

Penerimaan Guru Pelatih Terhadap Penggunaan Realiti Berperantara (AR) dalam Pendidikan Prasekolah

Trainee Teachers Acceptance Towards the Use of Augmented Reality (AR) in Preschool Education

Maeve Judi

Fakulti Psikologi dan Pendidikan, Universiti Malaysia Sabah

maevelounajj@gmail.com

Dihantar: 2 Oktober 2023/Penambahbaikan: 1 Januari 2024/ Diterima: 30 Januari 2024/ Terbit: 29 Mac 2024

DOI: <https://doi.org/10.51200/jpp.v12i1.5006>

Abstrak

Kajian ini dijalankan bagi mendapatkan persepsi penerimaan guru pelatih terhadap penggunaan realiti berperantara (AR) dalam pendidikan prasekolah. Pengumpulan data menggunakan soal selidik dalam talian dan melibatkan 31 orang guru pelatih bidang pendidikan awal kanak-kanak. Data dianalisis dengan menggunakan *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*. Dapatan menunjukkan guru pelatih mempunyai persepsi positif bahawa penggunaan AR boleh memotivasikan, meningkatkan pengetahuan dan kreativiti murid prasekolah. Hasil kajian menunjukkan perbezaan signifikan antara persepsi guru pelatih lelaki dan perempuan terhadap keberkesanan AR untuk memotivasikan kanak-kanak dalam pembelajaran, $t(29) = -2.063$, $P < .05$, keberkesanan AR meningkatkan kreativiti, $t(29) = -2.767$, $P < .05$. Sebaliknya, tidak terdapat perbezaan signifikan antara kepercayaan guru pelatih lelaki dan perempuan terhadap sumbangan AR untuk meningkatkan pengetahuan murid prasekolah dalam pembelajaran, $t(4.543) = -1.631$, $P > .05$; *perceived usefulness* penggunaan AR, $t(29) = -1.405$, $P > .05$; *perceived ease of use*, $t(29) = -1.339$, $P > .050$; *perceived enjoyment* penggunaan AR, $t(29) = -.591$, $P > .050$. Hasil kajian ini telah membuka satu perspektif baru dalam mempromosikan penggunaan AR dalam pengajaran murid sejak di peringkat prasekolah lagi.

Kata kunci: Realiti Berperantara, Teknologi, Persepsi, Prasekolah, Guru Pelatih

Abstract

This study was conducted to obtain the perception of trainee teachers towards the use of augmented reality (AR) in preschool education. This data collection was conducted on 31 trainee teachers using an online questionnaire and the data was analyzed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). The findings of the study show that trainee teachers have a positive perception that the use of AR can motivate, and increase the knowledge and creativity of preschool students. The results of the study also show that there is a significant difference between the perception of male and female trainee teachers on the effectiveness of AR to motivate children in learning, $t(29) = -2.063$, $P < .05$, the effectiveness of AR to increase the creativity of preschool students in learning, $t(29) = -2.767$, $P < .05$. On the other hand, there is no significant difference between the belief of male and female trainee teachers towards the contribution AR to increase the knowledge of preschool students in learning, $t(4.543) = -1.631$, $P > .05$, the perceived usefulness of the use of AR, $t(29) = -1.405$, $P > .05$; perceived ease of use AR, $t(29) = -1.339$, $P > .050$; perceived enjoyment of the use of AR, $t(29) = -.591$, $P > .050$. The results of this study have opened up a new perspective in promoting the use of AR in the teaching of students since preschool.

Keywords: Augmented Reality, Technology, Perception, Preschool, Trainee Teacher

Pengenalan

Realiti berperantara (AR) merupakan teknologi yang membawa individu ke dunia fizikal yang sebenar melalui pendedahan objek maya yang berbentuk 3D sekali gus membawa kepada kesan interaktif pada skrin peranti seperti kamera, telefon pintar mahupun tablet (Lee et al., 2017). Selain itu, AR turut diistilahkan sebagai salah satu teknologi baharu yang mempunyai refleksi yang baik di mana telah berkembang secara kritis terutama sekali kecekapannya dalam bidang pendidikan (Cabero-Almenara & Roig-Vila, 2019; Jaiswal et al., 2021). Hal ini dibuktikan melalui Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) tahun 2013-2025 di mana telah menggariskan sebelas anjakan utama dalam mentransformasikan sistem pendidikan negara dan antara anjakan tersebut adalah memanfaatkan ICT bagi meningkatkan kualiti pembelajaran di Malaysia (Kementerian Pelajaran Malaysia, 2013). Kesannya, penggunaan AR di semua peringkat sekolah telah merealisasikan pelbagai skop pendidikan termasuklah sains, matematik, bahasa, literasi dan juga seni seperti yang dinyatakan oleh Aydoğdu dan Turan (2020).

Menurut Yuen, Yaoyuneyong dan Johnson (2011), penggunaan teknologi AR telah digunakan serta diaplikasikan secara meluas dalam pengajaran dan pembelajaran. Tambahan pula, pengajaran dan pembelajaran yang berasaskan AR juga disarankan dalam pendidikan prasekolah seperti yang dinyatakan oleh Jamiat dan Othman (2019). Namun begitu, terdapat sebahagian besar guru-guru di Malaysia masih menggunakan pengajaran dan pembelajaran secara tradisional terutama sekali yang melibatkan kaedah *chalk and talk* di mana telah gagal menarik minat murid untuk belajar sekali gus kurang gemar untuk melibatkan diri secara aktif dalam setiap aktiviti pembelajaran kerana berpendapat bahawa pengajaran dan pembelajaran yang berpusatkan guru adalah lebih membosankan dan mendorong mereka untuk tidak hadir ke kelas (Parhizkar et al., 2011).

Perkara ini berlaku akibat kurangnya sikap saintifik terhadap pelaksanaan penggunaan teknologi AR dalam pendidikan prasekolah (Aydoğdu, 2021) di mana kebanyakan guru tidak mahir mengaplikasikan pedagogi berasaskan teknologi, tidak dilatih sepenuhnya dan mengalami kekurangan infrastruktur yang lengkap (Silva, 2019) sedangkan PPPM 2013-2025 menyeru para guru agar memanfaatkan ICT bagi meningkatkan keberkesanan pengajaran dan pembelajaran. Oleh itu, kajian ini dijalankan dengan meninjau sejauh mana penerimaan guru pelatih terhadap penggunaan AR dalam pendidikan prasekolah di Malaysia. Berikut merupakan objektif-objektif yang terdapat dalam kajian ini:

1. Mengenal pasti tahap persepsi guru pelatih PAKK terhadap penggunaan AR dalam pengajaran untuk memotivasikan, meningkatkan pengetahuan dan kreativiti murid prasekolah.
2. Mengenal pasti persepsi guru pelatih PAKK mengenai *perceived usefulness*, *perceived ease of use* dan *perceived enjoyment* penggunaan AR dalam pengajaran murid prasekolah.
3. Mengenal pasti perbezaan persepsi guru pelatih lelaki dan perempuan terhadap keberkesanan AR untuk memotivasikan murid prasekolah dalam pembelajaran.
4. Mengenal pasti perbezaan persepsi guru pelatih lelaki dan perempuan terhadap sumbangan AR dalam meningkatkan pengetahuan murid prasekolah.
5. Mengenal pasti perbezaan persepsi guru pelatih lelaki dan perempuan terhadap sumbangan AR untuk meningkatkan kreativiti murid prasekolah.
6. Mengenal pasti perbezaan persepsi guru pelatih lelaki dan perempuan mengenai *perceived usefulness* penggunaan AR dalam pengajaran murid prasekolah.
7. Mengenal pasti perbezaan persepsi antara guru lelaki dan Perempuan mengenai

perceived ease of use penggunaan AR dalam pengajaran murid prasekolah.

8. Mengenal pasti perbezaan persepsi antara guru pelatih lelaki dan perempuan mengenai *perceived enjoyment* penggunaan AR dalam pembelajaran murid prasekolah.

Sorotan Kajian

Analisis daripada pengkaji berdasarkan kajian lepas, terdapat pelbagai penyelidikan telah dilakukan (Rasalingam, Muniandy & Rass, 2014; Sidi, Yee & Chai, 2017) dan juga kajian tesis (GecüParmaksız, 2017; Huda Wahida, 2013; Yıldırım, 2019) yang telah dijalankan bagi menyokong penggunaan teknologi AR dalam kalangan kanak-kanak prasekolah. Kebanyakan kajian yang dilakukan adalah dari luar negara berbanding kajian di dalam negara Malaysia. Walau bagaimanapun, menurut Dobrovská dan Vaněček (2021), AR adalah masih baru dan belum diterokai sepenuhnya di dalam bidang pendidikan. Perkara ini juga disokong oleh Aydoğdu (2021) di mana telah menyatakan bahawa masih terdapat kekurangan sikap saintifik terhadap pelaksanaan AR dalam pendidikan awal kanak-kanak. Kekurangan sikap saintifik adalah punca daripada kurangnya pengetahuan pedagogi berasaskan teknologi, kurang kemahiran dan mempunyai kemudahan sumber yang terbatas (Silva et al., 2019). Tambahan pula, Lu dan Liu (2015) juga telah menyatakan penggunaan AR mempunyai batasan dari segi masalah teknikal dan Crompton (2017) menganggap pedagogi sebagai had penggunaan realiti berperantara (AR) untuk tujuan pendidikan. Memandangkan teknologi AR kebanyakannya telah membantu kanak-kanak belajar secara interaktif pada usia yang awal (Turan dan Aydoğdu, 2020), kajian mengenai penggunaan teknologi AR dalam pengajaran dan pembelajaran bagi pendidikan prasekolah adalah amat disyorkan seperti yang dinyatakan oleh Jamiat dan Othman (2019) serta Chen et al. (2016).

Hal ini kerana penggunaan teknologi AR adalah mudah difahami dan semakin luas penggunaannya kerana mempunyai kecekapan yang berkesan dalam bidang perguruan (Fidan, 2021; Jaiswal et al., 2021). Apabila guru semakin mahir dalam penggunaan teknologi AR, sudah pasti guru dapat menyediakan persekitaran aktiviti pengajaran dan pembelajaran yang cekap dan menarik (Lim & Kim, 2010) sekali gus mewujudkan pembelajaran yang lebih seronok (Lee & Lee, 2008). Tambahan pula, kajian lepas telah menyatakan bahawa kanak-kanak berpotensi untuk meneroka AR pada masa yang akan datang (Bacca et al., 2014) seterusnya melahirkan insan yang celik IT bagi membangunkan nama negara di persada antarabangsa. Kelebihan teknologi AR mendorong sistem pendidikan menjadi lebih berkesan dan bersifat interaktif untuk kanak-kanak prasekolah (Aladin et al., 2020) dan mencapai garis panduan yang ditetapkan oleh Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM) dalam memanfaatkan ICT dalam meningkatkan kualiti pengajaran dan pembelajaran. Penggunaan teknologi AR jelas memberikan kesan yang baik dalam pendidikan dan menyokong kanak-kanak untuk berinteraksi sambil membantu kanak-kanak memahami konsep mudah (Haughland, 2000; Parette et al., 2000).

Metodologi Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang berbentuk tinjauan secara dalam talian di mana pengkaji menggunakan statistik deskriptif, inferensi dan transkrip temu bual berstruktur. Seramai 31 guru pelatih dari Universiti Malaysia Sabah dalam bidang Pendidikan Awal Kanak-Kanak terlibat dalam kajian ini untuk memberikan persepsi terhadap keberkesanan AR dalam pendidikan prasekolah dari segi motivasi, pengetahuan, kreativiti dan juga aspek Model Penerimaan Teknologi (TAM) iaitu faktor kemanfaatan (*Perceived Usefulness*), faktor mudah guna (*Perceived Ease of Use*) dan faktor keseronokan (*Perceived Enjoyment*).

Instrumen kajian atau alat pengukur utama merupakan salah satu aspek penting dalam menjalankan suatu kajian untuk mencapai objektif yang telah ditetapkan dan mengukur suatu pembolehubah atau konstruk yang terlibat dalam kajian (Konting, 2004). Dalam kajian ini, instrumen yang digunakan adalah soal selidik. Berdasarkan kajian ini, pengkaji memperoleh data melalui instrumen kajian yang soal selidik yang diedarkan secara dalam talian melalui *Google Form*. Proses menganalisis data melalui dapatan kajian kuantitatif dijalankan dengan menggunakan *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* berdasarkan statistik deskriptif dan Ujian-t untuk mengukur perbezaan persepsi antara guru pelatih lelaki dan perempuan.

Dapatan Kajian

Demografi

Kajian ini melibatkan 31 orang guru pelatih semester akhir di Universiti Malaysia Sabah (UMS) dalam bidang Pendidikan Awal Kanak-kanak (PAKK). Seramai 5 (16.1%) guru pelatih lelaki dan 26 (83.9%) guru pelatih Perempuan terlibat dalam kajian ini. Umur guru pelatih adalah dalam lingkungan 23 hingga 25 tahun.

Analisis deskriptif

Hasil kajian menunjukkan guru pelatih PAKK mempunyai persepsi tahap tinggi terhadap penggunaan AR untuk memotivasikan (Min = 4.63), meningkatkan pengetahuan (Min = 4.57) dan kreativiti (Min = 4.85) murid prasekolah (Jadual 1). Guru pelatih juga menunjukkan tahap persepsi yang tinggi terhadap penggunaan AR dalam pengajaran dan pembelajaran murid prasekolah daripada aspek *perceived usefulness* (Min = 4.72), *perceived ease of use* (Min = 4.55) dan *perceived enjoyment* (Min = 4.82) (Jadual 1).

Jadual 1 Persepsi Penggunaan AR dalam Pengajaran dan Pembelajaran Murid Prasekolah

Apek	Nilai Min	Interpretasi
Motivasi	4.63	Tinggi
Pengetahuan	4.57	Tinggi
Kreativiti	4.85	Tinggi
<i>Perceived Usefulness</i>	4.72	Tinggi
<i>Perceived ease of use</i>	4.55	Tinggi
<i>Perceived enjoyment</i>	4.82	Tinggi

Analisis Inferensi

Ho1: Tidak terdapat perbezaan terhadap persepsi guru pelatih lelaki dan guru pelatih perempuan terhadap keberkesanan AR untuk memotivasikan murid prasekolah dalam pembelajaran.

Berdasarkan Jadual 2, hasil analisis Ujian-t sampel bebas menunjukkan terdapat perbezaan signifikan antara persepsi guru pelatih lelaki dan guru pelatih perempuan terhadap keberkesanan AR untuk memotivasikan murid prasekolah dalam pembelajaran, $t(29) = -2.063$, $P < .05$. Dengan itu, hipotesis nol ini adalah ditolak.

Jadual 2 Ujian-t Perbezaan Persepsi Keberkesanan AR Memotivasikan Murid Prasekolah

Jantina	Bilangan	Skor Min	df	Sisihan Piawai	Nilai t	Tahap Signifikan
Lelaki	5	4.27	29	.494	-2.063	.048
Perempuan	26	4.71		.425		

Ho2: Tidak terdapat perbezaan persepsi guru pelatih lelaki dan perempuan terhadap sumbangan AR dalam meningkatkan pengetahuan murid prasekolah

Berdasarkan Jadual 3, hasil analisis Ujian-t sampel bebas menunjukkan tidak terdapat perbezaan signifikan antara kepercayaan guru pelatih lelaki dan guru pelatih perempuan terhadap sumbangan AR untuk meningkatkan pengetahuan murid prasekolah dalam pembelajaran, $t(4.543) = -1.631$, $P > .05$. Dengan itu, hipotesis nol adalah diterima.

Jadual 3 Ujian-t Sumbangan AR Dalam Meningkatkan Pengetahuan Murid Prasekolah

Jantina	Bilangan	Skor Min	df	Sisihan Piawai	Nilai t	Tahap Signifikan
Lelaki	5	4.13	4.543	.691	-1.631	.170
Perempuan	26	4.65		.405		

Ho3: Tidak terdapat perbezaan terhadap persepsi guru pelatih lelaki dan guru pelatih perempuan terhadap keberkesanan AR untuk meningkatkan kreativiti murid prasekolah.

Jadual 4 menunjukkan hasil analisis Ujian-t sampel bebas bahawa terdapat perbezaan signifikan antara persepsi guru pelatih lelaki dan guru pelatih perempuan terhadap keberkesanan AR untuk meningkatkan kreativiti murid prasekolah dalam pembelajaran, $t(29) = -2.767$, $P < .05$. Dengan itu, hipotesis nol adalah ditolak.

Jadual 4 Ujian-t Keberkesanan AR untuk Meningkatkan Kreativiti Murid Prasekolah

Jantina	Bilangan	Skor Min	df	Sisihan Piawai	Nilai t	Tahap Signifikan
Lelaki	5	4.53	29	.298	-2.767	.010
Perempuan	26	4.91		.276		

Ho4: Tidak terdapat perbezaan antara guru lelaki dan Perempuan mengenai *perceived usefulness* penggunaan AR dalam pengajaran murid prasekolah.

Berdasarkan Jadual 5, hasil analisis Ujian-t sampel bebas menunjukkan tidak terdapat perbezaan signifikan persepsi *perceived usefulness* penggunaan AR dalam pengajaran murid prasekolah, $t(29) = -1.405$, $P > .05$. Hipotesis nol adalah diterima.

Jadual 5 Ujian-t *Perceived Usefulness* Penggunaan AR dalam Pengajaran Prasekolah

Jantina	Bilangan	Skor Min	df	Sisihan Piawai	Nilai t	Tahap Signifikan
Lelaki	5	4.47	29	.506	-1.405	.171
Perempuan	26	4.77		.430		

Ho5: Tidak terdapat perbezaan persepsi antara guru pelatih lelaki dan perempuan mengenai *perceived ease of use* penggunaan AR dalam pengajaran murid prasekolah.

Jadual 6 menunjukkan hasil analisis Ujian-t sampel bebas bahawa tidak terdapat perbezaan signifikan antara persepsi guru pelatih lelaki dan Perempuan mengenai *perceived ease of use* penggunaan AR dalam pengajaran murid prasekolah, $t(29) = -1.339$, $P > .050$. Hipotesis nol adalah diterima.

Jadual 6 Ujian-t *Perceived Ease of Use* Penggunaan AR dalam Pengajaran Prasekolah

Jantina	Bilangan	Skor Min	df	Sisihan Piawai	Nilai t	Tahap Signifikan
Lelaki	5	4.27	29	.494	-1.339	.191
Perempuan	26	4.60		.517		

Ho6: Tidak terdapat perbezaan terhadap persepsi antara guru pelatih lelaki dan perempuan mengenai *perceived enjoyment* penggunaan AR dalam pembelajaran murid prasekolah.

Jadual 7 menunjukkan hasil analisis ujian-t sampel bebas bahawa tidak terdapat perbezaan signifikan persepsi antara guru pelatih lelaki dan perempuan mengenai *perceived enjoyment* penggunaan AR dalam pembelajaran murid prasekolah, $t(29) = -.591$, $P > .050$. Dengan itu, hipotesis nol adalah diterima.

Jadual 7 Ujian-t *Perceived Enjoyment* Penggunaan AR dalam Pembelajaran Prasekolah

Jantina	Bilangan	Skor Min	df	Sisihan Piawai	Nilai t	Tahap Signifikan
Lelaki	5	4.73	29	.435	-.591	.559
Perempuan	26	4.83		.330		

Kesimpulan

Hasil kajian menunjukkan secara keseluruhannya guru pelatih mempunyai persepsi yang positif terhadap keberkesanan dan sumbangan AR untuk meningkatkan motivasi, pengetahuan dan kreativiti. Selain itu, guru pelatih juga memperoleh kesan yang positif dalam penggunaan AR melalui faktor kemanfaatan, faktor mudah guna dan faktor keseronokan. Walau bagaimanapun, terdapat perbezaan yang signifikan antara guru pelatih lelaki dan perempuan iaitu dari segi motivasi dan kreativiti. Walaupun semua maklum balas yang diterima itu adalah positif, namun pendedahan guru pelatih terhadap AR masih kurang. Oleh yang demikian, untuk mempertingkatkan penggunaan AR dalam pendidikan prasekolah, semua guru prasekolah wajar mendapat pendedahan melalui pendidikan perguruan dan bengkel berkaitan daripada semasa ke semasa.

Rujukan

- Alaulamie, L. A., & Alshwiah, A. A. (2021). Perceptions of augmented reality (AR): A motivational approach to the Technology Acceptance Model (TAM) for pre-service teachers. *Universal Journal of Educational Research*, 9(9), 1664–1675. <https://doi.org/10.13189/ujer.2021.090907>
- Aydoğdu, F. (2021). Augmented Reality for Preschool Children: An experience with educational contents. *British Journal of Educational Technology*, 53(2), 326–348. <https://doi.org/10.1111/bjet.13168>
- Aydoğdu, F., & Kelpšiene, M. (2021). Uses of augmented reality in preschool education. *International Technology and Education Journal*, 5(1), 11-20.
- BÜLBÜL, H., & ÖZDİNÇ, F. (2022). How real is augmented reality in preschool? Examination of young children's art experiences. *Kuramsal Eğitimbilim*, 15(4), 884–906. <https://doi.org/10.30831/akukeg.1098113>
- Holdack, E., Lurie-Stoyanov, K., & Fromme, H. F. (2022). The role of perceived enjoyment and perceived informativeness in assessing the acceptance of ar wearables. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 65, 102259. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2020.102259>
- Hong, X., Zhang, M., & Liu, Q. (2021). Preschool teachers' technology acceptance during the COVID-19: An Adapted Technology Acceptance Model. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.691492>
- Jamili, S., & Mahamod, Z. (2022). The Differences in the application of fun learning in face-to-face and online learning based on gender and the experience of teaching primary school Malay language teachers. *Malay Language Education Journal*, 12(1), 40–49. <http://journalarticle.ukm.my/19108/>
- Neumann, M. M., Keioskie, M. K., Patterson, D., & Neumann, D. L. (2022). Virtual, augmented, and mixed reality: Benefits and barriers for early childhood education. *Childhood Education*, 98(4), 68–79. <https://doi.org/10.1080/00094056.2022.2108298>
- Nordin, N., & Bacotang, J. (2021). Issues and trends the usage of information and communication technology in early childhood education. *Jurnal Pendidikan Awal Kanak-Kanak Kebangsaan*, 10(1), 99-107. <https://doi.org/10.37134/jpak.vol10.1.9.2021>
- Nurhadi. (2020). Transformasi teori kognitivisme dalam belajar dan pembelajaran. *Jurnal Pendidikan dan Sains*, 2(1). <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/bintang/article/view/540/460>

- Oliveira da Silva, M. M., Alves Roberto, R., Radu, I., Smith Cavalcante, P., & Teichrieb, V. (2019). *Why Don't We See More of Augmented Reality in Schools?* 2019 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct). <https://doi.org/10.1109/ismar-adjunct.2019.00-61>
- Ping, L., & Liu, K. (2020). Using the Technology Acceptance Model to analyze K–12 students' behavioral intention to use augmented reality in learning. *Texas Education Review*, 8(2). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1266237.pdf>
- Rasalingam, R.-R., Muniandy, B., & Rasalingam, R. R. (2014). Exploring the application of augmented reality technology in early childhood classroom in Malaysia. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSRJRME)*, 4(5),33–40. <https://doi.org/10.9790/7388-04543340>
- Syafiq Yusof, A., Ajmain @ Jima'ain, M. T., Rahim, S. Ab., & Abuhassna, H. (2022). Implementation of augmented reality (AR) in Malaysian education system. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 11(3). <https://doi.org/10.6007/ijarped/v11-i3/14660>
- Talan, T., Yilmaz, Z.A., & Batdi, V. (2022). The Effects of augmented reality applications on secondary students' academic achievement in science course. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 8(4), 332- 346. <https://doi.org/10.21891/jeseh.1193695>
- Zhang, J., Li, G., Huang, Q., Feng, Q., & Luo, H. (2022). Augmented reality in K–12 education: A Systematic review and meta-analysis of the literature from 2000 to 2020. *Sustainability*, 14(15), 9725. <https://doi.org/10.3390/su14159725>