

# PERBANDINGAN KEBERKESANAN KAEDAH MENDOKUMENTASIKAN MAKLUMAT BANGUNAN WARISAN MELALUI PERWAKILAN DIGITAL BIM DAN CAD

\*<sup>1</sup>M.F.I Mohd-Nor, <sup>1</sup>Muhammad Shafiq Suhaimi, <sup>1</sup>Ismar M.S. Usman, <sup>2</sup>M. F. Bukhori

<sup>1</sup>Jabatan Seni Bina dan Alam Bina, Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina,  
Universiti Kebangsaan Malaysia

<sup>2</sup>Jabatan Elektrik, Elektronik, and Kejuruteraan Sistem,  
Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina,  
Universiti Kebangsaan Malaysia

\*Correspondence e-mail: irfan@ukm.edu.my

---

## ABSTRAK

Dokumentasi merupakan proses utama dalam pemuliharaan bangunan sebelum sebarang keputusan dalam kerja-kerja pemuliharaan dibuat terhadap bangunan warisan. Warisan umumnya didefinisikan sebagai sesuatu yang bernilai yang diwariskan dari satu generasi ke satu generasi yang baru. Oleh itu, pendokumentasian maklumat bangunan warisan memerlukan kaedah dan teknik yang inovatif supaya data maklumat bangunan dapat diuruskan dengan baik bagi memastikan sebarang perubahan, pembaikan, penambahan atau perobohan bahagian aset dicatat dengan betul dalam usaha mengekalkan kesahihan aset. *Building Information Modelling (BIM)* merupakan salah satu kaedah pendokumentasian bangunan yang sedang digunapakai pada era teknologi kini selain daripada kaedah mendokumentasikan bangunan menggunakan *Computer-Aided Drafting (CAD)*. Walau bagaimanapun, penggunaan BIM di Malaysia masih di peringkat awal pertumbuhan. Kaedah mendokumentasikan bangunan ke dalam bentuk lukisan menggunakan CAD pula telah lama digunakan, namun kos penyelenggaraan agak tinggi. Oleh itu, kajian ini dijalankan bertujuan untuk membandingkan keberkesanan kaedah mendokumentasikan maklumat bangunan warisan menggunakan teknologi BIM dan CAD. Hasil kajian melalui temu bual terhadap syarikat yang menggunakan teknologi BIM dan CAD mendapati bahawa teknologi BIM lebih berkesan dalam mendokumentasikan bangunan warisan kerana ianya memiliki tetapan fungsi yang dapat menghasilkan lukisan yang lebih tepat berbanding CAD. Pengurusan aktiviti pendokumentasian juga lebih mudah dijalankan melalui BIM kerana ianya memiliki sistem koordinasi data yang bersepadu dan jitu. BIM dapat meningkatkan ketepatan maklumat model lukisan dan seharusnya digunapakai dalam aktiviti pemuliharaan bangunan warisan.

**Kata kunci:** *Building Information Modelling (BIM), Computer-Aided Drafting (CAD), Dokumentasi Bangunan, Bangunan Warisan.*

## PENGENALAN

Industri pembinaan menghasilkan suatu elemen pembinaan yang bersifat sementara dan kekal. Antara pembinaan yang perlu dikekalkan adalah bangunan warisan. Menurut Harun (2011), taburan bangunan warisan di Malaysia menunjukkan lebih 20,000 bangunan dianggap bersejarah dan layak untuk dipelihara. Struktur bangunan warisan ini perlu dikekalkan untuk manfaat pengetahuan dan warisan generasi akan datang melalui proses pemuliharaan. Pemuliharaan ialah membaiki dan memelihara struktur dengan mengekalkan seni bina dan pembinaan asal. Walau

bagaimanapun, proses dokumentasi perlu dilaksanakan terlebih dahulu sebelum usaha pemuliharaan dapat dijalankan.

Keperluan dokumentasi Jabatan Warisan Negara (JWN) dipecahkan kepada tiga kategori: sebelum, semasa dan selepas. Perunding arkitek yang dilantik hendaklah membuat kajian uzur yang mendokumenkan tahap kecacatan bangunan dan cadangan kerja pemuliharaan sebelum kerja pemuliharaan dimulakan. Penghasilan dokumen lukisan pula melibatkan aktiviti merekod, mengukur atau mencerap ukuran bangunan dan tapak tanah warisan. Lukisan terukur dibuat berdasarkan pemerhatian terhadap ukuran sebenar bangunan dan jika terdapat dinding yang condong, retak dan elemen yang hilang, ia hendaklah direkodkan ke dalam lukisan.

Terdapat empat (4) kaedah sedia ada yang disenaraikan oleh Jabatan Warisan Negara dalam dokumentasi bangunan kepada bentuk lukisan terukur iaitu kaedah manual, kaedah cantuman gambar mengikut grid sebenar, kaedah digital menggunakan Computer-Aided Drafting (CAD) dan kaedah fotogrammetri. Menurut kajian Garagnani dan Manferdini (2013), penggunaan CAD memperkukuh penciptaan, pengubahsuaian, analisis atau pengoptimuman model rekabentuk. Ia digunakan bagi menerangkan bangunan dengan perspektif dua dimensi (2D), seperti pelan, bahagian dan ketinggian seni bina. Berbeza dengan CAD, Building Information Modelling (BIM) mentakrifkan objek dari segi elemen bangunan seperti dinding, rasuk dan tiang dalam bentuk tiga dimensi (3D). Model BIM mendekati entiti objek sebagai simbol grafik dan entiti bersepadu yang membolehkan kemasukan pelbagai peringkat maklumat (geometrik dan bukan geometri) serta menunjukkan hubungan antara semua komponen model (Czmocha dan Pekala, 2014). Oleh itu, BIM boleh dilihat sebagai evolusi seterusnya yang menggantikan sistem CAD.

## ISU DAN PEMASALAHAN

Ketepatan data bangunan warisan yang didokumentasikan dengan kaedah pengukuran tradisional seperti penggunaan pita pengukur atau pelan yang dilukis secara manual amat sukar disahkan. Disamping itu, disebabkan banyak perubahan yang dibuat semasa peringkat pembinaan, lukisan reka bentuk berpotensi untuk menjadi tidak tepat. Hal ini berlaku bilamana pelanggan menambah dan mengurangkan belanja dan skop semasa pembinaan. Pihak kontraktor pula perlu bertindak pantas terhadap keadaan sediala dan sebarang isu yang tidak diselaraskan dalam lukisan. Oleh itu, sesetengah kontraktor menyelesaikan masalah dengan cara melaraskan sendiri lukisan tersebut. Kesannya, ketidaktepatan antara lukisan dan pembinaan yang dibina berlaku tanpa direkodkan (Iman Asilah, 2021).

Bagi mendapatkan maklumat yang tepat dan lengkap, peralatan yang diperlukan dalam merekod bangunan warisan memerlukan perbelanjaan yang tinggi disamping bayaran kepada pakar teknikal dan pekerja mahir. Di samping itu, pembaziran masa dan wang juga berlaku ketika mencari maklumat yang wujud tetapi hilang atau sukar untuk dikesan akibat penyimpanan rekod yang tidak teratur (Goh et al., 2019).

Kini, penghasilan lukisan tiga dimensi hingga lima dimensi (5D) mulai diterapkan dalam mendokumentasikan bangunan warisan bagi mendapatkan data yang lebih tepat. Kaedah digital menggunakan Computer-Aided Drafting (CAD) konvensional yang bersifat dua dimensi menjadi kurang relevan dan tidak digunakan khususnya di negara-negara maju. Kaedah penghasilan lukisan kini telah mengaplikasikan teknologi BIM (Waljiyanto dan Chintya, 2020). Secara umumnya, BIM di Malaysia masih di peringkat awal pertumbuhan terutama dari segi pelaksanaan dan

pengurusannya. Di samping itu, pelaksanaan BIM bagi tujuan pemuliharaan bangunan warisan di Malaysia juga agak kurang berbanding negara berteknologi maju (Ali, 2017). Oleh itu, perbandingan pendokumentasian maklumat bangunan terutamanya bagi bangunan warisan diperlukan bagi melihat keberkesanan di antara kaedah konvensional menggunakan CAD dan BIM.

### OBJEKTIF KAJIAN

Berdasarkan isu yang dibincangkan di bahagian sebelumnya, objektif kajian ini dilakukan adalah untuk mengkaji perbandingan keberkesanan penggunaan teknologi BIM dan CAD dalam kerja-kerja pendokumentasian maklumat bangunan warisan.

### KEPENTINGAN KAJIAN

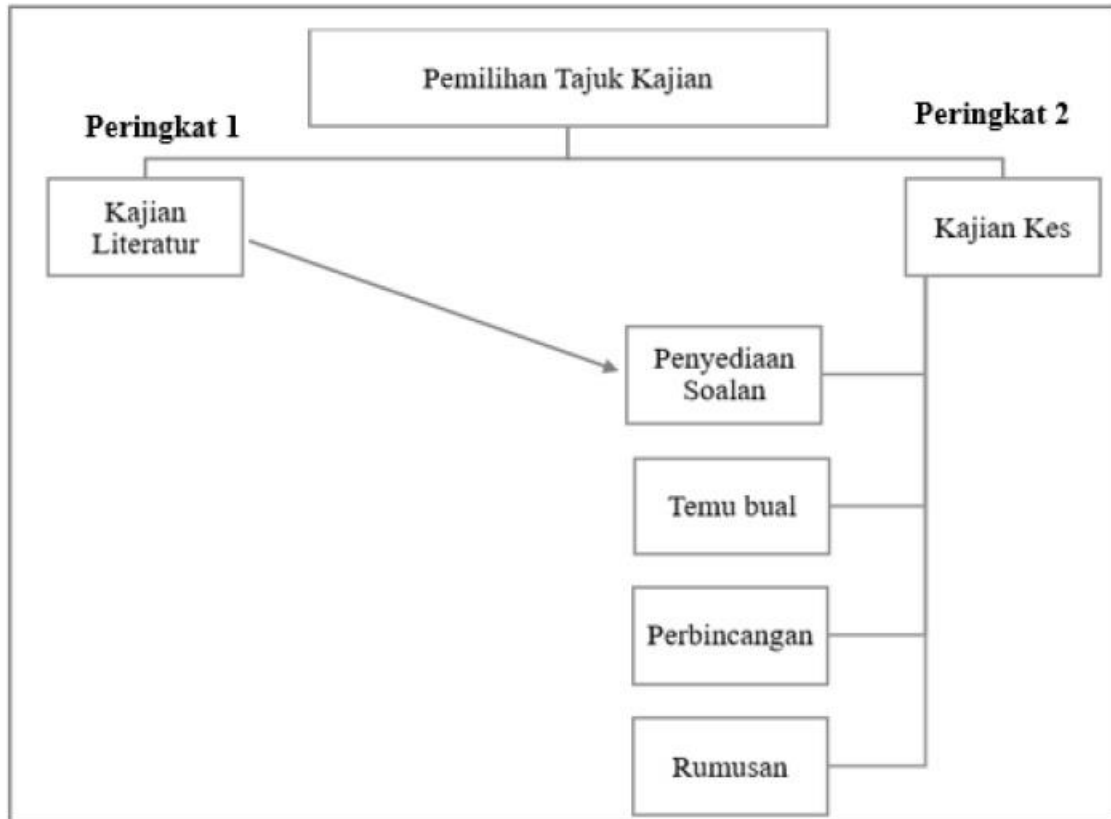
Kita sudah berada di landasan akhir Construction Industry Transformation Program (CITP) 2016-2020. Seiring dengan kemajuan yang ada, kaedah mendokumentasikan bangunan juga perlu diperbaharui kepada kaedah digital seperti menggunakan BIM. Namun, penggunaan teknologi ini masih jarang ditemukan dalam kerja-kerja mendokumentasikan bangunan warisan di Malaysia. Kemasukan konsep aliran kerja baharu dalam teknologi tidak diterima dengan begitu sahaja di dalam industri pembinaan. Masih ramai pihak yang meragui keupayaan BIM jika dibandingkan dengan penggunaan teknologi sedia ada CAD.

Oleh itu, kajian ini amat penting bagi tujuan membandingkan pendokumentasian maklumat bangunan warisan di antara kaedah konvensional menggunakan CAD dan kaedah digital BIM. Ini sekaligus dapat memberi kesedaran tentang keberkesanan di antara dua kaedah pendokumentasian tersebut dan sekaligus diharap dapat mengubah penggunaan teknologi yang lebih sesuai dalam pendokumentasian bangunan warisan.

### METODOLOGI KAJIAN

Dalam usaha untuk mencapai objektif kajian, metodologi kajian ini telah dibahagikan kepada dua peringkat iaitu Kajian Literatur dan Kajian Kes. Ini bagi membandingkan keberkesanan kaedah pendokumentasian dengan lebih jelas. Carta alir metodologi kajian adalah seperti di Rajah 1 di bawah.

Proses kajian ini dimulakan dengan kajian literasi di mana kajian-kajian terdahulu berpandukan sumber-sumber lain berkaitan pendokumentasian bangunan warisan telah dikaji dan dirumuskan. Kajian literasi ini membantu memberi gambaran yang lebih jelas berkaitan isu serta perbandingan pendokumentasian bangunan warisan menggunakan kedua-dua kaedah BIM dan CAD. Melalui dapatan kajian literasi, soal selidik bagi kegunaan sesi temu bual disediakan. Kajian seterusnya diteruskan ke peringkat kedua iaitu kajian kes.



Rajah 1: Carta Alir Metodologi Kajian  
Sumber: Penulis, 2022

Pada peringkat kajian kes, kajian diteruskan dengan memilih kes seni bina untuk dikaji. Kes seni bina bangunan warisan yang dipilih dalam kajian ini adalah Masjid Kampung Laut, Kelantan. Kaedah kajian yang digunakan dalam kajian kes ini adalah kaedah temu bual syarikat yang menjalankan aktiviti pendokumentasian maklumat bangunan warisan. Kesenambungan daripada dapatan literasi, soal selidik berkaitan tajuk disediakan terlebih dahulu bagi memudahkan proses temu bual yang akan dijalankan. Responden yang terlibat dalam kajian kes ini adalah konservator daripada Global Heritage Consultancy Sdn. Bhd.. Seterusnya, melalui soal selidik yang telah disediakan, sesi temu bual dijalankan. Hasil dapatan temu bual dibincangkan dan seterusnya dirumuskan pada hasil dapatan kajian ini.

#### KAJIAN KES: MASJID KAMPUNG LAUT, KELANTAN

Kajian ini memilih Masjid Kampung Laut yang berada di negeri Kelantan sebagai kes kajian. Masjid Kampung Laut merupakan sebuah masjid yang terletak di Kampung Nilam Puri. Ianya merupakan sebuah petempatan yang berada pada dalam lingkungan 11-kilometer dari Kota Bharu yang merupakan ibu negeri Kelantan. Masjid ini merupakan masjid tertua di Malaysia dan Asia Tenggara yang dibina pada abad ke-18. Pembinaan Masjid Kampung Laut ini dibina tanpa menggunakan sebarang paku. Rajah 2 merupakan gambar masjid yang dinyatakan.

Penamaan masjid ini sebagai Masjid Kampung Laut adalah kerana ia pada asalnya terletak di Kampung Laut. Kampung Laut merupakan sebuah kampung yang terletak di tebing Sungai Kelantan dan berada dalam Jajahan Tumpat. Lokasi ini merupakan lokasi asal masjid ini sebelum ianya dipindahkan ke Kampung Nilam Puri pada tahun 1970-an setelah tenggelam akibat banjir besar.

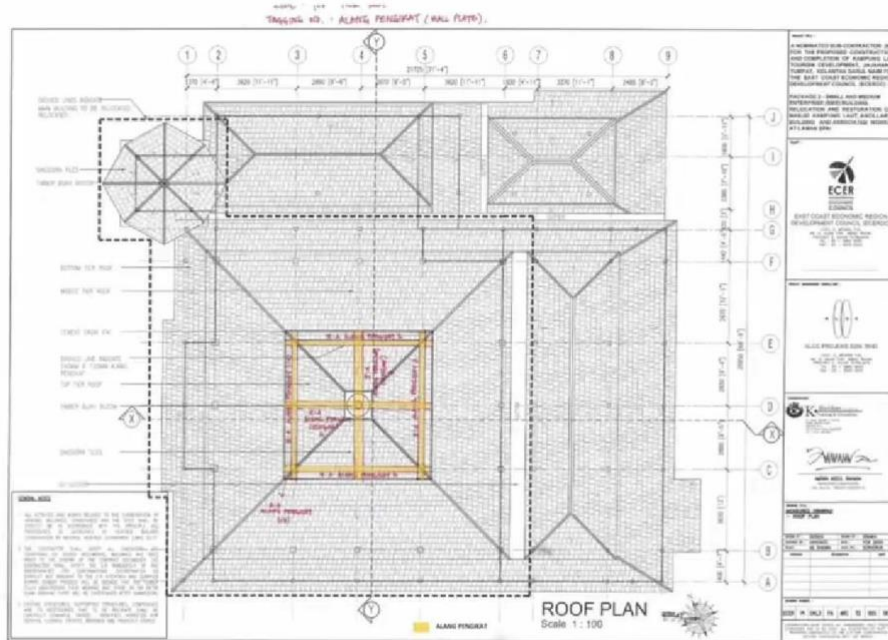


*Rajah 2: Masjid Kampung Laut, Kelantan Malaysia  
Sumber: Penulis, 2022*

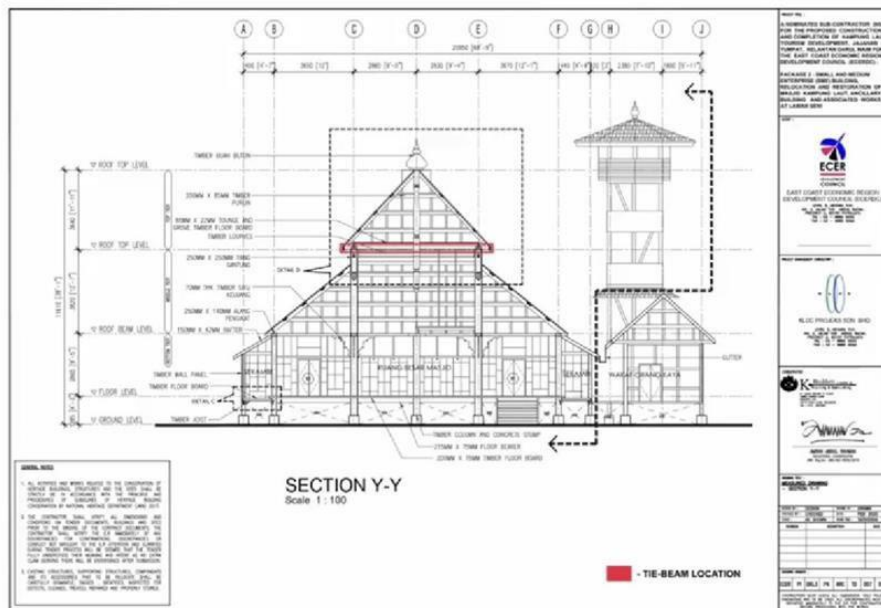
Kampung Nilam Puri merupakan sebuah kampung yang berada dalam Jajahan Kota Bharu di Kelantan. Lokasi masjid ini adalah di Jalan Kuala Krai, berhadapan dengan Kampus Akademi Pengajian Islam, Universiti Malaya. Selepas lebih 50 tahun berada di bumi Nilam Puri, masjid ini telah dialihkan semula buat kali kedua ke lokasi asalnya iaitu Kampung Laut bagi mengekalkan seni bina bangunan warisan ini.

#### PENDOKUMENTASIAN MENGGUNAKAN CAD

Kaedah paling umum yang digunakan dalam penghasilan lukisan menggunakan CAD adalah dengan melakukan pengukuran menggunakan pita pengukur atau pelan yang dilukis di atas kertas mengikut bangunan sedia ada ditapak. Setelah selesai membuat pengukuran, seterusnya dilakarkan semula ke dalam bentuk lukisan berkomputer menggunakan aplikasi AutoCad. Lukisan (Rajah 3 dan Rajah 4) ini akan dijadikan sebagai lukisan tender dan diserahkan kepada kontraktor bagi melakukan kerja-kerja lanjutan.

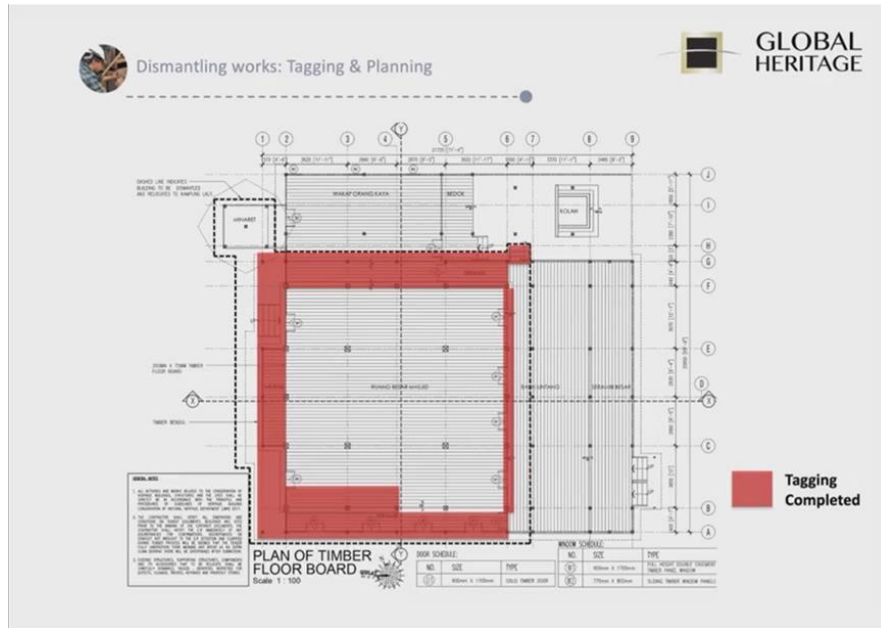


Rajah 3: Lukisan Terukur Pelan Bumbung  
Sumber: Penulis, 2022

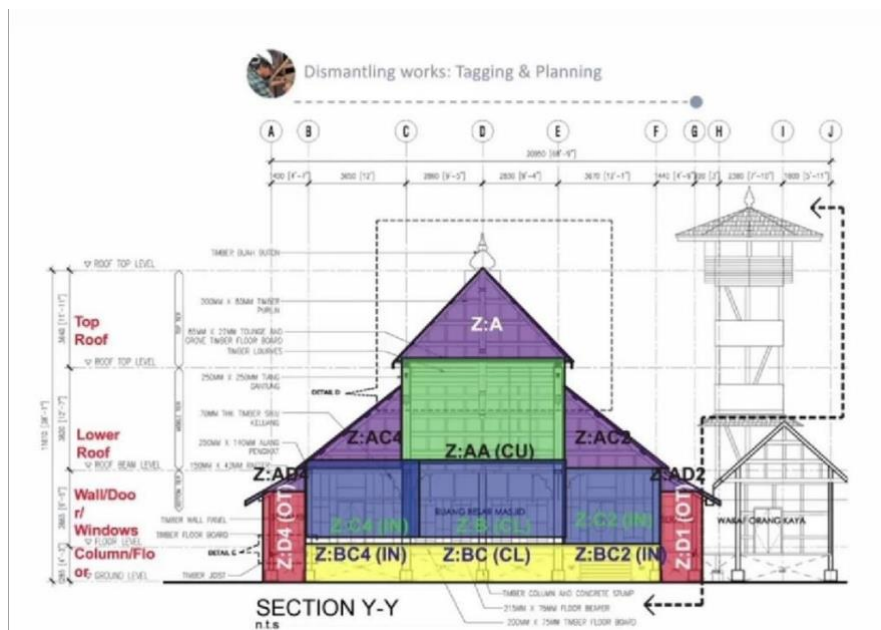


Rajah 4: Lukisan Terukur Keratan Y-Y  
Sumber: Penulis, 2022

Syarikat Global Heritage dilantik oleh kontraktor sebagai pihak konservator bagi menjalankan proses pendokumentasian dan pemuliharaan bangunan warisan. Lukisan tender yang dihasilkan akan ditanda bagi proses kerja rombakan bangunan mengikut zon-zon tertentu. Kerja ini akan memudahkan pihak kontraktor untuk melakukan proses pemasangan semula bangunan di tapak pemindahan yang baru seperti di Rajah 5 dan Rajah 6.



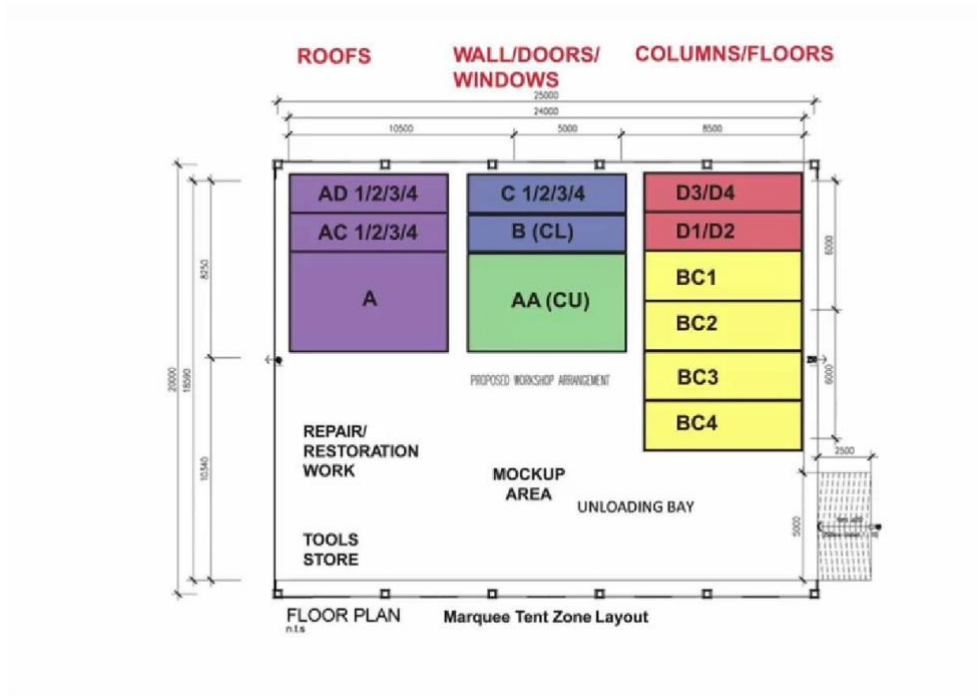
Rajah 5: Lukisan Pelan Lantai (ditanda oleh GHC Global Heritage)  
 Sumber: Penulis, 2022



Rajah 6: Lukisan Kerantan (ditanda oleh GHC Heritage)  
 Sumber: Penulis, 2022

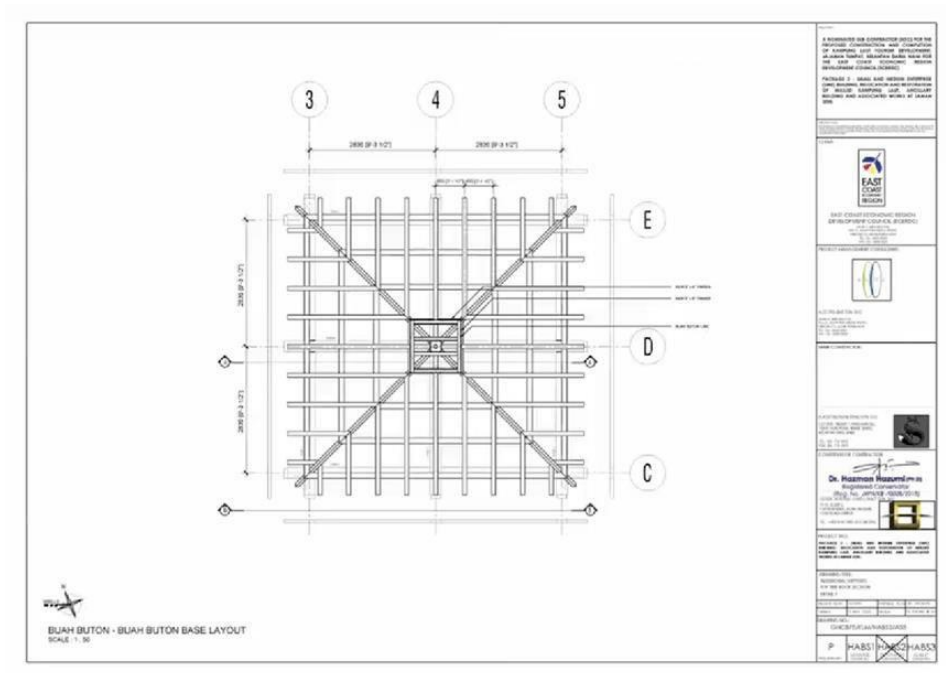


Setelah dipindahkan, bahagian bangunan tersebut dinilai, disimpan dan dijaga di tempat penyimpanan khusus. Bagi proses penyimpanan, lukisan pelan bangunan sementara untuk penyimpanan disediakan oleh pihak konservator seperti di Rajah 7 di bawah.



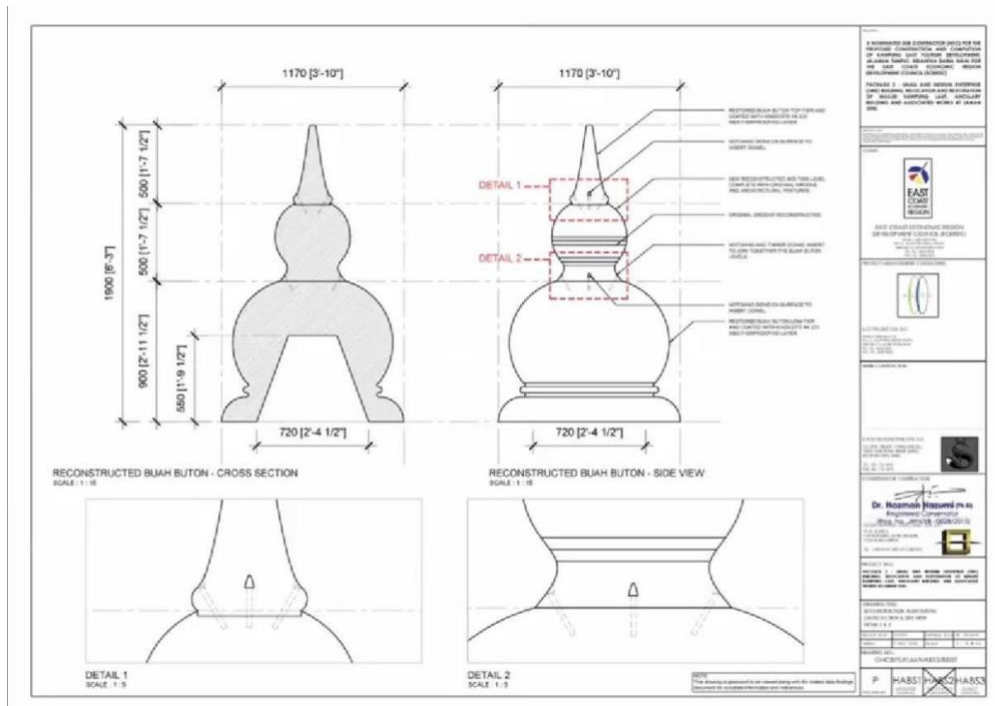
Rajah 7: Lukisan Pelan Penyimpanan Sementara (disediakan oleh GHC Heritage)  
 Sumber: Penulis, 2022

Sepanjang proses penyimpanan tersebut, bahagian bangunan dinilai tahap kerosakannya. Laporan dapatan data disediakan untuk direkodkan termasuk menunjukkan bahagian yang terlibat dalam perubahan seperti penambahan atau penggantian. Lukisan butiran disediakan seperti Rajah 8 dan Rajah 9.



Rajah 8: Lukisan Butiran Bumbung (1) (disediakan oleh: GHC Global Heritage)  
 Sumber: Penulis, 2022





Rajah 9: Lukisan Butiran Bumbung (3) (disediakan oleh: GHC Global Heritage)  
Sumber: Penulis, 2022

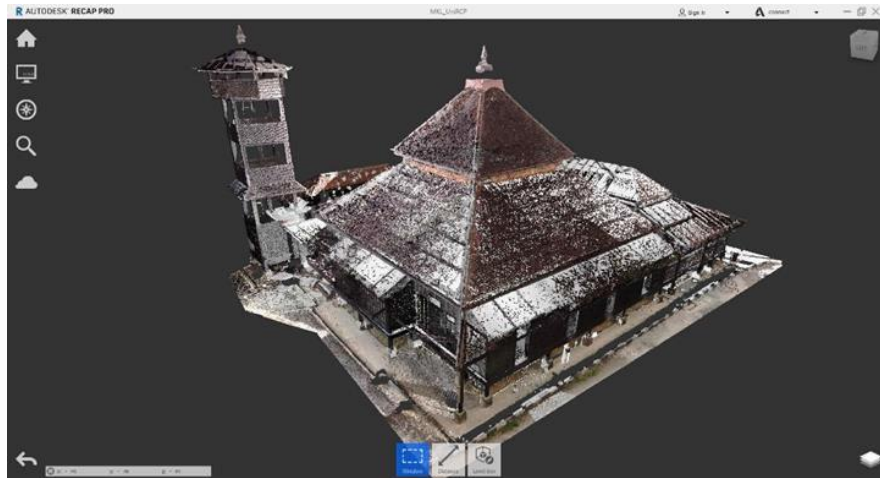
## PENDOKUMENTASIAN MENGGUNAKAN BIM

Kaedah dan pendekatan yang digunakan dalam mendokumentasikan maklumat bangunan warisan bagi Masjid Kampung Laut ini adalah melalui kaedah pengimbasan BIM dan teknologi 3D *Terrestrial Laser Scanner* (3D TLS) untuk membuat pemodelan 3D adalah seperti di Rajah 10.

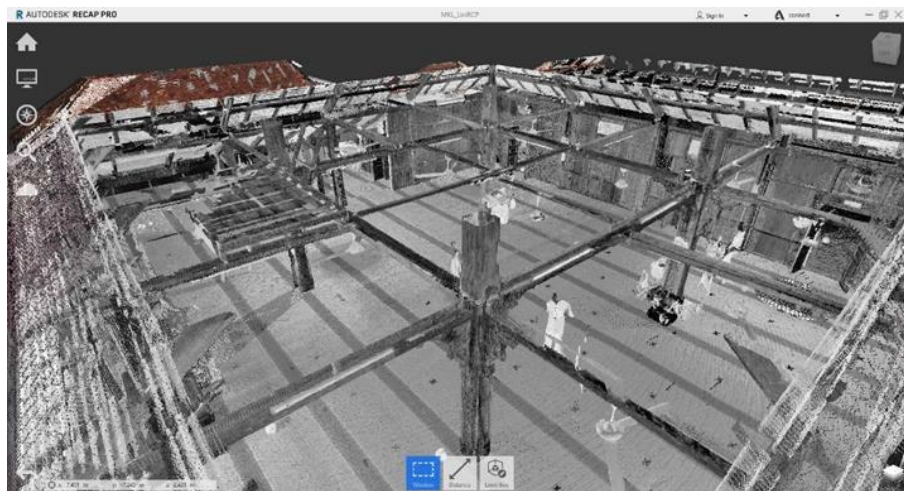


Rajah 10: Pengimbasan 3D TLS di tapak Nilam Puri  
Sumber: Penulis, 2022

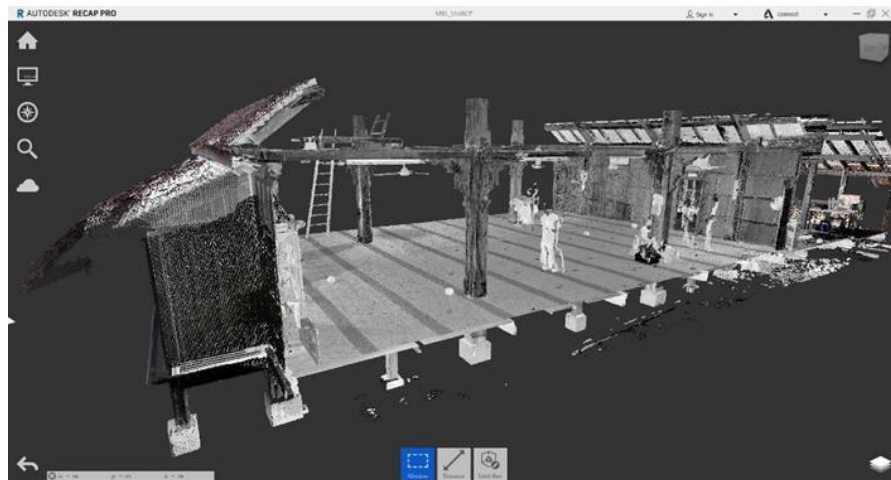
Setelah proses pengimbasan selesai dijalankan, proses pendaftaran imej dilakukan. Kaedah yang dijalankan sama seperti pendaftaran imej dalam fotogrametri. Koordinat sebenar di atas permukaan tanah dapat diaplikasikan dalam proses ini. Pengimbasan laser digunakan bagi mendapatkan koordinat pengimbasan. Imej yang didaftarkan akan dipaparkan secara 3D yang lengkap. Perisian Faro SCENE digunakan dalam proses ini. Perisian ini menyediakan data imbasan untuk dieksport ke dalam bentuk *point cloud*. Hasil pengimbasan yang telah diproses menggunakan Faro Scene seperti di Rajah 11 sehingga 19.



Rajah 11: Gambaran bahagian luar bangunan di dalam Cloud Point  
Sumber: Penulis, 2022.



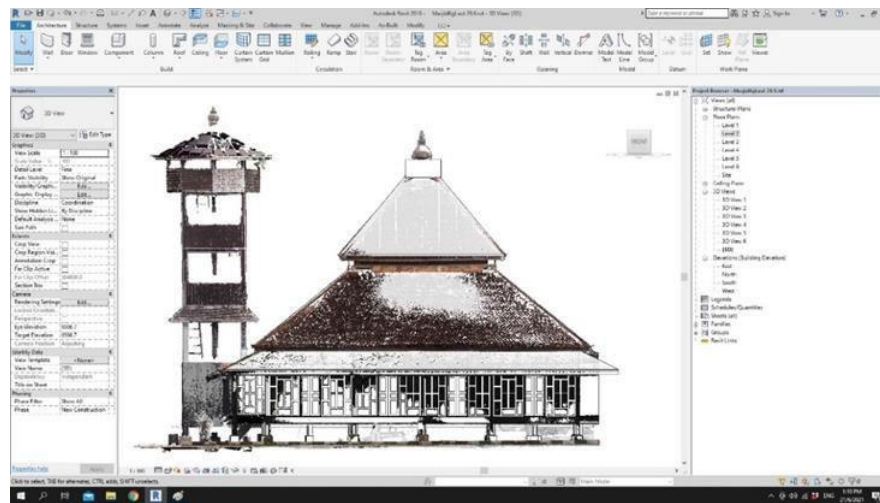
Rajah 12: Gambaran bahagian dalam bangunan di dalam Cloud Point  
Sumber: Penulis, 2022.



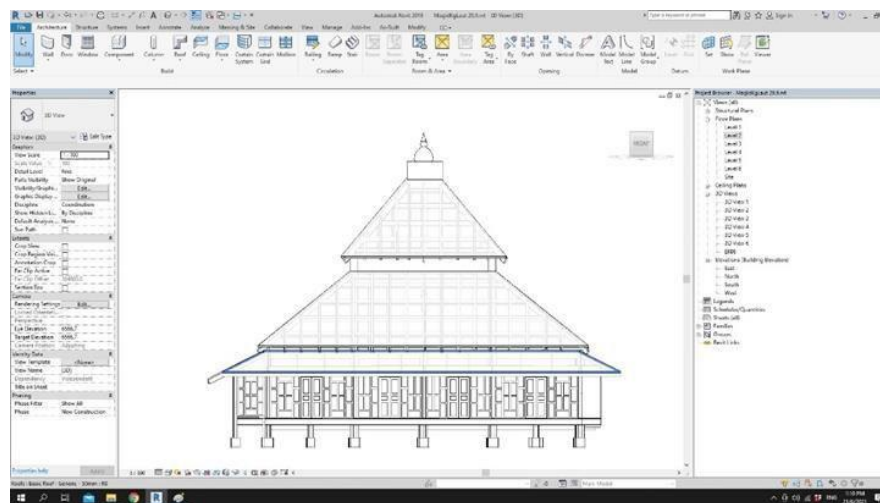
*Rajah 13: Gambaran 3D Keratan 1 di dalam Cloud Point  
Sumber: Penulis, 2022.*



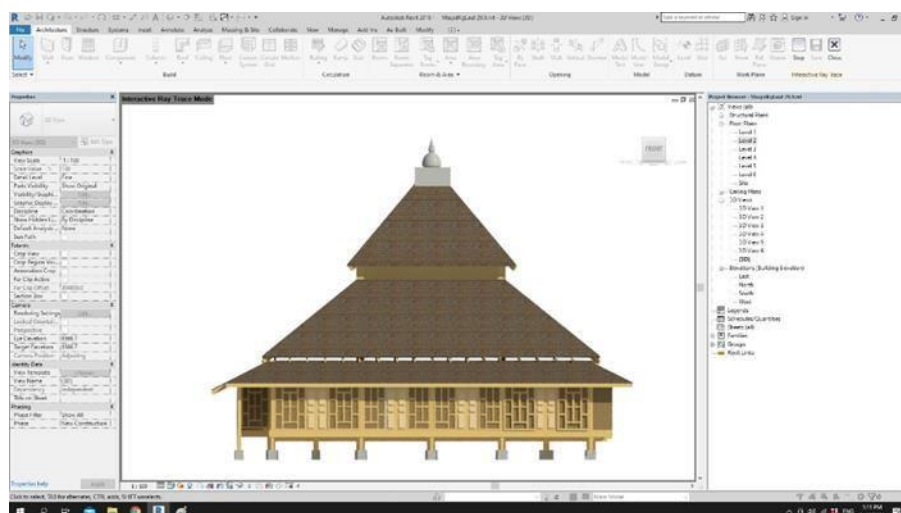
*Rajah 14: Gambaran 3D Keratan 2 di dalam Cloud Point  
Sumber: Penulis, 2022.*



Rajah 15: Pandangan Masjid Kampung Laut dalam perisian Revit (2D) (1)  
Sumber: Penulis, 2022.

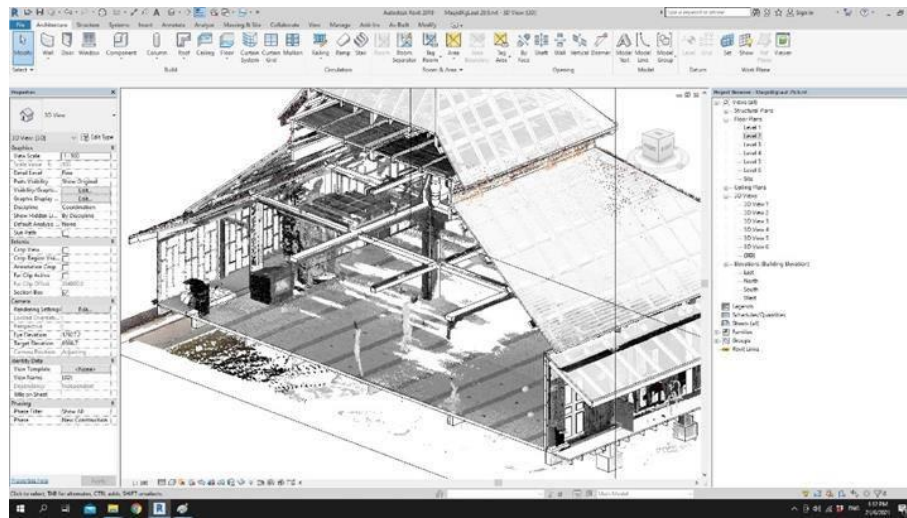


Rajah 16: Pandangan Masjid Kampung Laut dalam perisian Revit (2D) (2)  
Sumber: Penulis, 2022.

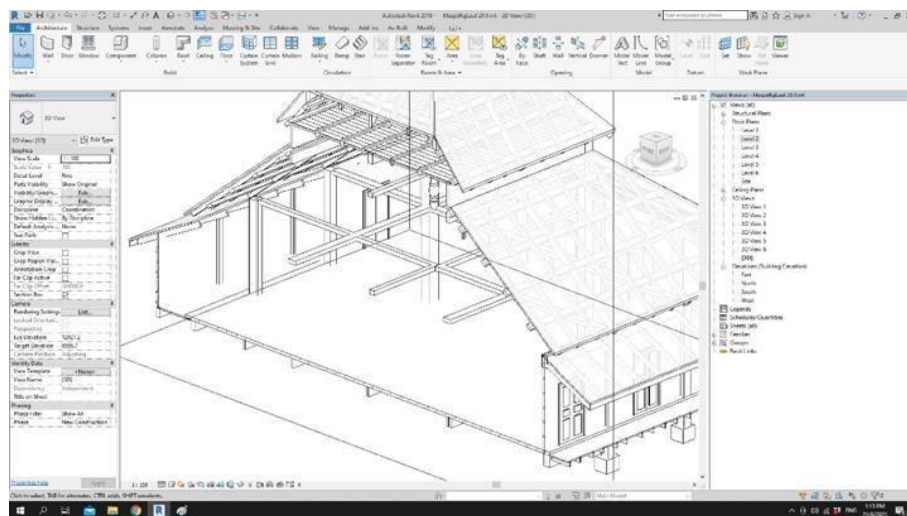


Rajah 17: Pandangan Masjid Kampung Laut dalam perisian Revit (2D) (3)  
Sumber: Penulis, 2022.





Rajah 18: Keratan bangunan Masjid Kampung Laut dalam perisian Revit (3D) (1)  
Sumber: Penulis, 2022.



Rajah 19: Keratan bangunan Masjid Kampung Laut dalam perisian Revit (3D) (2)  
Sumber: Penulis, 2022.

## PERBEZAAN PENGGUNAAN BIM DAN CAD DALAM KAJIAN KES

Perbezaan tetapan fungsi yang terdapat dalam teknologi BIM dan CAD dapat dilihat pada Jadual 1 berikut. Terdapat beberapa perbezaan yang dapat dilihat daripada ciri-ciri tetapan yang disediakan bagi kedua-dua Teknologi BIM dan CAD.

Jadual 1: Perbezaan Tetapan Fungsi Penghasilan Lukisan

Spesifikasi	CAD	BIM
Tetapan <i>layer</i>	✓	✓
Tetapan unit	✓	✓
Tetapan garisan	✓	×
Tetapan bahan	×	✓
Tetapan lantai	×	✓
Lukisan pelan lantai menggunakan garisan sebagai objek	✓	×
Lukisan model dengan bahan sebagai objek	×	✓
Penyuntingan gambar	✓	✓
Lukisan keratan dan pandangan secara automatik	×	✓
Bayangan pada lukisan pandangan	×	✓
Penghasilan Lukisan butiran	✓	✓
Penghasilan model 3D	×	✓

Antara tetapan yang disediakan oleh BIM cara automatik tetapi tidak terdapat pada CAD adalah tetapan garisan, bahan dan lantai. CAD menggunakan elemen garisan untuk lukisan dan boleh ditetapkan terlebih dahulu supaya dapat memiliki lapisan yang berbeza pada setiap garis yang dibuat. Bagi tetapan bahan pula, BIM memiliki pemilihan bahan dalam setiap komponen yang dilukis. Sementara itu, bagi tetapan lantai, CAD biasanya dibuat untuk menghasilkan lukisan 2D tanpa memerlukan pelarasan ketinggian lantai.

Antara kelebihan yang terdapat pada teknologi BIM adalah lukisan pada BIM telah dikelaskan mengikut bahan di mana ianya tidak terdapat pada CAD. Dari sudut lukisan keratan, ianya dilakukan secara manual dan berasingan di dalam CAD, manakala BIM hanya sekadar meletakkan garisan keratan dan pandangan akan dihasilkan dan akhirnya secara automatik spesifikasi dan ukuran akan dilengkapkan.

Kedua-dua teknologi ini terdapat tetapan bagi penghasilan lukisan butiran. CAD dilakukan di *layout*, manakala BIM menggunakan pemilihan pada bahagian butiran. Lukisan yang muncul kedua-duanya mengikut had paparan yang dikehendaki. Namun, kelebihan BIM adalah model lukisan yang dihasilkan melalui teknologi ini adalah dalam bentuk 3D berbanding lukisan CAD yang hanya berbentuk 2D.

Dari sudut pengurusan, responden menyatakan bahawa BIM lebih baik dalam mengkoordinasikan semua maklumat lukisan kerana 3D model yang dicipta hanya memerlukan satu fail sahaja yang dapat digunapakai oleh arkitek, juruukur dan jurutera perunding, namun kemahiran dan kepakaran yang lebih tinggi diperlukan bagi penggunaannya berbanding dengan CAD. Perancangan dan penjadualan juga dapat dipautkan dengan 3D model yang dihasilkan oleh BIM. Bagi aktiviti pengubahsuaian,

koordinator BIM dapat mengeluarkan laporan pertembungan melalui model 3D tersebut dan dapat mengemaskini model itu melalui lukisan yang telah dipinda oleh perunding. Manakala melalui CAD, laporan pertembungan perlu dilakukan secara manual melalui kerja di lapangan. Selain itu, gaya percetakan BIM adalah lebih konsisten dan sistematik berbanding CAD. Simulasi gambaran juga dapat dihasilkan melalui BIM dan ini tidak dapat dilakukan dalam perisian CAD.

## KESIMPULAN

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahawa reka bentuk berasaskan BIM lebih berkesan dan lebih tepat dalam pendokumentasian maklumat bangunan warisan kerana kerana ianya memiliki tetapan fungsi yang dapat menghasilkan lukisan yang lebih tepat berbanding CAD. Pengurusan aktiviti pendokumentasian juga lebih mudah dijalankan melalui BIM kerana ianya memiliki sistem koordinasi data yang bersepadu dan jitu. Oleh kerana seni bina bangunan warisan sangat unik, gambaran lukisan yang jelas dan lebih tepat dapat dihasilkan melalui BIM. Aktiviti pemeliharaan dan pemuliharaan bangunan warisan memerlukan maklumat yang tepat agar ciri-ciri serta sifat asli seni bina bangunan warisan dapat kekal dipelihara.

Bagi menghormati nilai warisan bangunan bersejarah, seni bina bangunan ini haruslah dipelihara dan dikekalkan. Antara strategi dalam mengekalkan nilai warisan ini adalah memelihara dan memulihara seni bina bangunan ini. Disebabkan masih tidak banyak penggunaan teknologi BIM terhadap bangunan warisan di Malaysia, industri pemuliharaan bangunan warisan di Malaysia perlu merancang strategi dan mempelajari bagaimana untuk melangkah ke arah pelaksanaan penuh penggunaan BIM. Semua pihak seperti institusi kerajaan, agensi, organisasi dan institusi pendidikan perlu mengambil bahagian dan bekerjasama untuk mencapai sasaran ini.

Selain itu, latihan penggunaan BIM perlulah diterapkan di dalam institusi pendidikan dari awal lagi. Antara cadangan bagi mencapai kecemerlangan amalan BIM untuk karya warisan industri adalah menganjurkan latihan perkhidmatan, bengkel dan seminar yang bersesuaian melibatkan badan profesional dan ahli akademik berkaitan penggunaan BIM terutamanya bagi bangunan warisan. Selain itu, pengamal BIM juga seharusnya tidak hanya berpuas hati dengan peranan dan fungsi profesion mereka tetapi juga harus mengetahui peranan dan fungsi profesional lain dalam bidang pemuliharaan dan pemeliharaan. Di samping itu, pengamal BIM terhadap bangunan bersejarah harus memastikan bahawa mereka memiliki kecekapan yang merangkumi kualiti peribadi, kecekapan teras dan kecekapan proses. Kemahiran teras profesional merangkumi kebolehan untuk menyampaikan maklumat yang jelas dan disahkan, dan analisis kritikal.

## RUJUKAN

- [1] Ali, M., Ismail, K. M., Hashim, K. S. H. Y., Suhaimi, S., & Mustafa, M. H. (2017). Historic building information modelling (HBIM) for Malaysian construction industry. *Planning Malaysia*, 16(3), 332–343.
- [2] Czmocha, I., & Pekala, A. (2014). Traditional Design versus BIM Based Design. XXIII R-S-P seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering. *Procedia Engineering*, 91, 210-215.
- [3] Garagnani, S., & Manferdini, A. (2013). Parametric Accuracy: Building Information Modeling Process Applied to the cultural heritage



---

preservation. 3D-ARCH 2013 – 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures. Trento, Italy, 87-92.

- [4] Goh, K.C., Goh, H.H., Bilal, K., Toh, T.C., & Nasid, M.A. (2019). The Impact of Building Information Modelling on Design Process in Construction Industry. *Malaysian Construction Research Journal (MCRJ)*, 66.
- [5] Harun, S.N. (2011). Heritage building conservation in Malaysia: Experience and challenges. *Procedia Engineering*, 41-53.
- [6] Jabatan Warisan Negara Malaysia. (2017). *Garis Panduan Pemuliharaan Bangunan Warisan*. Kuala Lumpur: Kementerian Pelancongan Dan Kebudayaan Malaysia.