

Peramalan Tempoh Persaraan Pekerja di Malaysia 2001-2047 (Forecasting the Retirement Period of Employees in Malaysia 2001-2047)

SURAYA FADILAH RAMLI^{1,2}, NORISZURA ISMAIL^{2,*}, ZAIDI ISA² & HALIM SHUKRI KAMARUDDIN³

¹*School of Computing, Informatics and Media, Universiti Teknologi MARA, 40450 Shah Alam, Selangor, Malaysia*

²*Department of Mathematical Sciences, Faculty of Science & Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia*

³*Business School, University of Southampton Malaysia, 79100 Iskandar Puteri, Johor, Malaysia*

Diserahkan: 1 Mei 2024/Diterima: 10 Julai 2024

ABSTRAK

Kajian ini meramal kadar penyertaan tenaga buruh di Malaysia melalui model stokastik dengan kesan kohort, iaitu suatu kaedah yang menawarkan perspektif baharu berbanding analisis kumpulan umur tradisional. Unjuran kadar ini kemudiannya diaplikasi untuk menganggar jangkaan tempoh persaraan bagi pekerja berumur 20 tahun. Secara khususnya, trend kritikal bagi kadar penyertaan pekerja lelaki dan wanita di Malaysia, berserta unjuran yang menjangkau tahun 2047, diperoleh dengan memanfaatkan model Renshaw-Haberman dan model Plat. Keputusan kajian menunjukkan penurunan dalam unjuran kadar penyertaan buruh lelaki bagi tempoh 2018 hingga 2047, manakala bagi buruh wanita pula, kadar penyertaan buruh meningkat dengan mendadak pada peringkat awal sebelum menunjukkan penurunan di akhir tempoh peramalan. Jangkaan tempoh persaraan bagi kedua-dua jantina pula menunjukkan peningkatan, dengan pesara wanita mengalami pelanjutan tempoh yang lebih besar, iaitu daripada 6 tahun pada tahun 2001 kepada 12 tahun pada tahun 2047. Kajian ini mendedahkan keperluan untuk pembaharuan pencen di Malaysia kerana sistem sedia ada mungkin gagal untuk menampung tempoh persaraan yang lebih panjang disebabkan kadar kematian yang semakin menurun dan kadar penyertaan tenaga kerja yang menunjukkan peralihan. Keputusan kajian mengenai kesan umur-khusus dan kesan kohort bagi kadar penyertaan tenaga buruh menunjukkan bahawa dasar pencen yang adaptif diperlukan supaya boleh bertindak balas terhadap populasi yang semakin menua dan kadar penyertaan buruh yang beralih.

Kata kunci: Model stokastik; panjang umur; penyertaan tenaga buruh; persaraan; ramalan; tenaga kerja

ABSTRACT

This study forecasts the labor force participation rates in Malaysia by applying stochastic models with cohort effects, which is a method that offers a fresh perspective compared to the traditional age group analyses. The forecasted rates are then applied to estimate the expected retirement period for workers aged 20 years old. Specifically, critical trends among the Malaysian males and females rates, with the projections extending to year 2047, were obtained by leveraging the Renshaw-Haberman and Plat models. Our findings show a decline in the forecasted male labor force participation rate from year 2018 to year 2047, while for female participation, the rate increases sharply in the early period before showing a decrease at the end of the forecast period. The expected length of retirement for both genders exhibits an increase, with female retirees experiencing a substantial extension, from 6 years in year 2001 to over 12 years in year 2047. This study uncovers the need for pension reform in Malaysia, as the existing system may fall short in accommodating the lengthening retirement periods due to improved mortality rates and shifting workforce participation. The findings on age-specific and cohort effects for the labor force participation rates show the necessity for an adaptive pension policies that can respond to an aging population and shifting labor force.

Keywords: Forecasts; labor force participation; longevity; retirement; stochastic model; workforce

PENGENALAN

Penuaan tenaga kerja berlaku apabila struktur tenaga buruh dipengaruhi oleh penuaan populasi, yang membawa kepada peralihan kumpulan umur dalam kalangan pekerja (Chomik, McDonald & Piggott 2016; Felstead 2010; Louria 2005). Memandangkan individu lebih tua

mempunyai risiko umur panjang dan kadar kesuburan rendah membawa kepada perubahan komposisi umur pekerja, kini terdapat trend dalam kalangan pekerja yang memilih untuk bekerja untuk tempoh yang lebih lama bagi menyara diri tanpa bergantung kepada pendapatan pencen semata-mata. Akibatnya, umur bersara wajib perlu

dinaikkan untuk memastikan pertumbuhan ekonomi dan pencen yang mencukupi apabila pekerja bersara.

Pasaran buruh di Malaysia turut mengalami tekanan dari sudut sosio-ekonomi dan krisis kewangan. Bagi tenaga buruh muda, ada yang memilih untuk tidak menyambung pelajaran dan melakukan pekerjaan gig seperti e-panggilan dan menjadi penghantar makanan untuk menyara hidup. Pekerja yang lebih tua pula memilih untuk menyambung tempoh pekerjaan kerana keperluan ekonomi keluarga dan kekurangan dana hari tua melalui jaminan sosial (PERKESO) dan dana persaraan (KWSP), antaranya akibat pandemik COVID-19 dan pengeluaran simpanan KSWP yang kerap dilakukan sebelum bersara. Hal ini agak berbeza dengan negara-negara maju yang memiliki skim jaminan sosial dan skim pencen yang lebih berstruktur (Younis et al. 2012).

Selain masalah penuaan populasi dan penurunan kadar kesuburan, masalah saiz kohort yang tidak sama turut memberi kesan terhadap taburan umur tenaga buruh (Manansala, Jan Marquez & Antoinette Rosete 2022). Kebanyakan kajian terdahulu hanya memberi tumpuan kepada masalah penuaan populasi dan penurunan kadar kesuburan. Setakat ini, belum ada lagi kajian yang dilakukan terhadap kadar penyertaan tenaga buruh (LFPR) di Malaysia yang mengambil kira kesan kohort. Model stokastik yang mengambil kira kesan kohort boleh diguna terhadap data LFPR untuk melihat sejauh mana kepentingannya terhadap unjuran LFPR pada masa hadapan.

Beberapa kajian lepas telah menggunakan model stokastik dalam bidang tenaga buruh. Fuchs et al. (2018) menunjukkan kepentingan integrasi antara ramalan stokastik bekalan tenaga buruh dengan populasi, Vanella dan Deschermeier (2020) menggunakan model stokastik untuk meramal kadar kesuburan umur-khusus, Vanella, Wilke dan Söhnlein (2022) mengusulkan pendekatan baharu bagi ramalan stokastik yang menggabungkan ramalan populasi dengan tren penyertaan tenaga buruh serta mempertimbangkan aspek epidemiologi dan Queiroz dan Ferreira (2021) menunjukkan aplikasi praktikal bagi pemodelan stokastik dalam peramalan tenaga buruh.

Dalam bidang penyelidikan sains aktuari, model Renshaw-Haberman merupakan lanjutan daripada model Lee-Carter yang menggabungkan kesan kohort dan menawarkan pemahaman lebih terperinci tentang trend demografi serta meningkatkan ketepatan ramalan kematian (Cairns et al. 2009; Fung, Peters & Shevchenko 2019; Hunt & Villegas 2018; Kamaruddin & Ismail 2019, 2018; Levantasi & Pizzorusso 2019; Renshaw & Haberman 2006). Model Renshaw-Haberman terkenal kerana keupayaannya untuk menyuai data kematian dengan baik dan menjadikannya instrumen bernilai untuk meramal kadar kematian (Plat 2009). Keberkesannya dipertingkatkan lagi dengan kemasukannya dalam pakej *R StMoMo* yang menekankan aplikasi praktikal dalam pemodelan stokastik (Villegas, Kaishev & Millosovich

2018). Model Renshaw-Haberman telah dibandingkan dengan beberapa kaedah peramalan lain dan menunjukkan prestasi yang kompetitif serta sesuai untuk ramalan kadar kematian dan jangka hayat (Shang 2012).

Model Plat diperkenalkan untuk memodel populasi-berbilang yang merangkumi variasi dengan merentas kumpulan populasi berbeza (Plat 2009). Dalam kajiannya, Plat (2009) mempertimbangkan kesan kohort dalam pemodelan kematian dan mengambil kira keheterogenan dalam kalangan kohort yang mempunyai tahun kelahiran berbeza (Antonio, Bardoutsos & Ouburg 2015). Kajian Fung, Peters dan Shevchenko (2019) telah menggariskan kepentingan untuk menggabungkan kesan kohort dalam model unjuran kematian bagi menggambarkan kesan faktor sosial dan kejadian sejarah terhadap kohort tahun kelahiran berbeza.

Jurang jantina dalam penyertaan tenaga buruh di Malaysia adalah isu yang mungkin dipengaruhi oleh pelbagai faktor seperti kesaksamaan jantina, tahap celik IT, kesan pendigitalan dan tahap pendidikan. Kajian lepas telah mengenal pasti beberapa kekangan dan cabaran yang dihadapi pekerja wanita apabila memasuki pasaran buruh, yang menunjukkan halangan terhadap kesaksamaan jantina (Cuberes, Munoz-Boudet & Teignier 2019; Khera 2016; Susilowati, Fachrunnisa & Nugroho 2021; Weimann-Sandig 2020). LFPR wanita yang lebih rendah daripada lelaki mencerminkan trend pada peringkat global yang mana wanita mempunyai akses terhadap pendidikan, perkhidmatan kewangan dan hak undang-undang (Jain-Chandra et al. 2018; Mosomi & Wittenberg 2020). Kesan pendigitalan dalam pengecilan jurang jantina pasaran buruh adalah berbeza mengikut tahap pendapatan dengan negara berpendapatan tinggi mengalami kesan yang lebih positif berbanding negara berpendapatan sederhana (Suhaida, Nurulhuda & Yap 2013; Yin, Zhang & Choi 2023). Dasar kerajaan seperti pengambilan cuti untuk menjaga ibu bapa dan penjadualan untuk bekerja secara sambil turut dikaitkan dengan LFPR wanita yang lebih tinggi dan jurang jantina tenaga buruh yang lebih kecil (Abington 2020).

Kajian ini meramal LFPR bagi pekerja lelaki dan wanita di Malaysia melalui model stokastik yang mengambil kira kesan kohort dan populasi-berbilang yang merentas kumpulan populasi berbeza dalam peramalan LFPR. Unjuran LFPR kemudiannya diguna untuk meramal jangkaan tempoh persaraan bagi pekerja berumur 20 tahun. Kedua-dua model ini menawarkan pemahaman yang lebih terperinci tentang trend LFPR serta meningkatkan ketepatan ramalan LFPR.

METOD

Kajian ini menggunakan model stokastik Renshaw-Haberman dan Plat untuk meramal LFPR pada masa hadapan (tahun 2018-2047) bagi pekerja lelaki dan wanita di Malaysia. Kedua-dua model ini telah digunakan secara

meluas untuk meramal kadar kematian pada masa hadapan. Oleh itu, terdapat beberapa pengubahsuaian yang perlu dilakukan jika kedua-dua model diguna untuk meramal LFPR.

Data kajian terdiri daripada data bilangan tenaga buruh dan data pendedahan (data populasi) bagi kumpulan umur yang berbeza untuk tahun 2001-2021. Data ini diubah suai menjadi matriks tahun dan umur yang berfungsi sebagai input model. Data tenaga buruh diperoleh daripada Jabatan Perangkaan Malaysia, manakala data pendedahan diperoleh daripada Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (PBB). Maklumat lanjut tentang set data disediakan dalam laman web berkaitan (DOSM 2021; United Nations 2022).

Data tenaga buruh daripada Jabatan Perangkaan Malaysia untuk tahun 2001-2021 adalah mengikut kumpulan umur. Kumpulan umur yang dipertimbangkan adalah daripada 15-19 tahun sehingga 60-64 tahun. Data umur satu-tahun kemudiannya diperoleh melalui interpolasi spline. Kaedah ini melibatkan pembinaan lengkung licin dan berterusan yang merentas titik data melalui polinomial kubik (Adejumo, Tijani & Adesanyaonatola 2019; Hou & Liu 2013; Kim, Jang & Kim 2007; Kim et al. 2015; Liggett & Salmon 1981). Dalam kajian ini, data LFPR dibahagikan kepada dua set data iaitu set latihan (2001-2017) dan set ujian (2018-2021). Set latihan diguna untuk menganggar parameter model, manakala set ujian diguna untuk menghitung ralat ramalan.

Model Renshaw-Haberman

Model Renshaw-Haberman merupakan lanjutan daripada model Lee-Carter yang hanya mempertimbangkan kesan umur dan masa. Model Renshaw-Haberman adalah model regresi dwi-linear log Poisson yang memperkenalkan parameter tambahan untuk mengambil kira ketiga-tiga kesan umur, masa dan kohort. Oleh itu, model ini dapat mempertimbangkan trend bukan-linear dalam pergerakan LFPR. Rumus model Renshaw-Haberman adalah:

$$\eta_{xt} = \alpha_x + \beta_x \kappa_t + \beta_x^{(0)} l_{t-x} \quad (1)$$

dengan η_{xt} adalah log LFPR pada umur x dan tahun t ; α_x adalah corak umum bagi umur x untuk semua tahun; κ_t adalah indeks masa; l_{t-x} adalah indeks kohort yang ditulis dalam fungsi tahun kelahiran ($t - x$); dan β_x serta $\beta_x^{(0)}$ masing-masing adalah ukuran kepekaan dalam pergerakan parameter κ_t dan l_{t-x} .

Model Plat

Model Plat juga adalah model regresi dwi-linear log Poisson yang mengambil kira ketiga-tiga kesan umur, masa dan kohort. Rumus model Plat adalah:

$$\eta_{xt} = \alpha_x + \kappa_t^{(1)} + (\bar{x} - x)\kappa_t^{(2)} + (\bar{x} - x)^+ \kappa_t^{(3)} + l_{t-x} \quad (2)$$

dengan α_x adalah corak umur; dan l_{t-x} adalah indeks kohort yang sama seperti model Renshaw-Haberman; $\kappa_t^{(1)}$ mewakili perubahan aras LFPR bagi semua umur; $\kappa_t^{(2)}$ adalah indeks yang membenarkan perubahan LFPR bagi umur berbeza; dan $\kappa_t^{(3)}$ adalah indeks yang mempertimbangkan perubahan dinamik dalam LFPR bagi umur berbeza.

Bagi kedua-dua model Renshaw-Haberman dan Plat, komponen masa dan kohort diramal menggunakan prosedur Box-Jenkins (ARIMA). Model pergerakan rawak dengan drift diguna untuk meramal LFPR pada masa hadapan (Levantesi & Pizzorusso 2019; Renshaw & Haberman 2021).

Jangkaan Tempoh Persaraan

Jangkaan tempoh persaraan (ELR) boleh dianggar melalui purata berpemberat bagi jangka hayat pekerja pada setiap umur persaraan. ELR bagi pekerja berumur 20 tahun adalah (Crafts 2022; Lee 2001):

$$ELR = \sum_{x=20}^{89} S_x T_x \gamma_x [1 - (0.5 \times q_x)] \left[\frac{(e_x + e_{x+1})}{2} \right] \quad (3)$$

dengan S_x adalah kebarangkalian mandiri ke umur x ; T_x adalah kebarangkalian kekal bekerja pada umur x dengan syarat pekerja tersebut mandiri pada umur x ; γ_x adalah kebarangkalian bersara pada umur x ; q_x adalah kadar kematian dalam julat umur ($x, x + 1$); dan e_x serta e_{x+1} masing-masing adalah jangka hayat pekerja pada umur x dan $x + 1$.

Kebarangkalian bersara dalam julat umur ($x, x + 1$) adalah $S_x T_x \gamma_x [1 - (0.5 \times q_x)]$. Jika pekerja bersara dalam julat umur yang sama, jangka hayat bersara adalah $\frac{(e_x + e_{x+1})}{2}$. Oleh itu tempoh bersara adalah $S_x T_x \gamma_x [1 - (0.5 \times q_x)] \left[\frac{(e_x + e_{x+1})}{2} \right]$ yang diagregatkan bagi setiap umur $x = 20, 21, \dots, 80$. Rumus (3) boleh dipermudahkan lagi dengan mengandaikan umur bersara bermula pada usia 50 tahun. Oleh itu, ELR bagi pekerja berumur 20 tahun adalah (Crafts 2022; Lee 2001):

$$ELR = \rho^{20-50} \sum_{x=50}^{89} S_x T_x \gamma_x [1 - (0.5 \times q_x)] \left[\frac{(e_x + e_{x+1})}{2} \right] \quad (4)$$

dengan ρ^{20-50} adalah kebarangkalian mandiri dari umur 20 hingga 50 tahun.

Dalam kajian ini, unjuran LFPR daripada model terbaik diguna untuk kebarangkalian bersara, manakala

kebarangkalian kematian dan jangka hayat diperoleh daripada unjuran kadar kemortalan PBB. Sebagai contoh, bagi umur $x = 50$ dan tahun 2027, rumus ELR memerlukan kebarangkalian kemandirian S_{50} , kebarangkalian kekal bekerja T_{50} , kebarangkalian bersara γ_{50} , kebarangkalian hidup dari umur 50 hingga 51 tahun $[1 - (0.5 \times q_{50})]$ dan purata jangka hayat bagi umur 50 dan 51 tahun $\frac{(e_{50} + e_{51})}{2}$, dengan kesemua nilai ini merupakan unjuran pada tahun 2027.

HASIL KAJIAN

Plot Reja

Plot berselerak bagi reja LFPR diberikan dalam Rajah 1. Dari segi kesan umur (plot pertama), reja bagi model Renshaw-Haberman dan model Plat memberikan corak yang hampir sama, kedua-duanya menunjukkan kebolehubahan yang merentas kumpulan umur yang berbeza. Namun, reja LFPR lelaki adalah lebih terserak pada usia muda (bawah 30 tahun) dan usia tua (atas 50 tahun), manakala reja LFPR wanita adalah lebih sekata bagi hampir semua umur.

Reja tahun kelahiran (kesan kohort) bagi kedua-dua model juga memberikan corak yang hampir sama (plot ketiga). Namun reja model Plat bagi LFPR lelaki memberikan corak yang kurang terserak berbanding model Renshaw-Haberman dan model ini dijangka dapat meramal data LFPR dengan lebih baik jika kesan kohort diambil kira.

Kadar Penyertaan Tenaga Buruh (LFPR)

Jadual 1 menunjukkan kriteria kebagusan penyuaian Kriteria Maklumat Akaike (AIC) dan Kriteria Maklumat Bayesian (BIC) yang diperoleh daripada penyuaian data latihan LFPR (tahun 2001-2017) terhadap kedua-dua model Renshaw-Haberman dan model Plat. Keputusan ralat ramalan (RMSE dan MAPE) pula diperoleh daripada data ujian (tahun 2018-2021). Model Plat memberikan nilai AIC dan BIC yang lebih kecil, maka model ini memberikan penyuaian yang lebih baik daripada model Renshaw-Haberman. Dari segi ralat ramalan pula, model Plat memberikan nilai yang lebih kecil yang mengimplikasikan model ini memberikan ramalan yang lebih tepat berbanding model Renshaw-Haberman. Oleh itu, model terbaik untuk mendapatkan unjuran LFPR bagi kedua-dua jantina adalah model Plat.

Rajah 2 memberikan unjuran LFPR model Plat untuk pekerja berumur 15 hingga 64 tahun bagi tempoh 2018-2047. Unjuran LFPR lelaki adalah lebih kurang sama bagi setiap tahun berbanding wanita. Penglibatan pekerja lelaki meningkat daripada umur 15 hingga 18 tahun, dan kemudiannya kekal tekal hingga ke umur 48 tahun (LFPR

sekitar 60% ke atas) dan akhirnya beransur-ansur menyusut apabila umur semakin meningkat untuk memenuhi fasa persaraan.

Unjuran LFPR wanita pula menunjukkan lebih variasi. Unjuran LFPR wanita yang berumur 50 tahun ke atas adalah lebih tinggi pada akhir tempoh ramalan (tahun 2047), walaupun pada awalnya (iaitu bagi umur 15 hingga 18 tahun) perbezaan LFPR adalah kurang ketara. Unjuran LFPR wanita yang berumur 27 hingga 48 tahun adalah sekitar 50% untuk tempoh 2028-2047.

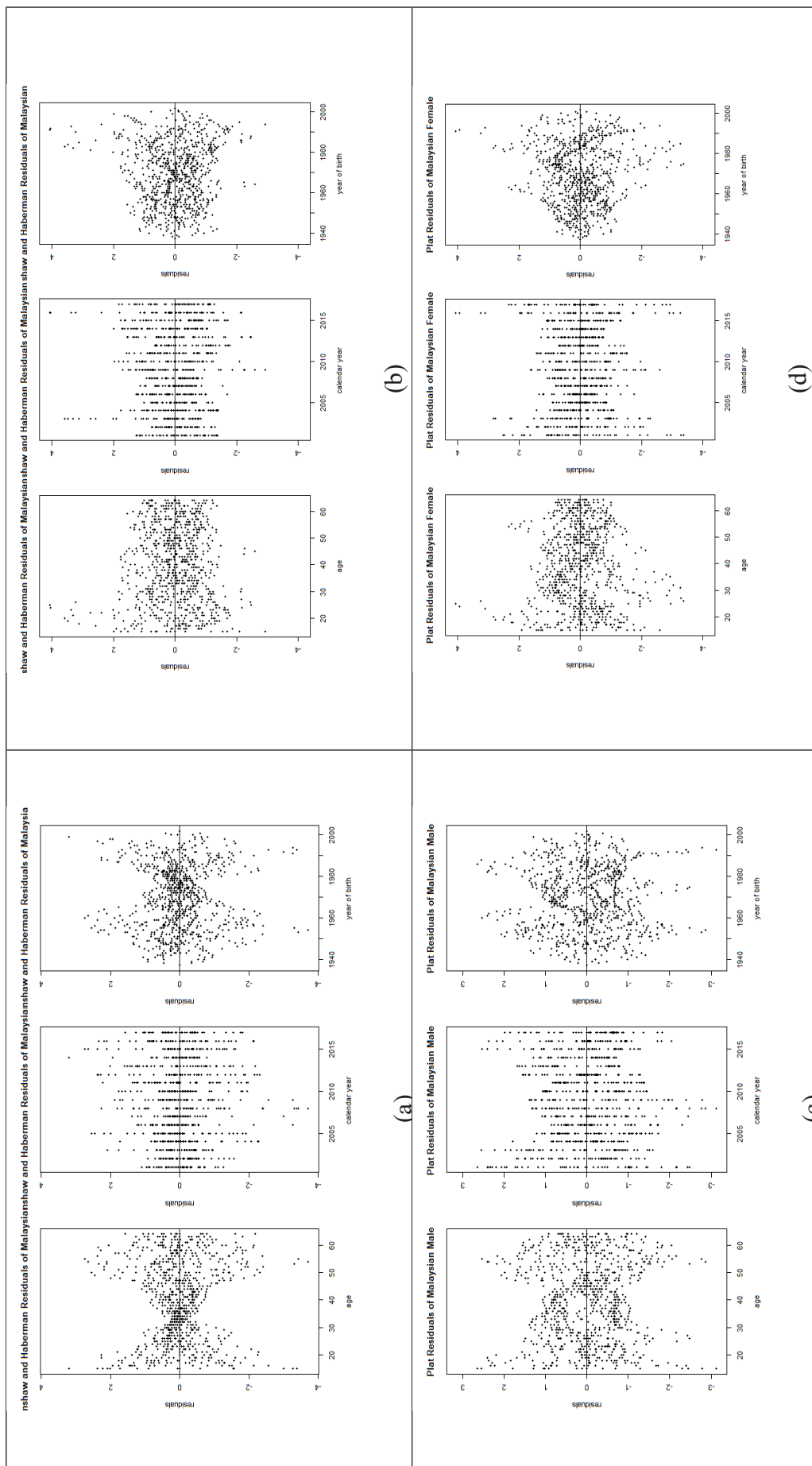
Jangkaan Tempoh Persaraan (ELR)

Jangkaan tempoh persaraan (ELR) bagi setiap pekerja bergantung kepada pelbagai faktor seperti jangka hayat, umur persaraan, status kesihatan dan keadaan peribadi. Kajian ini menganggar ELR menggunakan Rumus (4) yang dicadangkan oleh Crafts (2022) dan Lee (2001), iaitu rumus yang menggabungkan kebarangkalian bersara, kebarangkalian kematian dan jangka hayat pekerja.

Rajah 3 menunjukkan unjuran ELR untuk pekerja lelaki dan wanita berumur 20 tahun bagi tempoh 2001-2047. Unjuran ELR lelaki (rujuk garis hitam) meningkat dengan perlahan iaitu daripada 10 tahun pada tahun 2001 kepada 12.5 tahun pada tahun 2047 manakala unjuran ELR wanita (rujuk garis hitam) pula menunjukkan peningkatan yang lebih cepat iaitu daripada 6 tahun pada tahun 2001 kepada 12 tahun pada tahun 2047. Pelbagai faktor boleh menyebabkan keadaan ini, antaranya adalah jangka hayat dan kadar penyertaan pekerja wanita yang lebih tinggi berbanding lelaki. Faktor lain seperti status kesihatan dan keadaan peribadi juga boleh mempengaruhi ELR bagi setiap individu yang berbeza.

Kajian ini turut mempertimbangkan dua senario tambahan untuk melihat kesan kadar penyertaan buruh dan kesan kadar kemortalan terhadap unjuran ELR. Bagi senario kedua (rujuk garis biru dalam Rajah 3), LFPR diandaikan malar dan kekal sama (pada aras unjuran 2001) sepanjang tempoh 2001-2047. Senario ketiga (garis merah) pula mengandaikan kadar kematian adalah malar dan kekal sama (pada aras unjuran 2001) sepanjang tempoh peramalan. Rajah 3 menunjukkan bahawa unjuran ELR lebih dipengaruhi oleh kesan LFPR kerana unjuran ELR adalah agak mendatar (garis biru), terutamanya pekerja lelaki, jika unjuran LFPR yang berubah-ubah tidak dipertimbangkan. Tahap kesihatan dan latar belakang ekonomi pekerja boleh mempengaruhi unjuran LFPR dan memainkan peranan penting bagi memastikan pasaran buruh yang stabil.

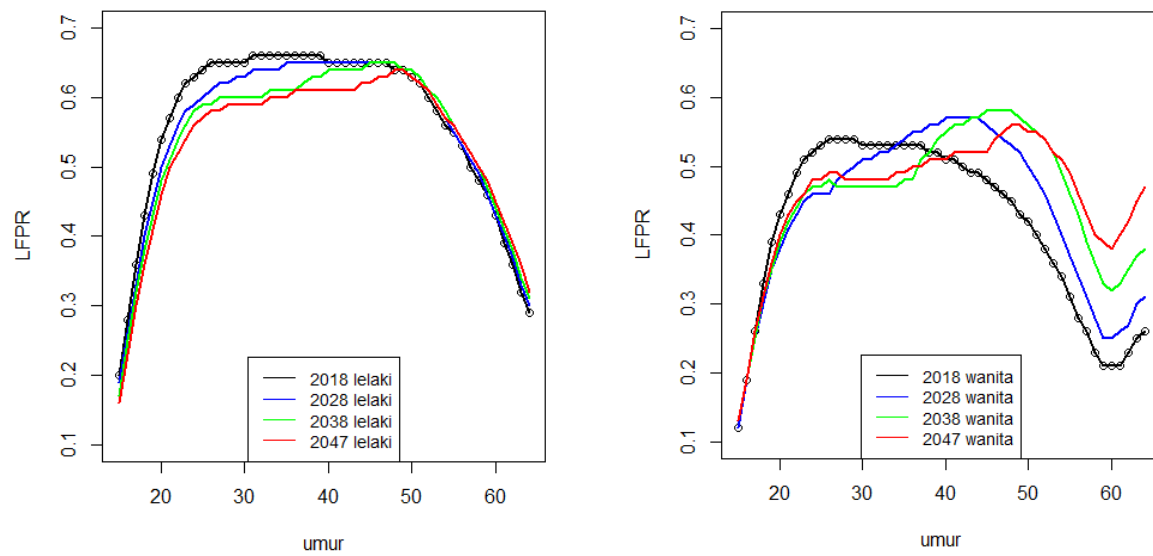
Dari segi cadangan skim pencen yang mampan, beberapa kajian telah mencadangkan agar pelan caruman penjawat awam ditakrifkan semula dan bukannya sekadar menyemak semula umur persaraan, skop perlindungan, manfaat pencen dan kadar caruman (Lin, Tanaka & Wu 2021). Trend yang semakin meningkat dalam unjuran ELR menunjukkan bahawa pekerja dijangka menghabiskan



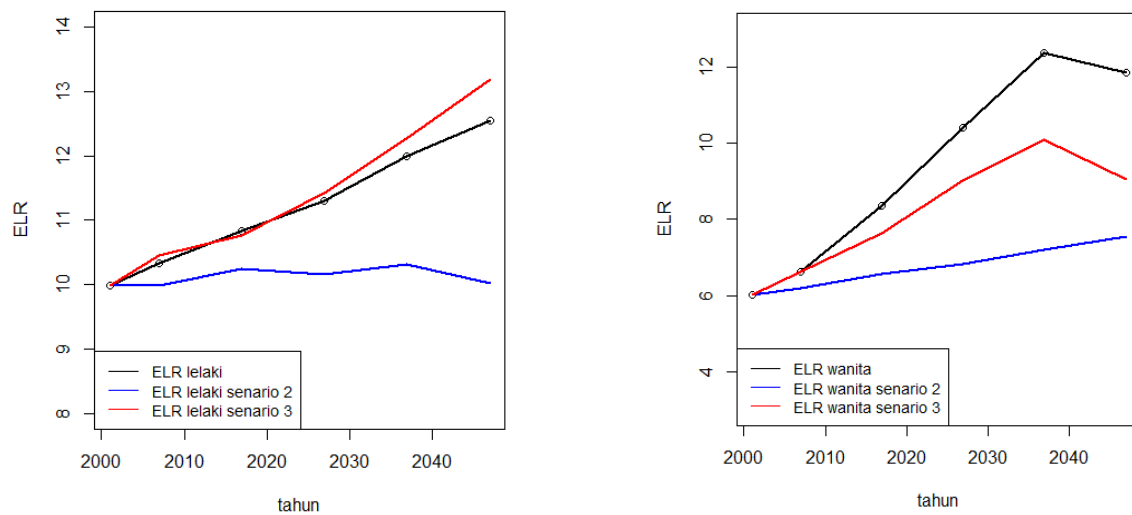
RAJAH 1. Plot haba bagi reja LFPR (a) model RH lelaki (b) model RH wanita (c) model Plat lelaki (d) model Plat wanita

JADUAL 1. Keputusan kriteria kebagusan penyuaihan dan ralat ramalan

	Lelaki		Wanita	
	RH	PLAT	RH	PLAT
Bilangan Parameter	180	145	180	145
AIC	5900	5864	6357	6348
BIC	6754	6552	7212	7036
RMSE	0.269	0.265	0.373	0.265
MAPE	0.306	0.293	0.439	0.293



RAJAH 2. Unjuran LFPR (2018-2047) pekerja lelaki dan wanita berumur 15-64 tahun



RAJAH 3. Unjuran ELR (2001-2047) bagi pekerja lelaki dan wanita berumur 20 tahun

tempoh yang lebih lama dalam persaraan. Oleh itu, skim pencen perlu dirangka dengan sebaiknya agar dapat menampung tempoh pembayaran yang lebih lama.

KESIMPULAN

Kajian mengenai kadar penyertaan tenaga buruh (LFPR) yang mengambil kira kesan umur-khusus dan kesan kohort boleh memberikan keputusan yang lebih jelas tentang perubahan dinamik bagi tempoh persaraan, terutamanya dalam landskap tenaga kerja Malaysia yang semakin berubah. Keputusan kajian ini bukan sahaja dapat mengesahkan keteguhan kedua-dua model Renshaw-Haberman dan Plat untuk analisis LFPR tetapi juga dapat menerangkan corak perubahan LFPR bagi kohort dan umur yang berbeza.

Ramalan mengikut umur-khusus mendedahkan peralihan penting dalam analisis LFPR berbanding kaedah tradisi. Walaupun LFPR keseluruhan bagi pekerja lelaki di Malaysia dijangka menurun daripada 63% pada tahun 2017 kepada 46% pada tahun 2047, namun penurunan ini menyembunyikan corak sebenar penyertaan tenaga kerja bagi setiap umur. Penambahan kesan kohort membolehkan pemahaman yang lebih terperinci tentang dinamik tenaga kerja, yang boleh menunjukkan bahawa kohort muda mempunyai LFPR yang kekal tinggi di sepanjang tempoh peramalan berbanding kohort yang lebih tua.

Kesan umur dan kohort dalam peramalan LFPR sangat penting untuk menganggar jangkaan tempoh persaraan (ELR). Keputusan kajian menunjukkan bahawa unjuran ELR pekerja lelaki bertambah daripada 10 tahun pada tahun 2001 kepada lebih 12.5 tahun menjelang tahun 2047, manakala unjuran ELR pekerja wanita pula bertambah daripada 6 tahun kepada 12 tahun dalam jangka masa yang sama. Penggunaan unjuran LFPR yang mengambil kira kesan umur dan kohort memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang trend LFPR dan penting untuk strategi bagi reformasi pencen yang adaptif.

Walaupun ramai dalam kalangan generasi muda sekarang memilih untuk bekerja setelah tamat Sijil Pelajaran Malaysia (SPM) (Bernama 2023) dan secara tidak langsung meningkatkan LFPR di Malaysia, namun pilihan ini memberi kesan terhadap masalah kewangan kerana pekerja sukar untuk membangunkan karier pada masa hadapan dan menimbulkan persoalan sama ada pasaran buruh di Malaysia mampu untuk menghasilkan tenaga kerja yang berkemahiran atau separa mahir. Berdasarkan kajian lepas, tahap pendidikan juga merupakan ukuran bagi penyertaan tenaga buruh terutamanya wanita (Akhtar, Masud & Rana 2020; Salleh & Mansor 2022; Suhaida, Nurulhuda & Yap 2013). Namun, masih banyak lagi faktor dan kekangan yang perlu dipertimbangkan bagi memastikan generasi kini mempunyai kemahiran kerja yang tinggi.

Model Plat boleh dipertimbangkan dalam rangka kerja pembaharuan skim pencen kerana ia boleh meramal penyertaan tenaga buruh pada masa hadapan dan menganggar jangkaan tempoh persaraan dengan lebih baik. Perancangan liabiliti pencen masa hadapan dan pemahaman kesan perubahan demografi pekerja adalah penting dan perlu diambil kira dalam sistem pencen. Kesimpulannya, peningkatan dalam unjuran ELR menunjukkan keperluan penting untuk pembaharuan pencen di Malaysia. Prestasi model Plat terhadap data LFPR menyokong penggunaannya untuk peramalan jangkaan tempoh persaraan dan boleh diaplikasi untuk merancang sistem pencen yang lebih mampan dan saksama.

PENGHARGAAN

Terima kasih diucapkan kepada Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia (MOHE) dan Universiti Teknologi MARA (UiTM) atas bantuan dana yang diberikan bagi biasiswa (SLAB).

RUJUKAN

- Abington, C. 2020. The impact of government policies on female labor force participation rates. *Journal of Business & Economic Policy* 7(4): 7-12.
- Adejumo, W.A., Tijani, A.R. & Adesanyaonatola, S. 2019. What are the socio-economic predictors of mortality in a society? *Journal of Financial Risk Management* 8(4): 248-259.
- Akhtar, R., Masud, M.M. & Rana, M.S. 2020. Labour force participation and nature of employment among women in Selangor, Malaysia. *Environment and Urbanization ASIA* 11(1): 123-139.
- Antonio, K., Bardoutsos, A. & Ouburg, W. 2015. Bayesian Poisson log-bilinear models for mortality projections with multiple populations. *European Actuarial Journal* 5(2): 245-281.
- Bernama. 2023. Lepas SPM tidak sambung belajar beri kesan kepada sumber manusia negara. *Astro Awani*. Julai 20. <https://www.astroawani.com/berita-malaysia/lepasan-spm-tidak-sambung-belajar-beriksan-kepada-sumber-manusia-negara-429000>
- Cairns, A.J.G., Blake, D., Dowd, K., Coughlan, G.D., Epstein, D., Ong, A. & Balevich, I. 2009. A quantitative comparison of stochastic mortality models using data from England and Wales and the United States. *North American Actuarial Journal* 13(1): 1-35.
- Chomik, R., McDonald, P. & Piggott, J. 2016. Population ageing in Asia and the Pacific: Dependency metrics for policy. *Journal of the Economics of Ageing* 8: 5-18.
- Crafts, N. 2022. The 15-hour week : Keynes's prediction revisited. *Economica* 89: 815-829.

- Cuberes, D., Munoz-Boudet, A.M. & Teignier, M. 2019. How costly are labor gender gaps? Estimates by age group for the Balkans and Turkey. *Eastern European Economics* 57(1): 86-101.
- DOSM. 2021. Department of Statistics Malaysia Official Portal.
- Felstead, A. 2010. Closing the age gap? Age, skills and the experience of work in Great Britain. *Ageing and Society* 30(8): 1293-1314.
- Fuchs, J., Söhnlein, D., Weber, B. & Weber, E. 2018. Stochastic forecasting of labor supply and population: An integrated model. *Population Research and Policy Review* 37(1): 33-58.
- Fung, M.C., Peters, G.W. & Shevchenko, P.V. 2019. Cohort effects in mortality modelling: A Bayesian state-space approach. *Annals of Actuarial Science* 13(1): 109-144.
- Hou, X.H. & Liu, H.H. 2013. Research on improved spline interpolation algorithm in super-resolution reconstruction of video image. *Applied Mechanics and Materials* 380-384: 3722-3725.
- Hunt, A. & Villegas, A.M. 2015. Robustness and convergence in the Lee-Carter model with cohort effects. *Insurance: Mathematics and Economics* 64: 186-202.
- Jain-Chandra, S., Kochhar, K., Newiak, M., Yang, Y. & Zoli, E. 2018. Gender equality: Which policies have the biggest bang for the buck? *IMF Working Paper*.
- Kamaruddin, H.S. & Ismail, N. 2018. Forecasting selected specific age mortality rate of Malaysia by using Lee-Carter model. *Journal of Physics: Conference Series* 974(1): 012003.
- Kamaruddin, H.S. & Ismail, N. 2019. Statistical comparison of projection Malaysia mortality rate by using Lee-Carter model and Lee-Carter extension of Hyndman-Ullah. *AIP Conference Proceedings* 2111: 020007
- Khera, P. 2016. Macroeconomic impacts of gender inequality and informality in India. *IMF Working Papers*.
- Kim, J.H., Aum, J., Han, J.H. & Jeong, J. 2015. Optimization of compute unified device architecture for real-time ultrahigh-resolution optical coherence tomography. *Optics Communications* 334: 308-313.
- Kim, W.S., Jang, D.H. & Kim, T.Y. 2007. Improved web content adaptation for visual aspect of mobile services. *Proceedings - International Conference on Signal Image Technologies and Internet Based Systems, SITIS 2007*. pp. 402-408.
- Lee, C. 2001. The expected length of male retirement in the United States, 1850-1990. *Journal of Population Economics* 14(4): 641-650.
- Levantesi, S. & Pizzorusso, V. 2019. Application of machine learning to mortality modeling and forecasting. *Risks* 7(1): 26.
- Liggett, J.A. & Salmon, J.R. 1981. Cubic spline boundary elements. *International Journal for Numerical Methods in Engineering* 17(4): 543-556.
- Lin, H.C., Tanaka, A. & Wu, P.S. 2021. Shifting from pay-as-you-go to individual retirement accounts: A path to a sustainable pension system. *Journal of Macroeconomics* 69: 103329.
- Louria, D.B. 2005. Extraordinary longevity: Individual and societal issues. *Journal of the American Geriatrics Society* 53(9): S317-S319.
- Manansala, G.M., Jan Marquez, D.V. & Antoinette Rosete, M.L. 2022. Social security on labor markets to address the aging population in selected ASEAN countries. *Journal of Economics, Finance and Accounting Studies* 4(1): 1-12.
- Mosomi, J. & Wittenberg, M. 2020. The labor market in South Africa, 2000-2017. *IZA World of Labor 2020*: 475.
- Plat, R. 2009. On stochastic mortality modeling. *Insurance: Mathematics and Economics* 45(3): 393-404.
- Queiroz, B.L., Lobo, M. & Ferreira, M.L.A. 2021. The evolution of labor force participation and the expected length of retirement in Brazil. *The Journal of the Economics of Ageing* 18: 100304.
- Renshaw, A.E & Haberman, S. 2006. A cohort-based extension to the Lee-Carter model for mortality reduction factors. *Insurance: Mathematics and Economics* 38(3): 556-570.
- Salleh, S.N.S. & Mansor, N. 2022. Women and labour force participation in Malaysia. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)* 7(7): e001641.
- Shang, H.L. 2012. Point and interval forecasts of age-specific life expectancies: A model averaging approach. *Demographic Research* 27: 593-644.
- Shang, H.L. & Haberman, S. 2020. Forecasting multiple functional time series in a group structure: An application to mortality. *ASTIN Bulletin* 50(2): 357-379.
- Suhaida, M.A., Nurulhuda, M.S. & Yap, S-F. 2013. Access to ICT as moderating factor to women's participation in the labor force: A conceptual framework. *International Journal of Trade, Economics and Finance* 4(4): 197-201.
- Susilowati, I., Fachrunnisa, O. & Nugroho, S.B.M. 2021. The effect of gender and the internet on the level of corruption in ASEAN 5 (1997-2019). *Media Ekonomi dan Manajemen* 36(1): 1-10.
- United Nations. 2022. *United Nations World Population Prospects 2022*. Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- Vanella, P. & Deschermeier, P. 2020. A probabilistic cohort-component model for population forecasting—the case of Germany. *Journal of Population Ageing* 13(4): 513-545.

- Vanella, P., Wilke, C.B. & Söhnlein, D. 2022. Prevalence and economic costs of absenteeism in an aging population - A quasi-stochastic projection for Germany. *Forecasting* 4(1): 371-393.
- Villegas, A., Kaishev, V.K. & Millossovich, P. 2018. StMoMo: An R package for stochastic mortality modelling. *Journal of Statistical Software* 84(3): 1-38.
- Weimann-Sandig, N. 2020. Malaysia and its transition process towards more gender equality at the labor market. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities* 5(7): 7-22.
- Yin, Z.H., Zhang, T.H. & Choi, C.H. 2023. Toward sustainable development: Does digitalization narrow the gender gap in the labor market? *Sustainable Development* 31(5): 3528-3539.
- Younis, M., Al-Hajeri, M., Celik, Y., Kisa, A., Richard, P. & Parkash, J. 2012. Healthcare of aging population of Kuwait. *Ageing International* 40(1): 36-43.

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: ni@ukm.edu.my