

VISUALISASI MASA SILAM: APLIKASI REALITI TAMBAHAN UNTUK VISUALISASI STRUKTUR CANDI

*(VISUALIZATION OF THE PAST: ADDITIONAL REALITY APPLICATION
FOR TEMPLE STRUCTURE VISUALIZATION)*

**Mohd Shamsul Bahari Abd Hadi, Zuliskandar Ramli
& Riza Sulaiman**

Abstrak

Realiti tambahan merupakan teknologi yang ideal dalam perwakilan maklumat rekonstruksi masa silam kerana membolehkan objek maya dilihat dalam dunia sebenar. Dengan penggunaan model 3D, visualisasi sesebuah objek dapat dijanakan dengan ukuran yang tepat dalam sudut pandangan yang pelbagai. Makalah ini mencadangkan penggunaan realiti tambahan dalam pengajian struktur candi. Melalui imbasan peranti pintar, pelan tapak candi yang terkandung dalam bahan bercetak dapat dipaparkan sebagai objek 3 dimensi. Pendekatan ini boleh digunakan untuk melengkapi penerbitan terdahulu dengan menyediakan kandungan visual yang menyeluruh dan interaktif.

Kata kunci: Realiti tambahan, rekonstruksi digital, 3D modelling, candi

Abstract

Augmented reality is the ideal technology in the representation of past reconstructions as it allows virtual objects to be perceived in the real world. Through the usage of 3D models, visualization of an object can be generated with precise measurements from different perspectives. This paper proposes the application of augmented reality in the study of candi structures. Using smart devices, floor plans in printed form can be viewed as 3 dimensional objects. This approach can be utilized to complement past publications by providing visual contents that are both comprehensive and interactive.

Key words: *Augmented reality, digital reconstruction, 3D modelling, candi*

PENGENALAN

Teknologi digital menawarkan metode yang efektif untuk perolehan, perwakilan dan penyimpanan maklumat ruang-masa budaya. Gabungan disiplin seni, kemanusiaan dan teknologi dalam konteks digital telah mengubah cara perwakilan, pentafsiran dan penyebaran maklumat monumen silam (Datta & Beynon 2014). Struktur yang hilang, rosak atau musnah boleh didirikan semula melalui rekonstruksi digital 3 dimensi (3D), di mana objek budaya material atau warisan tidak ketara diwakili dalam bentuk model maya (Münster, Hegel & Kröber 2016). Dalam bidang arkeologi, model 3D merupakan aset yang penting dalam rekonstruksi, dokumentasi, dan penyelidikan (Reilly 1992; Zubrow 2006; Bruno et al. 2010). Visualisasi maya yang dihasilkan bukan hanya berfungsi sebagai perwakilan kepada objek sebenar, sebaliknya memainkan peranan dalam penilaian status

konservasi, penyampaian maklumat status pembaikpulihan serta penyebaran maklumat kepada umum (Bradley 2006; Di Benedetto et al. 2014), di mana paparan 3D dalam sistem visualisasi menyeluruh merupakan pendekatan yang lebih menarik dalam penerokaan rekonstruksi tapak zaman silam berbanding dengan paparan 2 dimensi (Gutierrez et al. 2007).

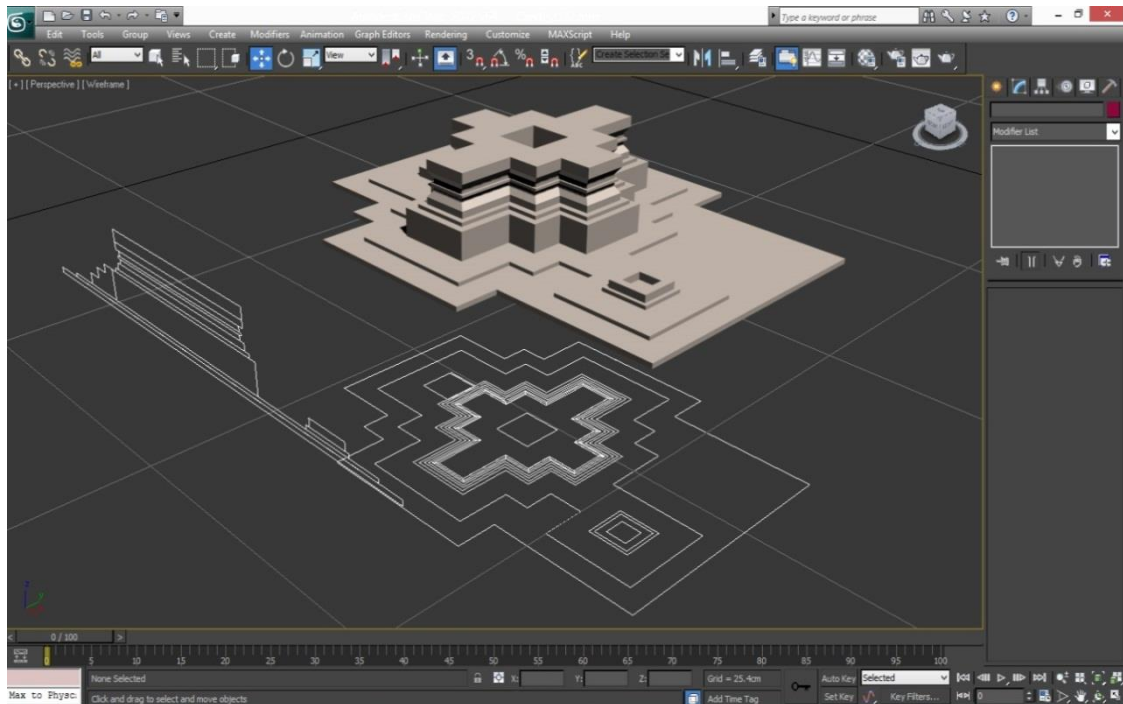
Namun begitu, paparan untuk rekonstruksi digital biasanya dihadkan oleh limitasi fizikal skrin dan antaramuka aplikasi komputer. Untuk mewujudkan simulasi yang dinamik, pengguna memerlukan keupayaan untuk meneroka tapak arkeologi maya tanpa dibatasi oleh rutin berteraskan menu, butang dan pautan (Molyneux 1992). Saranan ini membuka ruang kepada kajian realiti tambahan (AR) dalam bidang arkeologi digital, di mana objektif utamanya adalah untuk membawa paparan warisan budaya maya keluar dari komputer ke dalam dunia sebenar. Berlainan dengan realiti maya (VR) yang mana pandangan pengguna diserapkan ke dalam grafik komputer, AR memaparkan objek maya 3D dalam realiti pengguna (Stanco & Tanasi 2011). Paparan ini membolehkan pengguna merasakan pengalaman dunia sebenar semasa berinteraksi dengan objek fizikal dan maya (Azuma 1997). Keupayaan AR untuk mempertingkatkan pengalaman pengguna membolehkan interpretasi yang lebih menyeluruh terhadap tinggalan zaman silam, lantas menjadikannya medium penyebaran maklumat yang berkesan (Billinghurst & Kato 1999).

Salah satu pendekatan aplikasi AR yang popular adalah berasaskan kepada imbasan peranti pintar mudah alih (telefon pintar, tablet, dsb.) ke atas penanda dalam bentuk bercetak, di mana objek 3D akan dijanakan setelah penanda yang tepat dikenal pasti. Kaedah ini adalah mudah dan efisien memandangkan peranti pintar telah digunakan secara meluas (Azfar & Dayang Rohaya 2013). Selaras dengan saranan Grasset et al. (2008) supaya visualisasi AR dijalankan ke atas penerbitan ilmiah sedia ada serta kajian Marshall (2005) yang menunjukkan pembaca masih menggemari buku sebenar sebagai bahan bacaan berbanding teks digital, pembangunan aplikasi AR dilihat sebagai pendekatan yang berkesan untuk menggabungkan pengalaman pembacaan buku fizikal dengan visualisasi digital. Dalam konteks rekonstruksi digital tapak arkeologi, aplikasi AR berasaskan buku merupakan medium yang berupaya untuk menyampaikan maklumat secara interaktif dan menyeluruh kerana model 3D dapat digabungkan dengan penulisan ilmiah dalam paparan dunia sebenar.

PEMBANGUNAN APLIKASI PROTOTAIP UNTUK VISUALISASI AR TAPAK CANDI

Kajian ini berfokus kepada visualisasi tapak candi yang berada dalam lingkungan kawasan Lembah Bujang, Kedah. Judul buku yang dipilih untuk pembangunan aplikasi prototaip adalah *The Malay Peninsula in Hindu Times* (Quaritch Wales 1976), *La Civilisation de Ports-Entrepôts du Sud Kedah (Malaysia) V^e – VII^e siècle* (Jacq-Hergoualc'h 1992) dan *Lembah Bujang dari Perspektif Arkeologi dan Pelancongan* (Nik Hassan Shuhaimi 2008). Maklumat visual untuk struktur candi diperoleh daripada buku-buku tersebut dan disokong oleh penyelidikan Lamb (1960), Peacock (1974) dan Mohd Supian (2002). Survei turut dilakukan di beberapa tapak candi yang masih wujud bagi mendapatkan data tambahan.

Rekonstruksi candi dijalankan melalui interpolasi antara penyemperitan imbasan digital pelan tapak dengan pelan elevasi yang diperoleh daripada buku berkenaan. Kaedah ini memastikan model dapat dihasilkan dengan pantas dan dalam dimensi yang tepat (Lewis & Séquin 1998; Gimenez, Robert, Suard & Zreik 2016) bagi tujuan pemuatan di atas penanda yang terkandung dalam buku. Proses pemodelan dijalankan dalam perisian Autodesk 3Ds Max (Rajah 1). Model kemudiannya dieksport ke format FBX untuk membolehkan salingkendalian antara perisian pembangunan kandungan digital.

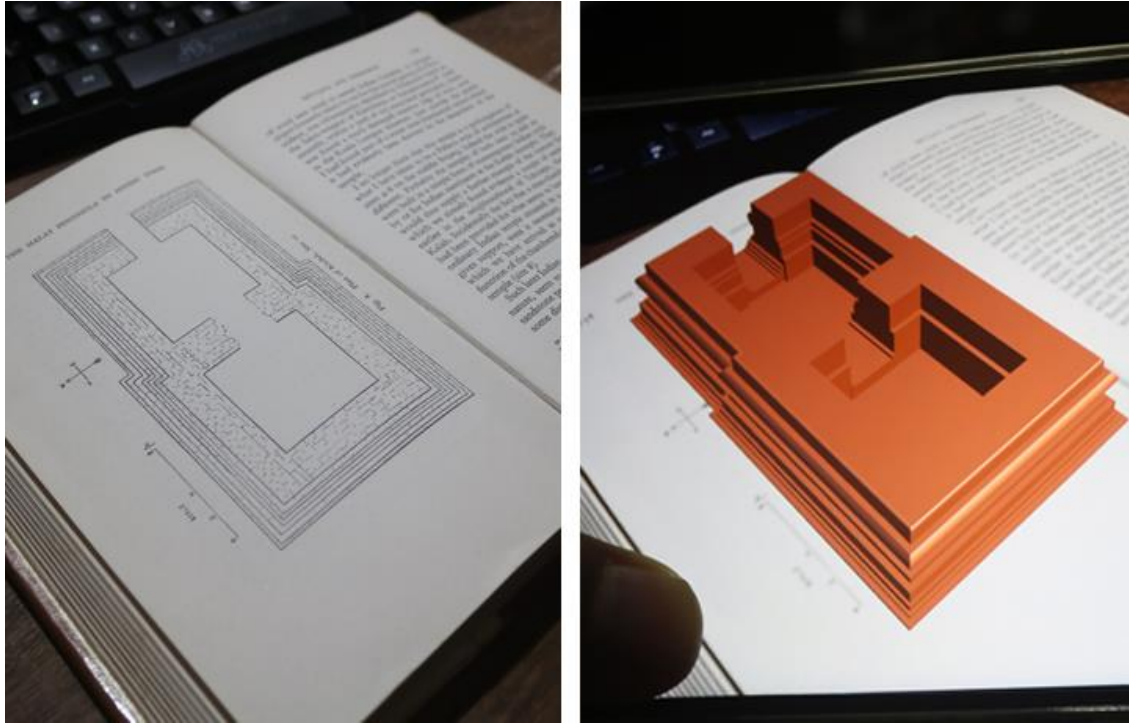


Rajah 1. Pemodelan candi Tapak 22 melalui kaedah penyempitan pelan tapak dan pelan elevasi.

Aplikasi bagi tujuan visualisi AR dibangunkan menggunakan perisian Unity versi 5.6.2f1 yang dikalibrasi bersama Vuforia dan Android SDK dengan nama kerja ARC (*Augmented Reality for Candi visualization*). Reka bentuk aplikasi adalah berdasarkan kerangka umum sistem AR (van Krevelen & Poelman 2010) yang merangkumi pengendalian keperluan persekitaran, lokasi & pergerakan, aplikasi dan paparan (Rajah 2). Aplikasi dibangunkan tanpa sebarang menu antaramuka, di mana model 3D candi akan dijanakan sebaik sahaja imbasan dilakukan ke atas pelan candi (Rajah 3). Jalan uji bagi ARC dilakukan hanya dalam platform Android, tetapi fail pembangunan yang sama boleh digunakan untuk membina aplikasi bagi platform iOS dan Windows.



Rajah 2. Kerangka Kerja Sistem AR dalam pembangunan aplikasi ARC.



Rajah 3. Perbandingan visual pelan Candi Tapak 19 dalam Quaritch Wales (1976) sebelum (kiri) dan selepas (kanan) diimbis oleh aplikasi ARC.

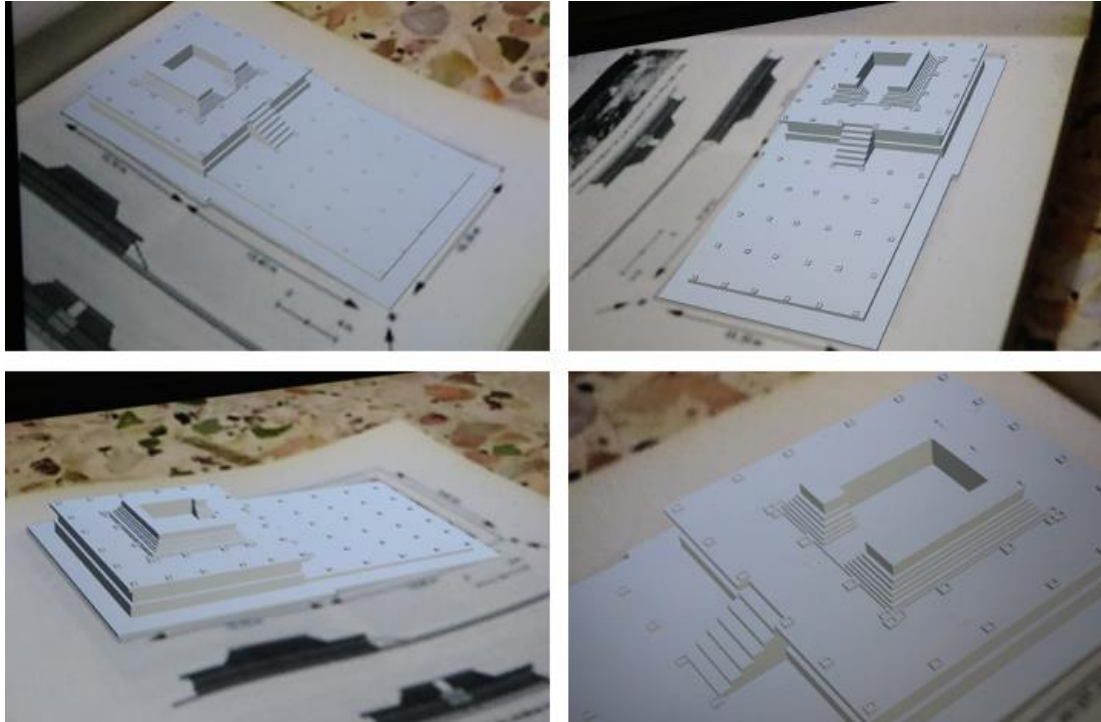
POTENSI AR DALAM VISUALISASI REKONSTRUKSI TAPAK CANDI

Berdasarkan pembangunan dan jalanan ujian yang dilakukan aplikasi ARC terhadap 3 buku tersebut, bahagian ini akan membincangkan potensi aplikasi AR dalam visualisasi rekonstruksi digital tapak candi.

Perwakilan digital bagi tapak candi yang telah dibina semula dan terpelihara

Daripada lebih 50 tapak arkeologi yang ditemui di Lembah Bujang, 8 buah candi telah dibina semula oleh Jabatan Muzium Malaysia (Nik Hassan Shuhaimi, Zuliskandar & Mohd Supian 2008). Tapak binaan semula yang masih terpelihara adalah Tapak 8 (Candi Bukit Batu Pahat), Tapak 16 (Candi Kampung Pendi), Tapak 50 (Kampung Bendang Dalam) serta Tapak 19, 21 dan 22 (Pengkalan Bujang). Selain kewujudan candi-candi tersebut sebagai monumen fizikal yang terletak di lokasi yang mudah dikunjungi (Muzium Arkeologi Lembah Bujang dan Kompleks Percandian Pengkalan Bujang), maklumat visual bagi binaan pada tapak-tapak tersebut boleh didapati dalam bentuk lukisan 2D, sama ada gambar foto atau pelan tapak.

Perwakilan candi-candi ini dalam bentuk visual boleh diperkembangkan dengan penggunaan model 3D yang dapat merekodkan data arkeologi dengan lebih lengkap berbanding gambar foto dan lukisan (Griepentrog, Iwainky & Jordan 2005; Stanco & Tanasi 2011). Kebolehan AR untuk memaparkan model 3D candi daripada pelbagai sudut dapat memberikan maklumat visual dan ruangan yang menyeluruh (Rajah 4) berbanding paparan 2D tanpa perlu melawat monumen fizikal tapak candi.

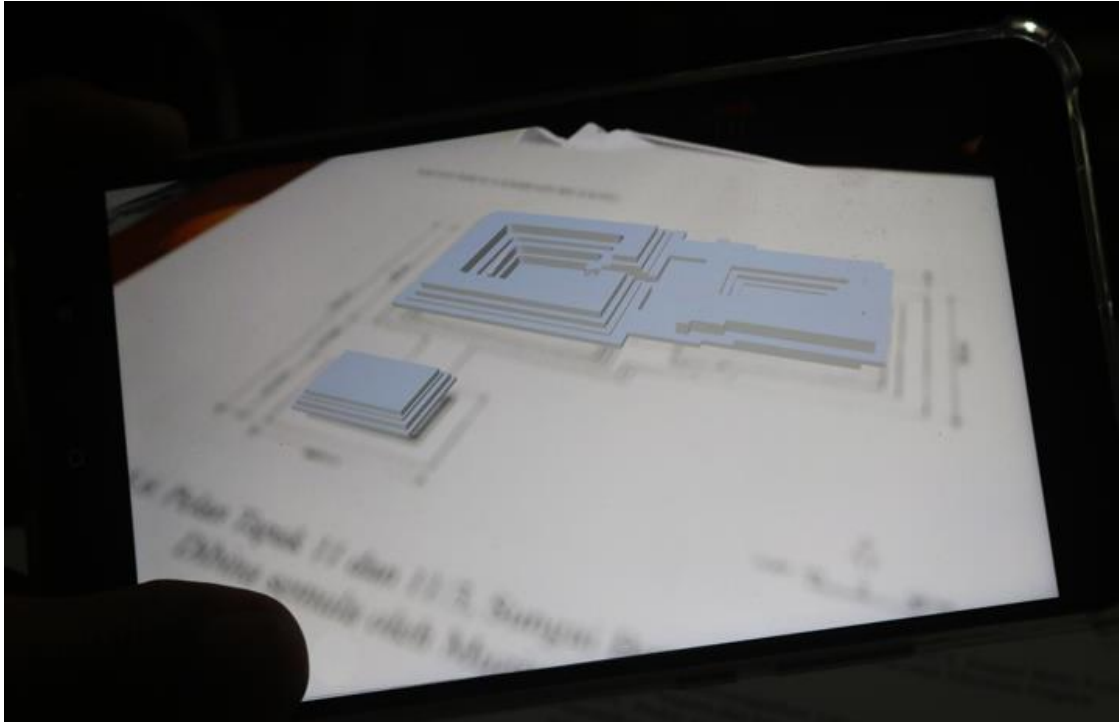


Rajah 4. Visualisasi AR untuk Candi Tapak 8 dalam Jacq-Hergoualc'h (1992) dari pelbagai sudut.

Restorasi digital tapak candi yang telah rosak atau musnah

Isu pemeliharaan dan pemuliharaan tapak arkeologi di kawasan Lembah Bujang telah dibicarakan sejak puluhan tahun lalu (Sanday 1987) tetapi masih belum selesai sehingga kini. Kebanyakan tapak candi yang ditemui telah musnah akibat kegiatan pertanian selain runtuh ke dalam sungai (Nik Hassan Shuhaimi, Zuliskandar & Mohd Supian 2008). Akibat daripada kedudukan yang terpencil dan sukar dipantau (Adi 1987), tapak-tapak tersebut juga terdedah kepada kemusnahan akibat projek pembangunan, termasuk tapak yang telah dibina semula seperti Tapak 5, 11 dan 11/3 di Estet Sungai Batu (Intan Siti Zulaikha, et al. 2014).

Walaupun struktur fizikal candi yang musnah tidak dapat dibina semula, pembinaan semula aset warisan budaya yang telah rosak masih boleh dilakukan secara maya (Calin et al. 2015). Dengan data yang mencukupi, rekonstruksi untuk persekitaran terbina boleh dijalankan (Gillam & Jacobson 2017) untuk mendapatkan semula salinan struktur candi yang musnah (Rajah 5). Teknologi AR membolehkan pengguna untuk meneroka tapak-tapak tersebut yang mustahil untuk dilawati secara fizikal kerana sudah tidak wujud (Gillam & Jacobson 2017). Pendekatan digital konsep restorasi, iaitu pengembalian sesuatu objek kepada keadaan asal (Viñas 2005) yang ditekankan dalam rekonstruksi tapak yang musnah, juga boleh diaplikasikan untuk menghimpunkan semula struktur yang terpisah secara fizikal (contohnya Tapak 21 dan 22) kembali ke lokasi dan kedudukan asal dalam visualisasi AR.



Rajah 5. Visualisasi AR untuk Tapak 11 dan 11/3 dalam Nik Hassan Shuhaimi et al. (2008)

Visualisasi untuk rekonstruksi hipotetikal

Potensi AR yang agak besar dalam penyelidikan tapak candi adalah untuk paparan rekonstruksi hipotetikal bagi struktur yang tidak dapat ditemui dan dilihat secara fizikal. Memandangkan tinggalan candi di Lembah Bujang kebanyakannya bersifat nirciri (Peacock 1974) yang menyukarkan kerja pengenalpastian struktur, rekonstruksi konjektur berdasarkan hipotesis merupakan kaedah lazim yang digunakan oleh penyelidik untuk mendapatkan gambaran binaan penuh candi. AR bukan setakat menyediakan medium paparan untuk objek masa silam yang secara fizikalnya sudah tidak wujud (Champion 2017), bahkan berpotensi menjadi instrumen untuk interpretasi para penyelidik dalam penghasilan rekonstruksi teoretikal, di mana hipotesis boleh diamati (secara visual) dan diperbaiki untuk menghasilkan gambaran masa silam yang sahih (Stanco & Tanasi 2011). Secara umumnya, rekonstruksi hipotetikal dijalankan untuk: -

- a) Tapak candi yang dibiarkan secara *in-situ* selepas ekskavasi dan tidak dibina semula, seperti Tapak 17 (Candi Bukit Pendiak), Tapak 23 (Pengkalan Bujang), Tapak 31 (Kampung Pengkalan Pasir) serta Tapak 32 dan 33 (Kampung Sungai Mas). Rekonstruksi untuk tapak candi jenis ini banyak bergantung kepada pelan tapak, gambar foto dan rekod ekskavasi asal kerana tapak mungkin telah terjejas selepas lama ditinggalkan.
- b) Tapak candi yang tidak dibina semula sepenuhnya, di mana hanya bahagian lantai sahaja yang dibina dengan lengkap. Binaan semula sebegini banyak dijalankan untuk monumen silam kerana kekurangan tinggalan fizikal menyebabkan data yang tidak mencukupi untuk membina struktur dinding vertikal (Barceló 2009). Hipotesis untuk rekonstruksi binaan dinding dan bumbung tapak biasanya dilakukan berdasarkan pencirian struktur lantai dan perbandingan dengan binaan yang masih wujud, seperti gambaran Peacock (1976) untuk struktur kerangka kayu bagi Candi Tapak 8 yang dihasilkan berdasarkan susunan pelapik tiang dan perbandingan dengan candi di Bali (Rajah 6).

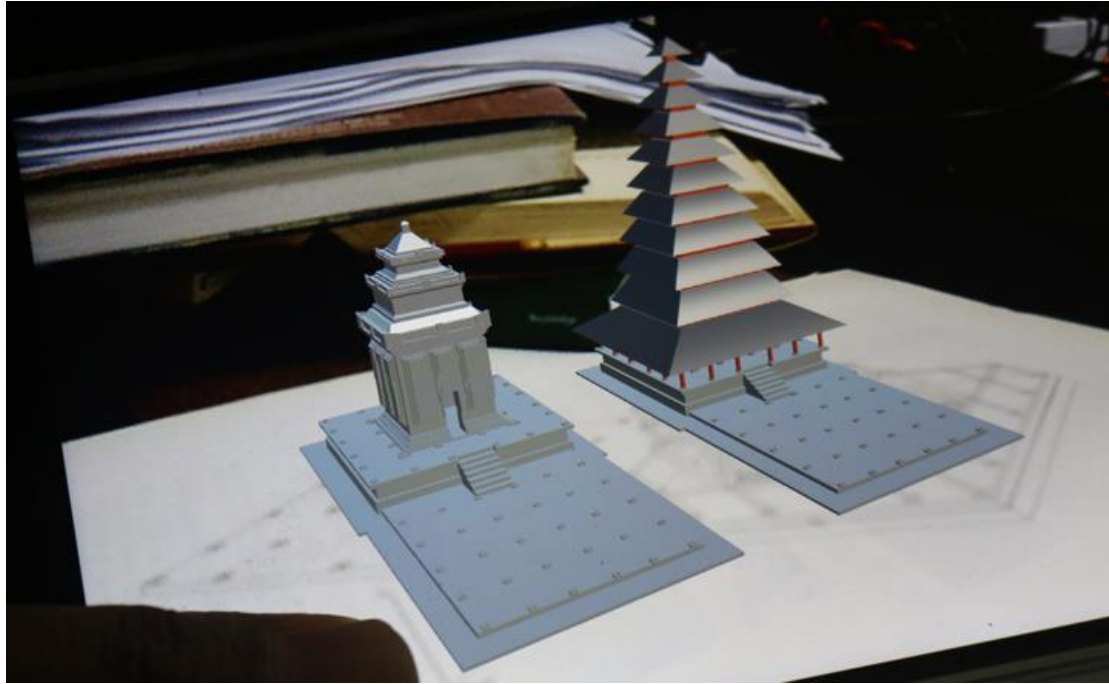


Rajah 6. Visualisasi struktur kerangka kayu Candi Tapak 8 menurut hipotesis Peacock (1974)

Perbandingan visual antara interpretasi yang berbeza dalam rekonstruksi candi

Salah satu isu yang perlu ditekankan dalam hipotesis binaan silam adalah ketidakpastian yang terhasil daripada pandangan ilmiah yang berbeza tentang suatu perkara yang sama (Rua & Alvito 2011). Untuk mewakili ketidakpastian ini, interpretasi alternatif untuk sesuatu rekonstruksi perlu disediakan dan sumber data bagi sesuatu model perlu dinyatakan secara eksplisit (Lock 2003). Saranan tersebut sesuai diaplikasikan dalam penyelidikan tapak candi memandangkan interpretasi yang berbeza telah menyebabkan percanggahan dalam rekonstruksi beberapa candi. Percanggahan dalam interpretasi binaan *vimana* dan *mandapa* telah menyebabkan rekonstruksi fizikal Tapak 11 yang dibuat oleh Jabatan Muzium dan Antikuiti pada tahun 1974 berbeza dengan rekod ekskavasi Quaritch-Wales (1940). Rekonstruksi Tapak 19 pula menunjukkan perbezaan dalam penyusunan ukiran timbul tembok *vimana* antara binaan fizikal dengan rekod foto (Nik Hassan Shuhaimi, Zuliskandar & Mohd Supian 2008).

Perbezaan interpretasi yang amat ketara boleh dilihat dalam rekonstruksi Candi Bukit Batu Pahat. Berasaskan jumpaan batu granit berbentuk *stupika*, Alastair Lamb telah mengandaikan bahawa *vimana* candi ini adalah binaan batu jenis *prasada* (Lamb 1960). Rekonstruksi Lamb telah mempengaruhi tanggapan umum terhadap binaan purba di Kedah sehingga Peacock mengemukakan hipotesis lain yang mendirikan *vimana* candi sebagai struktur kayu jenis *meru* (Peacock 1974). Melalui visualisasi AR yang disandarkan pada sumber yang jelas, perbezaan antara kedua interpretasi ini boleh diterjemahkan dalam bentuk visual yang mudah diterokai, dibandingkan dan difahami dengan jelas (Rajah 7).



Rajah 7. Perbandingan binaan Candi Bukit Batu Pahat berdasarkan hipotesis Lamb (kiri) dan Peacock (kanan) menggunakan aplikasi ARC.

KESIMPULAN

Artikel ini telah menerangkan kepentingan, proses pembangunan dan potensi aplikasi realiti tambahan untuk visualisi rekonstruksi tapak candi di Malaysia. Kebolehan aplikasi AR untuk memaparkan binaan candi, sama ada yang terpelihara, musnah mahupun binaan hipotetikal, dalam bentuk 3D yang mudah diterokai adalah selaras dengan objektif penyelidikan warisan maya, iaitu untuk menyediakan persekitaran digital 3D yang interaktif bagi membantu pemahaman tentang sesuatu budaya (Champion 2017).

Penggunaan buku fizikal dan peranti mudah alih sebagai medium untuk visualisasi AR dilihat sebagai pilihan yang efektif untuk menambah nilai maklumat teks dan ilustrasi binaan silam. Dalam perkara ini, pemilihan untuk membangunkan visualisasi bagi penerbitan sedia ada merupakan pendekatan yang lebih mesra alam, menjimatkan kos serta dapat memupuk apresiasi terhadap penyelidikan terdahulu. Namun begitu, bahan bercetak bukannya limitasi bagi AR dan kajian lanjutan perlu dilakukan untuk mengeksplorasi sepenuhnya potensi AR bagi tujuan visualisasi masa silam.

RUJUKAN

- Adi, T. 1987. Archaeology in Peninsular Malaysia: Past, present and future. *Journal of Southeast Asian Studies* 18(2): 205-211.
- Azfar, T., & Dayang Rohaya, A. R. 2013. An Interactive Mobile Augmented Reality Magical Playbook: Learning Number with The Thirsty Crow. *International Conference on Virtual and Augmented Reality in Education*: 123-130.
- Azuma, R. 1997. A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6(4): 355-388.
- Barceló, J. A. 2009. *Computational intelligence in archaeology*. Hershey: Information Science Reference.
- Billinghurst, M., & Kato, H. 1999. Collaborative Mixed Reality. *Proceedings of the First International Symposium on Mixed Reality (ISMR 99)*. *Mixed Reality - Merging Real and Virtual Worlds*: 261-284. Berlin: Springer.

- Bradley, M. 2006. Archaeological survey in a digital world. In *Digital archaeology: Bridging method and theory*, edited by T. Evans, & P. Daly. London: Routledge.
- Bruno, F., Bruno, S., De Sensi, G., Luchi, M. L., Mancuso, S., & Muzzupappa, M. 2010. From 3D reconstruction to virtual reality: a complete methodology for digital archaeological exhibition. *Heritage* 11(1): 42-49.
- Calin, M., Damian, G., Popescu, T., Manea, R., Erghelegiu, B., & Salagean, T. 2015. 3D modeling for digital preservation of Romanian heritage monuments. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 6: 421-428.
- Champion, E. 2017. Introduction to virtual heritage. In *The Egyptian Oracle Project: Ancient Ceremony in Augmented Reality*, edited by R. Gillam, & J. Jacobson. London: Bloomsbury.
- Datta, S., & Beynon, D. 2014. *Digital archetypes: adaptations of early temple architecture in South and Southeast Asia*. Oxon: Routledge.
- Di Benedetto, M., Ponchio, F., Malomo, L., Callieri, M., Dellepiane, M., Cignoni, P., & Scopigno, R. 2014. Web and Mobile Visualization for Cultural Heritage. In *3D Research Challenges in Cultural Heritage: A Roadmap in Digital Heritage Preservation*, edited by M. Iannodes, & E. Quak. Heidelberg: Springer.
- Gillam, R., & Jacobson, J. 2017. *The Egyptian Oracle project: Ancient ceremony in augmented reality*. London: Bloomsbury.
- Gimenez, L., Robert, S., Suard, F., & Zreik, K. 2016. Automatic reconstruction of 3D building models from scanned 2D. *Automation in Construction* 63: 48-56.
- Grasset, R., Dünser, A., & Billinghamurst, M. 2008. The design of a Mixed-Reality Book: is it still a real book? *Proceedings of International Symposium on Mixed and Augmented Reality IEEE ISMAR*: 99-102. Cambridge.
- Griepentrog, A., Iwainsky, A., & Jordan, J. 2005. The German-Japanese project for virtual reconstruction of two valuable destroyed buildings. In *Digital applications for cultural and heritage institutions*, edited by J. Hemsley, V. Cappellini, & G. Stanke. Burlington: Ashgate.
- Gutierrez, D., Sunstedt, V., Gomez, F., & Chalmers, A. 2007. Dust and Light: Predictive Virtual Archaeology. *Journal of Cultural Heritage* 8(2): 209-214.
- Intan Siti Zulaikha, M., Norzailawati, M., Muhammad Faris, A., & Alias, A. 2014. Geospatial analysis in monitoring land use encroachment into heritage site in Bujang Valley. *Journal of Architecture, Planning and Construction Management* 4(2): 77-91.
- Jacq-Hergoualc'h, M. (1992). *La civilisation de ports-entrepôts du sud Kedah (Malaysia) Ve-XIVe siècle*. Paris: Editions L'harmattan.
- Lamb, A. 1960. Report on the excavation and reconstruction of Chandi Batu Pahat, Central Kedah. *FMJ* V: X-108.
- Lewis, R., & Séquin, C. 1998. Generation of 3D building models from 2D architectural plans. *Computer Aided Design* 30(10): 765-779.
- Lock, G. 2003. *Using Computers In Archaeology: Towards Virtual Past*. Oxon: Routledge.
- Marshall, C. C. 2005. Reading and interactivity in the digital library: Creating an experience that transcends paper. *CLIR/Kanazawa Institute of Technology Roundtable 2005*.
- Molyneux, B. 1992. From virtuality to Actuality : The archaeological site simulation environment. In *Archaeology and the Information Age*, edited by P. Reilly & S. Rahtz. London: Routledge.
- Münster, S., Hegel, W., & Kröber, C. 2016. A model classification for digital 3D reconstruction in the context of humanities research. In *3D Research Challenges in Cultural Heritage*, edited by S. Münster, M. Pfarr-Harfst, P. Kuczyński, & M. Ioannides. Heidelberg: Springer.
- Nik Hassan Shuhaimi, N. A. 2008. *Lembah Bujang dari perspektif arkeologi dan pelancongan*. Bangi: Institut Alam dan Tamadun Melayu.
- Nik Hassan Shuhaimi, N., Zuliskandar, R., & Mohd Supian, S. 2008. Monumen Lembah Bujang. In *Lembah Bujang dari perspektif arkeologi dan pelancongan*, disunting oleh N. A. Nik Hassan Shuhaimi. Bangi: Institut Alam dan Tamadun Melayu.
- Peacock, B. 1974. Pillar base architecture in ancient Kedah. *JMBRAS XLVII*: 66-86.
- Quaritch Wales, H. G. 1940. Archaeological researches on ancient Indian colonization in Malaya. *Journal of the Malayan Branch of the Royal Asiatic Society* 18(1)136: 1-85.
- Quaritch Wales, H. G. 1976. *The Malay Peninsula in Hindu Times*. London: Bernard Quaritch Ltd.
- Reilly, P. 1992. Three dimensional modeling and primary archaeological data. In *Archaeology and the Information Age. A global perspective*, edited by P. Reilly, & S. Rahtz. London: Routledge.

- Rua, H., & Alvito, P. 2011. Living the past: 3D models, virtual reality and game engines as tools for supporting archaeology and the reconstruction of cultural heritage – the case-study of the Roman villa of Casal de Freiria. *Journal of Archaeological Science* 38(12): 3296-3308.
- Sabtu, M. 2002. *Tamadun Awal Lembah Bujang*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Sanday, J. 1987. *Bujang Valley and Kuala Kedah Fort – Proposals for a Masterplan*. Paris: UNESCO.
- Stanco, F., & Tanasi, D. 2011. Experiencing the Past : Computer Graphics in Archaeology. In *Digital Imaging for Cultural Heritage Preservation: Analysis, Restoration, and Reconstruction of Ancient Artworks*, edited by F. Stanco, S. Battiato, & G. Gallo. Florida: CRC Press.
- van Krevelen, D., & Poelman, R. 2010. A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *International Journal of Virtual Reality* 9(2): 1-20.
- Viñas, S. M. 2005. *Contemporary theory of conservation*. Oxford: Elsevier.
- Zubrow, E. B. 2006. Digital archaeology: A historical context. In *Digital archaeology: Bridging method and theory*, edited by T. L. Evans & P. Daly. London: Routledge

Mohd Shamsul Bahari Abd Hadi
Institute of Malay World & Civilization
Universiti Kebangsaan Malaysia
Email: camillenoir@rocketmail.com

Zuliskandar Ramli, (Ph.D)
Deputy Director / Associate Professor
Institute of Malay World & Civilization
Universiti Kebangsaan Malaysia
Email: ziskandar2109@gmail.com

Ir. Riza Sulaiman, (PhD)
Professor
Institute Visual Informatic
Faculty of Information Science & Technology
Universiti Kebangsaan Malaysia
Email: riza@ukm.edu.my

Received : 12 November 2017
Accepted : 3 February 2018