian atau sistem aplikasi untuk menyokong perkhidmatan (Mergel et al., 2019) selain dapat meningkatkan prestasi perkhidmatan yang diberikan. Sejalan dengan itu, Pelan Strategik Pendigitalan Sektor Awam 2021-2025 yang mengandungi hala tuju strategik pendigitalan agensi sektor awam telah diwujudkan bagi menggariskan strategi dan program sebagai panduan kepada agensi sektor awam dalam perancangan serta pelaksanaan inisiatif pendigitalan agensi yang selari dengan agenda pendigitalan negara (JDN, 2023). Selain itu, agensi sektor awam daripada pelbagai sektor seperti ekonomi, pendidikan, sosial turut mengambil inisiatif untuk mewujudkan pelan strategik pendigitalan atau pelan transformasi di peringkat agensi masing-masing sebagai usaha merealisasikan transformasi digital ini. Pelan Transformasi Hal Ehwal Agama Islam Menuju Malaysia Madani (Al-Falah) 2023-2027 misalnya turut menggariskan perkara berkaitan transformasi digital dan revolusi industri sebagai pemangkin kepada organisasi pengurusan hal ehwal Islam untuk melaksanakan fungsi masing-masing secara sistematik dan berkesan (JAKIM, 2023).

Dalam usaha negara menuju ke arah transformasi pendigitalan, kepesatan penggunaan teknologi digital, pembangunan perisian moden serta peningkatan terhadap pengalaman dan jangkaan pengguna, telah menuntut penyampaian perkhidmatan yang pantas tanpa menjejaskan kualiti perkhidmatan yang diberikan (Mergel et al., 2019). Keadaan ini menyebabkan organisasi mula memberikan fokus pada ujian automasi perisian secara cekap dan berkesan bagi mendapatkan input pantas berkaitan kualiti perisian. Hynninen, Timo, et al., (2018) menerusi kajian mereka mendapati kebanyakan organisasi telah beralih ke arah ujian automasi menerusi pelaksanaan metodologi pembangunan *Agile* berbanding metodologi yang konvensional (Hynninen et al., 2018). Berdasarkan statistik oleh (MarketsandMarkets Research, 2019), saiz pasaran ujian automasi global dijangka

meningkat daripada USD 28.1 bilion pada tahun 2023 kepada USD 55.2 bilion menjelang tahun 2028 berikutan berikutan transformasi digital dan juga perkembangan dalam pembangunan aplikasi moden seperti penggunaan pendekatan *Agile* dan *DevOps* (Riungu-Kalliosaari et al, 2016; Sogeti, 2023).

Ujian automasi merupakan kaedah pengujian yang menggunakan *tools* atau perisian khas untuk mengenal pasti kecacatan dalam perisian dan memastikan kualiti sesebuah perisian (Softcrylic, 2022) dengan membandingkan hasil sebenar dengan hasil jangkaan [10]. Objektif ujian automasi adalah untuk meningkatkan kecekapan pengujian menerusi peningkatan pelaksanaan kes ujian (test case) dan liputan ujian (test coverage). Kajian oleh (Rafi et al., 2012) menunjukkan bahawa faedah automasi ujian adalah berkaitan dengan penggunaan semula kes ujian, penghasilan liputan ujian yang lebih tinggi serta penjimatan masa dalam pelaksanaan ujian.

Ujian automasi sangat sukar dilaksanakan jika terdapat kekangan berkaitan pematuhan proses, bisnes dan perancangan, kemahiran, bajet serta sistem yang sedang diuji (Wiklund et al., 2017). Berdasarkan soal selidik yang dijalankan oleh (International Software Testing Qualification Board (ISTQB), 2023) daripada 65% daripada 2000 organisasi yang melaksanakan ujian automasi, hanya separuh organisasi yang berjaya mendapatkan faedah-faedah hasil pengujian kerana kaedah pengujian yang kurang berkesan. Kajian ini akan memfokuskan kepada proses pengujian yang teratur dan berstruktur kerana antara faktor kejayaan ujian automasi adalah bergantung kepada kestabilan dan struktur ujian serta proses yang terlibat (Fewster, D., Graham, D. 1999; Liebel, G. & Feldt, R., 2013). Kajian ini juga mendapati, kebanyakan penyelidikan berkaitan ujian automasi terhad kepada perspektif dan konteks penyelidikan seperti amalan-amalan terbaik ujian automasi, teknik ujian automasi, penggunaan teknologi, model dan rangka pengujian tanpa mengambilkira pelaksanaan berdasarkan kitar hayat pengujian perisian.

Fokus utama kajian adalah mengenalpasti amalan-amalan terbaik pelaksanaan ujian automasi bagi memastikan keperluan sistem dapat diuji dengan cekap dan berkesan dan seterusnya meningkatkan kepantasan, kecekapan dan kebolehpercayaan dalam perkhidmatan yang ditawarkan. Metodologi kajian adalah kajian literatur melalui kaedah *Multivocal Literature Review (MLR)* yang memberikan manfaat besar dalam bidang kejuruteraan perisian berdasarkan saranan oleh (Garousi et al., 2019). Kajian literatur telah dilaksanakan berkaitan amalan-amalan terbaik pelaksanaan ujian automasi yang memenuhi tiga kriteria yang telah ditetapkan bagi memastikan proses pengujian adalah mengambilkira aspek teori dan praktikal pengujian. Kriteria pertama adalah amalan terbaik yang telah dibuktikan menerusi kaedah empirikal oleh para penyelidik. Kedua berdasarkan maklumat yang dikongsi oleh

para pengamal industri pengujian menerusi pelbagai sumber seperti majalah atau laporan teknikal berkaitan hasil kerja atau pengalaman melaksanakan ujian automasi serta cadangan amalan terbaik, garis panduan dan penambahbaikan yang dapat membantu dalam meningkatkan kecekapan dan keberkesanan ujian automasi. Ketiga adalah kajian kes yang telah dibuktikan berdasarkan analisa kos-faedah. Amalan terbaik yang memenuhi kriteria yang ditetapkan dianalisis dan aktiviti pemetaan dilaksanakan berdasarkan matriks bagi memastikan amalan terbaik dapat dilaksanakan berdasarkan takrifan proses ujian oleh *ISTQB® Certified Tester Foundation Level (CTFL)* [17]. Satu Model Pelaksanaan Ujian Automasi telah dihasilkan mengandungi 96 aktiviti ujian yang memperincikan amalan terbaik ujian automasi berdasarkan tujuh proses ujian oleh *ISTQB*.

Model Pelaksanaan Ujian Automasi yang dihasilkan melalui kajian ini amat penting kerana ianya berupaya merapatkan jurang antara penyelidikan akademik dan pengamal industri pengujian melalui metodologi yang berstruktur dan sistematik, berdasarkan proses ujian yang merangkumi keperluan bisnes dan teknikal. Model pelaksanaan ini akan menjadi sumber rujukan kepada organisasi sektor awam dan pengamal ujian perisian untuk melaksanakan ujian automasi secara sistematik dan komprehensif.

Seksyen seterusnya akan membincangkan metodologi kajian dan pembangunan model iaitu Seksyen 2.1 yang menerangkan kajian literatur berkaitan amalan terbaik pelaksanaan ujian automasi, Seksyen 2.2 menerangkan pemetaan amalan terbaik pelaksanaan ujian automasi dengan proses ujian oleh *ISTQB® Certified Tester Foundation Level (CTFL)*, dan Seksyen 2.3 menerangkan cadangan Model Pelaksanaan Ujian Automasi. Seksyen 3 seterusnya menerangkan kesimpulan hasil kajian yang telah dilaksanakan.

2. HASIL KAJIAN

2.1 Kajian Literatur

Seksyen ini akan memfokuskan kepada amalan-amalan terbaik ujian automasi yang telah dibuktikan menerusi kaedah empirikal oleh para akademik, perkongsian pengamal industri pengujian serta kajian kes organisasi yang telah berjaya melaksanakan ujian automasi. Tiga kajian telah dipilih untuk dianalisa iaitu kajian oleh (Wang, Yuqing, et al., 2022; Ricca, F., & Stocco, A., 2021; Garousi, V., & Yildirim, E., 2018).

Kajian pertama merupakan hasil penyelidikan berterusan berkaitan ujian automasi bermula tahun 2018 oleh (Wang, Yuqing, et al., 2022). Kajian ini telah mengenal pasti terdapat 26 amalan terbaik dengan mengambil kira pengaruh positif terhadap peningkatan kematangan ujian automasi serta hubungkait amalan terbaik dengan faktor kejayaan serta halangan yang telah dikenalpasti oleh penyelidik yang lain.

Jadual 1 menunjukkan 26 amalan terbaik, berdasarkan 13 *key areas* serta bilangan rujukan kajian *Academic Literature (AL)* dan *Grey Literature (GL)* yang telah dilaksanakan:

Jadual 1: Amalan Terbaik Ujian Automasi oleh Wang, Yuqing, et al.

No.	Key Areas	Best Practices	Number of *AL & GL Citation
1.	SUT (System Under Test)	<i>Design the SUT for automated testability</i>	12
2.	Test Automation Requirements	<i>Define test automation requirements</i>	9
		<i>Have control over changes of test automation requirements</i>	6
3.	Test Tools	<i>Select the right test tools</i>	28
		<i>Properly use test tools</i>	7
4.	Test Design	<i>Develop high-quality test scripts</i>	21
		<i>Arrange test ware in good architecture</i>	14
5.	Test Environment	<i>Set up good test environments</i>	19
		<i>Create high-quality test data</i>	8
6.	Test Execution	<i>Prioritize automated tests for execution</i>	9
		<i>Automate pre-processing and post-processing</i>	2
7.	Verdicts	<i>Automate test oracles</i>	2
		<i>Analyse test automation efficiently and effectively</i>	11
		<i>Report useful test automation results to key stakeholders</i>	6
8.	Measurements	<i>Use the right test automation metrics</i>	10
9.	Technology	<i>Adopt new technologies</i>	4
10.	Test Automation Strategy	<i>Define an effective test automation strategy</i>	37
		<i>Involve key stakeholders in strategy development</i>	6
		<i>Adjust the strategy to the changes</i>	6
11.	Resources	<i>Provide enough resources</i>	16
12.	Test Organization	<i>Acquire enough management support for test automation</i>	7
		<i>Keep test professionals motivated about test automation</i>	5
		<i>Have competent test professionals</i>	5
		<i>Promote collaboration</i>	12
13.	Knowledge Transfer	<i>Share available test automation knowledge</i>	10
		<i>Allow time for training and the learning curve</i>	13

Kajian kedua merupakan hasil penyelidikan yang memfokuskan kepada pelaksanaan ujian automasi

secara *end-to-end* oleh (Ricca, F., & Stocco, A., 2021). Kajian ini telah menganalisa 2,400 sumber ujian automasi termasuk dari sumber rujukan terbaik ujian automasi oleh pengamal pengujian serta mengkategorikannya kepada aspek bisnes dan juga teknikal seperti analisa, rekabentuk, pelaksanaan dan penyelenggaraan ujian. Jadual 2 menunjukkan 32 amalan terbaik serta bilangan rujukan kajian *GL* yang telah dilaksanakan:

Jadual 2: Amalan Terbaik Ujian Automasi oleh Ricca, F., & Stocco, A.

No.	Best Practices	Number of *GL Citation	
1.	<i>Structural Test Script Quality</i>	<i>Manage the synchronization with the web app</i>	67
		<i>Keep the tests atomic and short</i>	40
		<i>Use appropriate naming and code conventions</i>	31
		<i>Focus on reusable test code</i>	25
2.	<i>Test Script Development</i>	<i>Remove sources of uncertainty (no flakiness)</i>	26
		<i>Create tests that are resilient to minor GUI changes</i>	16
		<i>Mock external services</i>	15
		<i>Write both positive and negative test</i>	10
3.	<i>Monitoring Execution of Test suites and Reporting</i>	<i>Produce detailed reports</i>	36
		<i>Take/use screenshots</i>	17
		<i>Use Continuous Integration (CI)</i>	14
4.	<i>Design Patterns</i>	<i>Use the Page Object Pattern (also Page Factory)</i>	52
		<i>Others</i>	14
5.	<i>Locators</i>	<i>Create robust/proper locators/selectors</i>	48
		<i>Preferred locators order</i>	17
6.	<i>Data</i>	<i>Use data-driven testing</i>	33
		<i>Use high-quality test data</i>	19
7.	<i>Test Script Grouping and Ordering</i>	<i>Make tests independent from each other</i>	34
		<i>Group tests, e.g., by functional area</i>	12
8.	<i>Test Execution</i>	<i>Prioritization</i>	19
		<i>Parallelization</i>	14
		<i>“Green tests run” policy: All tests must pass</i>	7
9.	<i>Planning</i>	<i>Do not consider test automation as a replacement for manual testing</i>	16
		<i>Choose the correct testing framework</i>	15
		<i>Mentorships/Experts</i>	12
		<i>Test early and test often</i>	11
10.	<i>Design</i>	<i>Focus on key user flows or process flows or functionalities</i>	24
		<i>Understand what test cases to actually automate</i>	14
		<i>Test from the end-user perspective</i>	8
11.	<i>Process</i>	<i>Do not limit to only GUI testing (the testing pyramid)</i>	28

<i>No.</i>	<i>Best Practices</i>	<i>Number of *GL Citation</i>
	<i>Implement test code review</i>	8
	<i>Integrate exploratory testing</i>	4

Kajian ketiga merupakan kajian kes yang telah mengenal pasti beberapa amalan terbaik yang telah berjaya meningkatkan kecekapan dan keberkesanan pengujian serta memberikan faedah secara kuantitatif dan kualitatif terhadap sebuah projek kategori berskala besar, dan dilaksanakan secara kolaborasi antara para akademik dan pengamal industri iaitu *Law-Practice Management Software* oleh (Garousi, V., & Yildirim, E., 2018). Jadual 3 menunjukkan amalan terbaik bagi projek yang telah dilaksanakan.

Jadual 3: Amalan Terbaik Ujian Automasi oleh Garousi, V., & Yildirim, E.

<i>No.</i>	<i>Best Practices</i>	
1.	<i>Testing Process and Methodology</i>	<i>Allocate the “right” people and also trained them with the right process and best practices</i>
		<i>Pick manual testers who had experience in manual testing and “transitioned” them to be automation specialists,</i>
		<i>“Transitioned” manual tests (which were previously written) to automated tests.</i>
2.	<i>Automated Testing Levels: Service and GUI Testing</i>	<i>Decide which test levels should be automated, e.g., unit level, integration level, service level or system-level testing. Approaches and tools to automate the testing of each of these levels are different.</i>
3.	<i>Automated Testing Architecture and Tools</i>	<i>Select test the right tools for the test automation task</i>
4.	<i>Deciding When and What Test Cases to Automate</i>	<i>Using systematic guidelines to decide when and what (test cases) to automate.</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Automating tests for straightforward, happy paths and the most commonly used features</i> ▪ <i>Choosing tests for automation based on market risk</i> ▪ <i>Automating tests which do not require human expert knowledge for verification</i>
5.	<i>Applying The Best Practices and Patterns When Writing Test Scripts</i>	<i>Use Behaviour-Driven Development (BDD)</i>
		<i>Use Page-Object Pattern</i>
		<i>Use code-analysis tools such to visualize call and dependency graphs in test code domain to ensure modularity and understanding of test code</i>
		<i>Implement modularity in test code</i>
		<i>creating test-specific libraries</i>
6.	<i>Development Of Automated Test Suites</i>	

Walau bagaimanapun, ketiga-tiga kajian ini tidak menyatakan secara jelas pelaksanaan amalan-amalan terbaik berdasarkan kitar hayat pengujian perisian. Kajian kedua misalnya, ada menyatakan berkaitan aspek teknikal dan bisnes seperti pelaksanaan dan penyelenggaraan tetapi tidak diperincikan dengan jelas berkaitan proses ujian dan aktiviti bisnes seperti *design* dan *process* boleh dikategorikan semula berdasarkan kepada aktiviti ujian dalam kitar hayat pengujian perisian. Selain itu, keterangan

yang diberikan tidak berdasarkan kepada proses pengujian secara berstruktur seperti bermula dengan aktiviti perancangan.

2.2 Metodologi Kajian

Proses penyelidikan ini mengandungi 4 aktiviti iaitu pemilihan kriteria kajian, strategi carian, pemilihan asas pemetaan, pemetaan aktiviti ujian. Setiap peringkat diterangkan di bawah.

2.2.1 Pemilihan kriteria kajian

3 kriteria utama bagi kajian ini adalah hasil penyelidikan akademik, perkongsian input daripada pengamal-pengamal bidang industri pengujian yang lebih berorientasikan praktikal, kisah kejayaan organisasi yang telah berjaya melaksanakan ujian automasi serta merupakan penyelidikan 5 tahun terkini. Kriteria ini penting bertujuan untuk mengekstrak taksonomi amalan terbaik automasi ujian daripada literatur.

2.2.2 Strategi carian

Carian literatur dilaksanakan menerusi pangkalan data *Google Scholar*, berdasarkan kepada 3 kriteria kajian yang telah ditetapkan.

2.2.3 Pemilihan Asas Pemetaan

Pemilihan asas pemetaan adalah berdasarkan proses ujian dalam ISTQB® *Certified Tester Foundation Level* (CTFL) kerana ianya mematuhi ISO/IEEE/IEC 29119-2 (Sanchez-Gordon, M. L., & Colomo-Palacios, R., 2018). ISTQB merupakan organisasi yang mempunyai reputasi yang baik di kalangan pengamal dalam industri pengujian. Sukatan pelajaran CTFL juga menerangkan istilah dan konsep yang digunakan secara global dalam domain pengujian perisian dan boleh diadaptasikan untuk model pembangunan sistem seperti *Sequential, Iterative and Incremental* dan sebagainya.

2.2.4 Pemetaan aktiviti ujian

Amalan terbaik ujian automasi akan dianalisa berdasarkan setiap proses ujian yang telah dikenalpasti iaitu *test planning, test monitoring and control, test analysis, test design, test implementation, test execution* dan *test completion*. Satu matriks yang mengandungi proses ujian, aktiviti ujian dan amalan terbaik ujian serta kajian literatur dibangunkan bagi memastikan pemetaan amalan terbaik adalah berdasarkan takrifan proses ujian di atas. Jadual 4 adalah matriks pelaksanaan ujian automasi:

Jadual 4: Matriks Pelaksanaan Ujian Automasi

ISTQB TEST PROCESS	TEST ACTIVITIES/BEST PRACTICES	ISTQB FOUNDATION LEVEL (CTFL)	LITERATUR REVIEW		
			MLR 1	MLR 2	MLR 3
TEST PLANNING	<i>Determining the scope, objectives, and risks of testing</i>	X			
	<i>Defining the overall approach of testing</i>	X			
	<i>Define an effective test automation strategy</i>		X		
	<i>Choose the correct testing framework</i>			X	
			X	X
			X	
TEST MONITORING & CONTROL	X			

Menerusi aktiviti pemetaan ini, terdapat amalan terbaik yang melengkap aktiviti ISTQB sedia ada dan juga memberi nilai tambah kepada aktiviti pengujian selain dapat mengoptimumkan usaha pengujian daripada berulang (Elberzhager et al., 2012).

2.3 Cadangan Model Pelaksanaan Ujian Automasi

Hasil daripada pemetaan aktiviti ujian, satu cadangan model pelaksanaan ujian automasi telah dibangunkan untuk tujuan organisasi mengurus dan melaksanakan ujian automasi. Jadual 5 menunjukkan Model Pelaksanaan Ujian Automasi.

Jadual 5: Model Pelaksanaan Ujian Automasi

ISTQB TEST PROCESS	TEST ACTIVITIES
[TP1] TEST PLANNING	<i>TP1.1 Determining the scope, objectives, and risks of testing</i>
	<i>TP1.2 Defining the overall approach of testing</i>
	<i>TP1.3 Define an effective test automation strategy</i>
	<i>TP1.4 Choose the correct testing framework</i>
	<i>TP1.5 Do not limit to only GUI testing (the testing pyramid) Decide which test levels should be automated, e.g., unit level, integration level, service level or system-level testing. Approaches and tools to automate the testing of each of these levels are different</i>
	<i>TP1.6 Test early and test often</i>
	<i>TP1.7 Do not consider test automation as a replacement for manual testing</i>
	<i>TP1.8 Involve key stakeholders in strategy development</i>
	<i>TP1.9 Acquire enough management support for test automation</i>
	<i>TP1.10 Adjust the strategy to the changes</i>
	<i>TP1.11 Define test automation requirements</i>
	<i>TP1.12 Have control over changes of test automation requirements</i>
	<i>TP1.13 Integrating and coordinating the test activities into the software lifecycle activities</i>

ISTQB TEST PROCESS	TEST ACTIVITIES
	<i>TP1.14 Making decisions about what to test, the people and other resources required to perform the various test activities, and how test activities will be carried out</i>
	<i>TP1.15 Provide enough resources Allow time for training and the learning curve Allocated the “right” people and also trained them with the right process and best practices</i>
	<i>TP1.16 Mentorships/Experts</i>
	<i>TP1.17 Have competent test professionals</i>
	<i>TP1.18 Promote collaboration</i>
	<i>TP1.19 Keep test professionals motivated about test automation</i>
	<i>TP1.20 Scheduling of test analysis, design, implementation, execution, and evaluation activities, either on particular dates (e.g., in sequential development) or in the context of each iteration (e.g., in iterative development)</i>
	<i>TP1.21 Selecting metrics for test monitoring and control</i>
	<i>TP1.22 Use the right test automation metrics</i>
	<i>TP1.23 Budgeting for the test activities</i>
	<i>TP1.24 Determining the level of detail and structure for test documentation (e.g., by providing templates or example documents)</i>
[TP2] TEST MONITORING & CONTROL	<i>TP2.1 Re-prioritizing tests when an identified risk occurs (e.g., software delivered late)</i>
	<i>TP2.2 Changing the test schedule due to availability or unavailability of a test environment or other resources</i>
	<i>TP2.3 Re-evaluating whether a test item meets an entry or exit criterion due to rework</i>
	<i>TP2.4 Use Continuous Integration (CI)</i>
[TP3] TEST ANALYSIS	<i>TP3.1 Analyzing the test basis appropriate to the test level being considered</i>
	<i>TP3.2 Evaluating the test basis and test items to identify defects of various types</i>
	<i>TP3.3 Identifying features and sets of features to be tested</i>
	<i>TP3.4 Defining and prioritizing test conditions for each feature based on analysis of the test basis, and considering functional, non-functional, and structural characteristics, other business and technical factors, and levels of risks</i>
	<i>TP3.5 Capturing bi-directional traceability between each element of the test basis and the associated test conditions</i>
[TP4] TEST DESIGN	<i>TP4.1 Designing and prioritizing test cases and sets of test cases</i>
	<i>TP4.2 Design the SUT for automated testability</i>
	<i>TP4.3 Arrange testware in good architecture</i>
	<i>TP4.4 Identifying necessary test data to support test conditions and test cases</i>
	<i>TP4.5 Designing the test environment and identifying any required infrastructure and tools</i>
	<i>TP4.6 Select the right test tools</i>
	<i>TP4.7 Adopt new technologies</i>
	<i>TP4.8 Focus on key user flows or process flows or functionalities</i>
	<i>TP4.9 Test from the end-user perspective</i>
	<i>TP4.10 Understand what test cases to actually automate; Using systematic guidelines to decide when and what (test cases) to automate 1-Automating tests for straightforward, happy paths and the most commonly used features 2-Choosing tests for automation based on market risk 3-Automating tests which do not require human expert knowledge for verification</i>
	<i>TP4.11 Capturing bi-directional traceability between the test basis, test conditions, and test cases</i>
[TP5] TEST IMPLEMENTATION	<i>TP5.1 Developing and prioritizing test procedures, and, potentially, creating automated test scripts</i>
	<i>TP5.2 “Transitioned” manual tests (which were previously written) to automated tests</i>
	<i>TP5.3 Automate test oracles</i>

ISTQB TEST PROCESS	TEST ACTIVITIES
	<i>TP5.4 Automate pre-processing and post-processing</i>
	<i>TP5.5 Develop high-quality test scripts</i>
	<i>TP5.6 Use the Page Object Pattern (also Page Factory)</i>
	<i>TP5.7 Create robust/proper locators/selectors</i>
	<i>TP5.8 Preferred locators order</i>
	<i>TP5.9 Manage the synchronization with the web app</i>
	<i>TP5.10 Keep the tests atomic and short</i>
	<i>TP5.11 Use appropriate naming and code conventions</i>
	<i>TP5.12 Focus on reusable test code</i>
	<i>TP5.13 Remove sources of uncertainty (no flakiness)</i>
	<i>TP5.14 Create tests that are resilient to minor GUI changes</i>
	<i>TP5.15 Mock external services</i>
	<i>TP5.16 Write both positive and negative test</i>
	<i>TP5.17 Use Data-Driven Testing</i>
	<i>TP5.18 Use Behaviour-Driven Development (BDD)</i>
	<i>TP5.19 Implement modularity in test code</i>
	<i>TP5.20 Creating test-specific libraries</i>
	<i>TP5.21 Creating test suites from the test procedures and (if any) automated test scripts</i>
	<i>TP5.22 Arranging the test suites within a test execution schedule in a way that results in efficient test execution</i>
	<i>TP5.23 Building the test environment (including, potentially, test harnesses, service virtualization, simulators, and other infrastructure items) and verifying that everything needed has been set up correctly</i> <i>Set up good test environments</i>
	<i>TP5.24 Preparing test data and ensuring it is properly loaded in the test environment</i>
	<i>TP5.25 Create high-quality test data</i>
	<i>TP5.26 Verifying and updating bi-directional traceability between the test basis, test conditions, test cases, test procedures, and test suites</i>
[TP6] TEST EXECUTION	<i>TP6.1 Recording the IDs and versions of the test item(s) or test object, test tool(s), and testware</i>
	<i>TP6.2 Executing tests either manually or by using test execution tools</i>
	<i>TP6.3 Properly use test tools</i>
	<i>TP6.4 Prioritize automated tests for execution</i>
	<i>TP6.5 Make tests independent from each other</i>
	<i>TP6.6 Parallelization</i>
	<i>TP6.7 Group tests, e.g., by functional area</i>
	<i>TP6.8 Comparing actual results with expected results</i>
	<i>TP6.9 “Green tests run” policy: All tests must pass</i>
	<i>TP6.10 Analyzing anomalies to establish their likely causes (e.g., failures may occur due to defects in the code, but false positives also may occur)</i>
	<i>TP6.11 Reporting defects based on the failures observed</i> <i>Produce detailed reports with screenshots</i>
	<i>TP6.12 Logging the outcome of test execution (e.g., pass, fail, blocked)</i>
	<i>TP6.13 Repeating test activities either as a result of action taken for an anomaly, or as part of the planned testing (e.g., execution of a corrected test, confirmation testing, and/or regression testing)</i>
	<i>TP6.14 Verifying and updating bi-directional traceability between the test basis, test conditions, test cases, test procedures, and test results.</i>
	<i>TP6.15 Implement test code review</i>
	<i>TP6.16 Used code-analysis tools such to visualize call and dependency graphs in test code domain to ensure modularity and understanding of test code</i>
	<i>TP6.17 Integrate exploratory testing</i>

ISTQB TEST PROCESS	TEST ACTIVITIES
[TP7] TEST COMPLETION	<i>TP7.1 Checking whether all defect reports are closed, entering change requests or product backlog items for any defects that remain unresolved at the end of test execution</i>
	<i>TP7.2 Creating a test summary report to be communicated to stakeholders</i>
	<i>TP7.3 Report useful test automation results to key stakeholders</i>
	<i>TP7.4 Finalizing and archiving the test environment, the test data, the test infrastructure, and other testware for later reuse</i>
	<i>TP7.5 Handing over the testware to the maintenance teams, other project teams, and/or other stakeholders who could benefit from its use</i>
	<i>TP7.6 Analyzing lessons learned from the completed test activities to determine changes needed for future iterations, releases, and projects Share available test automation knowledge</i>
	<i>TP7.7 Using the information gathered to improve test process maturity</i>
	<i>TP7.8 Analyse test automation efficiently and effectively</i>

Dalam model ini terdapat 24 aktiviti yang dikenalpasti dalam [TP1] *Test Planning* yang terdiri daripada 9 aktiviti utama daripada ISTQB manakala 15 adalah amalan terbaik ujian automasi yang berkaitan strategi, keperluan dan perancangan sumber. Dalam [TP2] *Test Monitoring & Control*, 4 aktiviti dikenalpasti dengan 1 penambahan berkaitan ujian automasi iaitu penggunaan *Continuous Integration (CI)*. Manakala dalam [TP3] *Test Analysis*, kesemua 5 aktiviti utama adalah daripada ISTQB kerana aktiviti menganalisa dan mengenalpasti item ujian masih lagi dilaksanakan secara manual. Selain daripada *Test Planning*, amalan terbaik bagi ujian automasi juga mendominasi aktiviti yang dilaksanakan semasa [TP4] *Test Design*, [TP5] *Test Implementation* dan [TP6] *Test Execution*. Daripada 11 aktiviti yang dikenalpasti dalam [TP4] *Test Design*, 7 aktiviti adalah berkaitan amalan terbaik ujian automasi. 21 daripada 26 aktiviti yang dikenalpasti dalam [TP5] *Test Implementation* pula adalah aktiviti ujian automasi iaitu berkaitan teknikal seperti penggunaan *Page Object Pattern*, *Locators* dan *Libraries*. Dalam [TP6] *Test Execution*] pula, 17 aktiviti dengan 10 daripadanya adalah amalan terbaik ujian automasi dan yang terakhir adalah [TP7] *Test Completion*, dengan jumlah 8 aktiviti, 6 adalah aktiviti utama ISTQB dan 2 adalah amalan terbaik ujian automasi iaitu melaksanakan perkongsian pengetahuan/*lesson learned* berkaitan ujian automasi.

Model ini secara amnya boleh menjadi rujukan, galakan serta pendedahan awal kepada organisasi untuk memulakan pelaksanaan ujian automasi kerana lebih berstruktur dan konsisten serta menggariskan aktiviti pengujian berdasarkan proses ujian. Model ini amat bermanfaat kepada Institusi Islam yang membangunkan sistem aplikasi berdasarkan kepada pematuhan prinsip syariah kerana ciri-cirinya seperti perkhidmatan yang kompleks, perlu memastikan semua transaksi dan operasi mematuhi prinsip Syariah (Ariffin, N. M., 2022) selain berdepan dengan pelbagai risiko berkaitan reputasi, kewangan serta kehilangan kepercayaan pelanggan akibat daripada ketidakpatuhan (Aziz et

al., 2019; Puad et al., 2020). Menerusi pelaksanaan ujian automasi menggunakan model ini misalnya, simulasi transaksi dalam persekitaran ujian automasi dapat membina kredibiliti sistem, membolehkan ketelusan dan akauntabiliti yang lebih tinggi, terutamanya untuk meningkatkan kecekapan dalam Pengurusan Zakat (Mohd Nor et al., 2021).

Selain itu, kebanyakan organisasi tidak terkecuali Institusi Islam memiliki sistem 'legacy' yang kurang tangkas (agile) untuk disesuaikan dengan keperluan teknologi yang berkembang pesat. Umumnya, sistem 'legacy' bergantung kepada pengujian manual untuk aktiviti validasi dan verifikasi keperluan sistem. Sehubungan itu, organisasi yang melaksanakan pengujian secara manual atau dalam fasa peralihan ke arah pengujian automasi akan lebih mudah untuk melaksanakan aktiviti pengujian automasi berdasarkan proses ujian ISTQB sebelum mula beradaptasi dengan model-model pembangunan sistem lain yang lebih dinamik. Pada peringkat awal, organisasi boleh menggunakan model pelaksanaan ini dengan memfokuskan kepada ujian automasi berskala kecil tetapi memberi impak kepada kualiti sistem seperti ujian regresi (regression test), ujian keserasian (compatibility test) dan ujian penyelenggaraan (maintenance test) untuk mendapatkan retrospektif pelaksanaan sebelum dikembangkan kepada ujian automasi berskala besar.

Model berstruktur juga seringkali dikaitkan dengan tidak fleksibel, birokrasi, dokumentasi yang menyebabkan masa ujian menjadi lebih lama. Umum juga mengetahui, ujian automasi merupakan teras kepada pelaksanaan *agile* (Collins et al., 2012) yang memerlukan maklum balas pantas untuk tujuan penambahbaikan. Antara potensi cabaran pelaksanaan model ini adalah bagaimana organisasi mencapai keseimbangan antara model berstruktur dan pengujian pantas yang melibatkan norma-norma yang berbeza. Antara perkara yang boleh dipertimbangkan oleh organisasi adalah melaksanakan proses ujian secara hibrid, bersesuaian keperluan, konteks, keutamaan (Rahim et al., 2018). Misalnya, dalam konteks ini, aktiviti ujian selepas fasa perancangan, dilaksanakan secara *iterative and incremental*.

3. KESIMPULAN

Pembangunan Model Pelaksanaan Ujian Automasi ini merupakan salah satu inisiatif untuk mewujudkan satu panduan dan rujukan yang sistematik dan komprehensif kepada organisasi dan para pengamal pengujian untuk melaksanakan ujian automasi dengan cekap dan berkesan bagi memastikan perkhidmatan yang pantas tetapi berkualiti atau '*Quality at Speed*' dapat dicapai selain mendapatkan faedah-faedah lain seperti kecekapan kos dan kebolehskalaan (scalability). Model ini akan menjadi pemangkin dan galakan kepada organisasi konvensional terutamanya untuk melaksanakan pengujian

automasi kerana lebih berstruktur dan konsisten serta menggariskan aktiviti pengujian berdasarkan proses ujian oleh ISTQB. Potensi yang dapat dikembangkan menerusi model ini adalah menjadikannya bersifat hibrid yang boleh diadaptasikan bagi memenuhi keperluan pengujian organisasi dengan mengoptimumkan kekuatan bagi setiap kelemahan yang wujud dalam proses ujian dan metodologi yang digunakan (Mahati, A., 2006).

Model Automasi Ujian adalah pembolehdaya strategik untuk menyelesaikan jurang dalam kecekapan, ketelusan, tadbir urus, dan inovasi dalam pengurusan hal ehwal Islam seperti pengurusan zakat, pengurusan halal, haji/umrah dan tidak ketinggalan juga sektor-sektor lain seperti pendidikan, ekonomi agar perkhidmatan yang diberikan kekal berdaya saing dan seterusnya merintis jalan ke arah kejayaan transformasi digital. Senario pembangunan sistem hari ini juga menyaksikan penggunaan teknologi baharu seperti *blockchain*, kepintaran buatan, selain peningkatan terhadap jangkauan pengguna dari aspek UI/UX (User-Centric Design), kompleksiti fungsi sistem, perkhidmatan berpacuan data, kebolehooperasian dengan pelbagai platform serta perkongsian data menerusi pengintegrasian API, perlu dimanfaatkan oleh Institusi Islam bagi memastikan perkhidmatan yang cekap dan berkesan dapat dicapai serta dipertingkatkan demi kesejahteraan umat Islam. Peningkatan senario tersebut akan turut mempengaruhi aktiviti pengujian yang dilaksanakan (Gota et al., 2020) dan organisasi dijangka mendapatkan faedah pengujian hasil penggunaan model ini.

Bagi cadangan pemantapan Model Pelaksanaan Ujian Automasi akan datang, model ini akan ditambahbaik dengan penggunaan taksonomi amalan terbaik ujian automasi yang lebih fleksibel, tersusun (organized), meluas (rich) serta terkini selaras dengan keperluan dan teknologi semasa seperti memanfaatkan penggunaan *Artificial Intelligence (AI)*, *Machine Learning (ML)* bagi mencapai matlamat ujian automasi (Battina, D.S., 2019). Faktor Kejayaan Kritikal pelaksanaan ujian automasi iaitu manusia (human), pelaksanaan (organizing), teknikal (technical), dan proses (process) turut dipertimbangkan dalam pemantapan model yang akan datang seperti yang cadangkan menerusi kajian oleh (Wang et. al., 2020).

4. PENGHARGAAN

Ucapan penghargaan kepada Pengurusan Tertinggi Jabatan Digital Negara, Pusat Kecemerlangan Pengujian Perisian Sektor Awam (MyTCoE), Trek Pembangunan Sistem, Bahagian Perundingan Digital, Jabatan Digital Negara.

5. RUJUKAN

- Ariffin, N. M. (2022). Shariah risk management practices in Malaysian Islamic banks. *International Journal of Economics, Management and Accounting*, 30(1), 101-123.
- Aziz, R. A., Abdul-Rahman, A. I. S. Y. A. H., & Markom, R. (2019). Best practices for internal shariah governance framework: Lessons from Malaysian Islamic banks. *Asian Journal of Accounting and Governance*, 12(1), 1-14.
- Bajaj, H. (2015). Choosing the right automation tool and framework is critical to project success. Infosys Limited, 41.
- Battina, D. S. (2019). Artificial Intelligence in Software Test Automation: A Systematic Literature Review. *International Journal of Emerging Technologies and Innovative Research* (www.jetir.org| UGC and issn Approved), ISSN, 2349-5162.
- Collins, E., Macedo, G., Maia, N., & Dias-Neto, A. (2012). An Industrial Experience on the Application of Distributed Testing in an Agile Software Development Environment, 2012 IEEE Seventh Int. Conf. Global Software Eng., 190–194.
- Elberzhager, F., Rosbach, A., Münch, J., & Eschbach, R. (2012). Reducing test effort: A systematic mapping study on existing approaches. *Information and Software Technology*, 54(10), 1092-1106.
- Fewster, M., & Graham, D. (1999). *Software Test Automation: Effective Use of Test Execution Tools*, Addison-Wesley.
- Garousi, V., Felderer, M., & Mäntylä, M. V. (2019). Guidelines for including grey literature and conducting multivocal literature reviews in software engineering. *Information and Software Technology*, 106, 101-121.
- Garousi, V., & Yildirim, E. (2018). Introducing automated GUI testing and observing its benefits: an industrial case study in the context of law-practice management software. In 2018 IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops (ICSTW) (pp. 138-145). IEEE.
- Gota, L., Gota, D., & Miclea, L. (2020, May). Continuous Integration in Automation Testing. In 2020 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR) (pp. 1-6). IEEE.
- Hynninen, Timo, et al. "Software testing: Survey of the industry practices." 2018 41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO). IEEE, 2018.
- ISTQB® Effectiveness Survey 2019-2020. ISTQB®. (n.d.). Retrieved January 1, 2023, from <https://www.istqb.org/news/surveys/istqb-effectiveness-survey-2019-2020>
- Istqb®. (n.d.). Certified Tester Foundation Level (CTFL). ISTQB not-for-profit association. Retrieved January 1, 2023, from <https://www.istqb.org/certifications/certified-tester-foundation-level>
- Liebel, G., Alegroth, E., & Feldt, R. (2013). State-of-Practice in GUI-based System and Acceptance Testing: An Industrial Multiple-Case Study, 2013 39th Euromicro Conf. Software Eng. Adv. Appl., 17–24.
- Mahanti, A. (2006). "Challenges in Enterprise Adoption of Agile Methods - A Survey," *Journal of Computing and Information Technology*, vol. 14, pp. 197-206.
- MarketsandMarkets Research. Automation testing market, 2019. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/automation-testing-market-113583451.html>
- Mergel, I., Edelmann, N., & Haug, N. (2019). Defining digital transformation: Results from expert interviews. *Government information quarterly*, 36(4), 101385

- Mergel, I., Edelman, N., & Haug, N. (2019). Defining digital transformation: Results from expert interviews. *Government information quarterly*, 36(4), 101385.
- Mohd Nor, S., Abdul-Majid, M., & Esrati, S. N. (2021). The Role of Blockchain Technology in Enhancing Islamic Social Finance: The Case of Zakah Management in Malaysia. *Foresight*, 23(5), 509–527. DOI: 10.1108/FS-06-2020-0058
- Pelan Strategik Pendigitalan – Portal Rasmi Jabatan Digital Negara. (2021). Jdn.gov.my. <https://www.jdn.gov.my/pelan-strategik-pendigitalan/>
- Pelan Transformasi Hal Ehwal Agama Menuju Malaysia Madani (Al Falah) 2023-2027. (2023, November 1). www.islam.gov.my. <https://www.islam.gov.my/ms/info-korporat/pelan-strategik/pelan-strategik-hal-ehwal-agama>
- Puad, N. A. M., Shafii, Z., & Abdullah, N. I. (2020). The practices of risk-based internal shariah auditing within Malaysian takaful operators: A Multiple Case Study. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 10(7), 52-71.
- Rafi, D. M., Moses, K. R. K., Petersen, K., & Mäntylä, M. V. (2012, June). Benefits and limitations of automated software testing: Systematic literature review and practitioner survey. In 2012 7th International Workshop on Automation of Software Test (AST) (pp. 36-42). IEEE.
- Rahim, S., Chowdhury, A., Nandi, D., & Rahman, M. (2018). "ScrumFall: a hybrid software process model," *International Journal of Information Technology and Computer Science (IJITCS)*, vol. 10, no. 12, pp. 41-48.
- Ricca, F., & Stocco, A. (2021). Web test automation: Insights from the grey literature. In International Conference on Current Trends in Theory and Practice of Informatics (pp. 472-485). Springer, Cham.
- Riungu-Kalliosaari, L., Mäkinen, S., Lwakatere, L. E., Tiihonen, J., & Männistö, T. (2016). DevOps adoption benefits and challenges in practice: A case study. In International conference on product-focused software process improvement (pp. 590-597). Springer, Cham.
- Sánchez-Gordón, M. L., & Colomo-Palacios, R. (2018). From certifications to international standards in software testing: mapping from ISQTB to ISO/IEC/IEEE 29119-2. In European Conference on Software Process Improvement (pp. 43-55). Springer, Cham.
- Test automation for software development in Digital World - softcrylic. (n.d.). Retrieved December 4, 2022, from <https://softcrylic.com/wp-content/uploads/2017/08/test-automation-for-software-development-in-digital-world.pdf>
- Wang, Y., Mäntylä, M. V., Liu, Z., Markkula, J., & Raulamo-jurvanen, P. (2022). Improving test automation maturity: A multivocal literature review. *Software Testing, Verification and Reliability*, 32(3), e1804.
- Wang, Y., Pyhäjärvi, M., & Mäntylä, M. V. (2020, October). Test automation process improvement in a DevOps team: experience report. In 2020 IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops (ICSTW) (pp. 314-321). IEEE.
- Wiklund, K., Eldh, S., Sundmark, D., & Lundqvist, K. (2017). Impediments for software test automation: A systematic literature review. *Software Testing, Verification and Reliability*, 27(8), e1639.
- World Quality Report 2021-22. Sogeti, provider of technology and engineering services. (n.d.). Retrieved January 2, 2023, from <https://www.sogeti.com/explore/reports/world-quality-report-2021-22/>