

# Xây dựng quy trình thực hiện dự án Scan to BIM và ứng dụng vào case study

Nguyễn Anh Thư<sup>1,2\*</sup>, Trần Đức Học<sup>1,2</sup>, Vũ Xuân Lâm<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Bộ môn Thi công và Quản lý xây dựng, Khoa Kỹ thuật Xây Dựng, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM (HCMUT), số 268, Đường Lý Thường Kiệt, Quận 10, TP.HCM, Việt Nam

<sup>2</sup> Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Phường Linh Trung, TP. Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

## TỪ KHÓA

Quy trình thực hiện dự án Scan to BIM  
Scan to BIM  
BIM

## TÓM TẮT

Bên cạnh ứng dụng BIM thì Scan to BIM cũng mang lại nhiều lợi ích trong lĩnh vực xây dựng. Quy trình thực hiện Scan to BIM mà các nghiên cứu hiện nay hướng tới hiện đang còn ở mức tổng quan hoặc đi sâu vào quy trình sử dụng thiết bị, phần mềm mà chưa đề cập tới khái niệm LOA (level of accuracy – mức độ chính xác), chưa có một quy trình tổng quát cho quá trình thực hiện dự án Scan to BIM. Dự án ở đây đi từ các công tác chuẩn bị, lên kế hoạch, thực hiện tại hiện trường và xử lý dữ liệu, bàn giao cho khách hàng, chủ đầu tư. Qua đó, giúp người đọc hình dung được những khái niệm cơ bản khi thực hiện một dự án Scan to BIM, cũng như làm tài liệu giúp các tổ chức, doanh nghiệp có thể tham khảo nếu muốn phát triển hay áp dụng Scan to BIM. Từ đó, nghiên cứu ứng dụng thực tiễn quy trình đề xuất cho một dự án nhằm đánh giá tính khả thi và hiệu quả của quy trình.

## KEY WORDS

The implementation process of Scan to BIM project  
Scan to BIM  
BIM

## ABSTRACT

Today, technology has a significant effect on many parts of life. Aside from BIM applications, Scan to BIM has other advantages in the building industry. The Scan to BIM implementation processes that current researches are aiming at are still at the general level, or they are going into the process of using equipment and software without mentioning the concept of LOA (level of accuracy), or there is no general process for the implementation of Scan to BIM projects. The process here begins with preparation, planning, implementation on-site, and data processing before being handed over to clients or investors. As a result, readers can understand the essential principles when conducting a Scan to BIM project, as well as create documentation to which organizations and enterprises may refer if they wish to build or deploy Scan to BIM. Furthermore, the study employs the suggested procedure in an actual project to assess its practicality and efficacy.

## 1. Giới thiệu

Công tác ứng dụng BIM được xem là sẽ giúp cải thiện chất lượng trong các hoạt động xây dựng. Bên cạnh BIM trong giai đoạn thiết kế và thi công, BIM trong giai đoạn quản lý vận hành, sửa chữa công trình cũng cần thiết, đặc biệt đối với các công trình đã hoàn thành xây dựng và chưa có điều kiện áp dụng công nghệ.

Scan to BIM được ứng dụng cho các khu vực và công trình đã hoàn thành xây dựng trong nhiều năm.

Sau thời gian lưu trữ hồ sơ hoàn thành công trình theo Điều 26 Nghị định 06/2021/NĐ-CP [1], các dữ liệu công trình có thể được quản lý không tốt. Các công trình xây dựng khi vận hành nếu có chất lượng hồ sơ hoàn công được quản lý kém thì sẽ ảnh hưởng đến các công tác vận hành, sửa chữa, đánh giá các yếu tố khi thiết kế cải tạo, mở rộng, đánh giá độ an toàn theo thời gian. Vì thế, khi ứng dụng Scan to BIM, các thông tin hiện hữu của công trình sẽ được ghi lại chi tiết và chuẩn xác. Nhờ các ưu điểm đó, việc phục hồi các thông tin hoàn công đã bị hư hỏng trở nên dễ dàng. Từ đó, khi vận hành, ta có thể sử dụng không gian ba chiều của công trình thay vì phải đi thực địa, đặc biệt là các khu vực có mức độ an

toàn không cao như trong các công trình nhà máy điện mà kỹ sư không thể đến trực tiếp. Ngoài ra, ứng dụng Scan to BIM có thể phát hiện các sai khác hay chuyển vị của công trình theo thời gian, góp phần giúp xem xét mức độ an toàn của công trình. Thêm nữa, khi ứng dụng Scan to BIM sẽ giúp tạo ra một thư viện điện tử công trình.

Trong 25 ứng dụng BIM được giới thiệu bởi trường PennState College of Engineering thì Scan to BIM là ứng dụng đầu tiên [2]. Đây cũng là một nội dung áp dụng BIM thông dụng được đề cập trong Phụ lục 1, Quyết định số 348/QĐ-BXD ngày 02/04/2021 về việc Công bố Hướng dẫn chung áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) [3].

Với những lợi ích mà Scan to BIM mang lại, ứng dụng vẫn chưa thực sự nổi bật và phổ biến tại Việt Nam do gặp nhiều khó khăn về chi phí thiết bị, các phần mềm chuyên dụng để xử lý dữ liệu lại phức tạp, các yêu cầu cao về trình độ chuyên môn của người kỹ sư,... Vì thế, việc phân tích các lợi ích mà Scan to BIM có thể mang lại và các quy trình thực hiện dự án Scan to BIM đang là một trong những nghiên cứu có tính thực tiễn cao và đang được quan tâm hiện nay. Các quy trình thực hiện Scan to BIM mà các nghiên cứu hiện nay đang hướng tới hiện đang còn ở mức tổng quan hoặc đi sâu vào quy trình sử dụng thiết bị, phần

\*Liên hệ tác giả: nathu@hcmut.edu.vn

Nhận ngày 15/10/2022, sửa xong ngày 08/11/2022, chấp nhận đăng 10/01/2023

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.01.2023.442>

mềm mà chưa đề cập tới khái niệm LOA, chưa có một quy trình tổng quát cho quá trình thực hiện dự án Scan to BIM. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu là hướng đến việc phân tích các khái niệm cơ bản khi áp dụng Scan to BIM và xây dựng quy trình khi thực hiện một dự án Scan to BIM qua các giai đoạn. Bên cạnh đó, nghiên cứu ứng dụng thực tiễn quy trình đề xuất cho một dự án nhằm đánh giá tính khả thi và hiệu quả của quy trình.

**2. Tổng quan nghiên cứu**

**2.1. Tổng quan về BIM**

BIM (Building Information Modeling, viết tắt BIM) là tiến trình tạo dựng và sử dụng mô hình thông tin kỹ thuật số cho các công tác từ thiết kế, thi công đến quản lý vận hành công trình [4].

**2.2. Tổng quan về Scan to BIM**

Trong quy trình Scan to BIM, một máy quét laser được sử dụng để chụp quét 3D chính xác về các dữ liệu thực trên một dự án (công nghệ 3D Laser Scanning). Dữ liệu quét dưới dạng đám mây điểm hay point cloud là tập hợp các điểm trong không gian 3 chiều kỹ thuật số sẽ cho chúng ta có được một dữ liệu hình ảnh của vật thể dưới dạng là nhiều điểm trong không gian và mỗi điểm đó mang một tọa độ x,y,z. Sau đó được nhập vào mô hình BIM 3D để tạo ra các mô hình chính xác như đã xây dựng hoặc để thông báo cho thiết kế với các dữ liệu thực tế. Quy trình như vậy gọi là quy trình Scan to BIM [5].

**2.3. Tổng quan về yêu cầu thông tin trao đổi (EIR)**

Yêu cầu về thông tin trao đổi (Exchange Information Requirements, viết tắt EIR) là các yêu cầu của chủ đầu tư để tạo lập thông tin liên quan đến việc áp dụng BIM [3]. EIR cho phép các bên liên quan như chủ đầu tư, ban quản lý cơ sở vật chất đề xuất yêu cầu thông tin và phạm vi công việc thực hiện.

**2.4. Tổng quan về kế hoạch thực hiện BIM (BEP)**

Kế hoạch thực hiện BIM (BIM Execution Plan, viết tắt BEP) là tài liệu xác định các tiêu chuẩn, phương pháp, các quy định sẽ sử dụng trong dự án để đáp ứng các mục tiêu và yêu cầu đặt ra trong EIR [3]. Kế hoạch thực hiện BIM (BEP) được cập nhật, hoàn thiện trên cơ sở Kế hoạch thực hiện BIM sơ bộ (Pre-BEP).

**2.5. Tổng quan về Mức độ phát triển thông tin (LOD)**

Mức độ phát triển thông tin (Level Of Development, viết tắt LOD) là một khái niệm được sử dụng trong quá trình mô hình hóa, dùng để chỉ chất lượng, số lượng và mức độ chi tiết của thông tin trong mô hình BIM ở các giai đoạn khác nhau trong quá trình đầu tư xây dựng [3]. Mức độ phát triển thông tin (LOD) cho dự án, công trình cần được nêu

rõ trong EIR, và BEP. Nếu các chủ đầu tư, doanh nghiệp chưa có kinh nghiệm trong việc quy định mức độ LOD thì có thể tham khảo mức độ LOD và trách nhiệm của bên tham gia thực hiện khởi tạo, cập nhật thông tin mô hình cho các cấu kiện, thiết bị theo “BIM software guidelines” [6]. Bên cạnh đó, có thể tham khảo mức độ LOD được mô tả như thế nào cho các cấu kiện, thiết bị tùy vào từng cấp LOD theo BIM Forum [7].

**2.6. Tổng quan về Mức độ chính xác (LOA)**

Mức độ chính xác (Level of Accuracy) hay viết tắt là LOA là thuật ngữ được sử dụng khi dùng công nghệ 3D Laser Scanning để số hóa lại công trình. Vậy mức độ chính xác là gì? Như thế nào là độ chính xác tương đối hay tuyệt đối? Độ chính xác này có ảnh hưởng gì đến mục đích cuối cùng khi sử dụng BIM hiện trạng một cách hiệu quả hay không? Hiểu và vận dụng đúng khái niệm này để khi bắt đầu các dự án Scan to BIM có thể giúp tránh được các vấn đề về các sản phẩm bàn giao cho chủ Đầu tư sau này.

Khi sử dụng các thiết bị 3D Laser Scanning để số hóa công trình, các máy quét vẫn có sai số, dẫn đến các dữ liệu thu thập cũng có sai số nhất định. Các phần mềm mô hình từ dữ liệu quét cũng không thể hiện được chính xác 100 % công trình thực tế từ dữ liệu quét. Những điều này dẫn đến sai số. Vậy sai số này hay độ chính xác là bao nhiêu, có bao nhiêu cấp độ chính xác được quy định ra sao?

Bài viết đã tham khảo và lựa chọn áp dụng quy định theo USIBD [8] cho các dự án Scan to BIM. Ưu điểm của tiêu chuẩn này là quy định rõ ràng về các cấp độ chính xác khi quét các hạng mục, cấu kiện, thiết bị công trình ở các mức khác nhau. Các mã hạng mục, thiết bị công trình cũng phù hợp với tài liệu LOD của BIM Forum [7] khi dựng mô hình BIM.

Liên quan đến quy định LOD, bất kỳ chỉ định LOA ở mức nào cũng có thể sử dụng tương ứng với mọi cấp LOD. Ngoài ra cũng không có sự tương ứng giữa các giai đoạn vòng đời của dự án và LOA. Các hạng mục công trình chứa các cấu kiện và thiết bị khác nhau, do đó độ lệch chuẩn hoặc dung sai chế tạo là khác nhau. Những cấu kiện bằng bê tông không thể được kiểm soát ở mức độ giống như các cấu kiện làm bằng thép, do đó các LOA tương ứng dự kiến sẽ khác nhau.

LOA được cấu trúc theo gia số của mười bắt đầu từ LOA10 và kéo dài đến LOA50. Chuỗi hai chữ số “mười” này nhằm mục đích phân biệt với chuỗi 3 chữ số “một trăm” của LOD, do đó tránh được sự nhầm lẫn. Năm cấp LOA như Bảng 1 [8].

**Bảng 1.** Các cấp độ chỉ định độ chính xác.

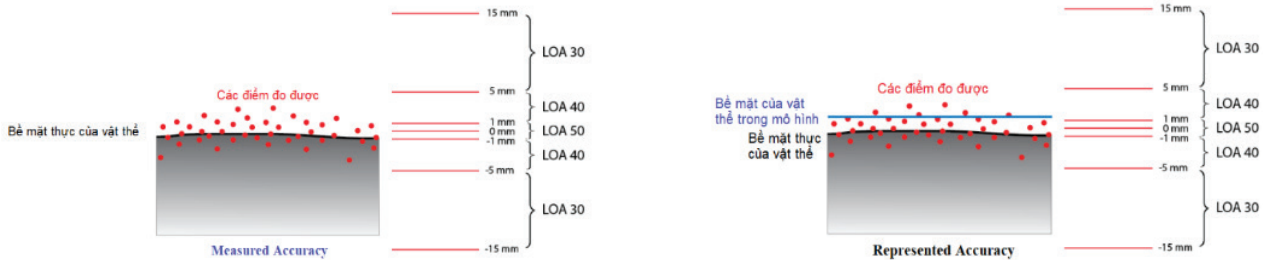
Cấp độ		Cận trên	Cận dưới
Thấp     v Cao	UDLOA	Người dùng tự định nghĩa	Người dùng tự định nghĩa
	LOA10	15cm	5cm
	LOA20	5cm	15mm
	LOA30	15mm	5mm
	LOA40	5mm	1mm
LOA50	1mm	0	

Có 2 khái niệm về mức độ chính xác LOA, đó là “Measured Accuracy” và “Represented Accuracy”:

- “Measured Accuracy”:
- + “Measured Accuracy” là phạm vi độ lệch của các điểm đo so với bề mặt thực tế sau khi các điểm đo này được xử lý (bình sai, ghép

trạm) bất kể tới phương pháp nào để tạo ra các trị đo đó.

- “Represented Accuracy”:
- + “Represented Accuracy” là phạm vi độ lệch của mô hình so với dữ liệu đo sau khi các điểm đo đã được xử lý và sử dụng để dựng mô hình trong phần mềm.



Hình 1. Minh họa cho “Measured Accuracy” và “Represented Accuracy”.

Phương pháp kiểm tra LOA “Measured Accuracy” gồm ba phương pháp để kiểm tra theo từng cấp độ [8]:

- Phương pháp 'A' - Không kiểm tra:
- + Chỉ đơn giản có nghĩa là không có yêu cầu nào được thiết lập trong EIR của chủ đầu tư yêu cầu nhà thầu kiểm tra độ chính xác của dữ liệu. Điều này giả định rằng nhà thầu đã thực hiện đúng yêu cầu kỹ thuật và không cần kiểm tra. Việc chỉ định "Không kiểm tra" không làm giảm trách nhiệm của nhà thầu trong việc đáp ứng các nghĩa vụ về LOA theo hợp đồng. Nó chỉ có nghĩa là nhà thầu không có nghĩa vụ cung cấp xác nhận chính thức dữ liệu đo đó là đạt yêu cầu khi bàn giao sản phẩm đó cho Chủ đầu tư.
- Phương pháp 'B' - Kiểm tra bằng các tập dữ liệu chồng chéo. Có nghĩa là hai bộ dữ liệu chồng chéo phải được yêu cầu để chứng minh rằng LOA quy định đã đạt yêu cầu. Ví dụ:
- + So sánh giữa hai lần quét laser độc lập. Sử dụng các lần quét khác nhau từ cùng một thiết bị giúp dễ dàng kiểm tra một tập dữ liệu, xem chúng có bị nhiễu hay không?
- + Sử dụng cùng một thiết bị để quét đối tượng nhưng ngược lại với phương pháp trên là từ cùng một vị trí nhưng cài đặt phương pháp quét khác đi như độ phân giải hoặc tốc độ quét. Kết quả xem chúng có bị nhiễu hay không?
- Phương pháp 'C' - Kiểm tra bằng phương pháp độc lập. Có nghĩa là hai phép đo độc lập với một hoặc nhiều phương pháp đo sẽ được sử dụng để chứng minh LOA đáp ứng theo quy định. Ví dụ:
- + So sánh đo khoảng cách giữa hai máy toàn đạc độc lập, sau đó so với khoảng cách trên mô hình;
- + Dùng máy đo Laser cầm tay để đo khoảng cách hay chiều dài cấu kiện, rồi so với chiều dài được đo ở mô hình đám mây điểm;
- + Một hiện vật có kích thước hoặc chiều dài đã biết được chụp trong quá trình quét laser được sử dụng để xác nhận khoảng cách được đo trong đám mây điểm;
- + Dùng máy toàn đạc đặt trên một mốc khống chế bậc cao hơn đo đến vài điểm để khảo sát trên hiện trường, rồi kiểm tra với tọa độ

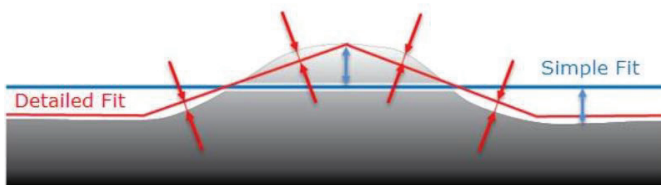
điểm đo trong point cloud. Sau đó, độ lệch đó được sử dụng để tính độ lệch chuẩn với mức độ tin cậy 95 % và sẽ được so sánh với tiêu chuẩn LOA đã được chỉ định.

Phương pháp kiểm tra LOA “Represented Accuracy” gồm ba phương pháp để kiểm tra theo từng cấp độ [8]:

- Phương pháp 'A' - Không kiểm tra
- + Chỉ đơn giản có nghĩa là không có yêu cầu nào được thiết lập trong EIR của chủ đầu tư yêu cầu nhà thầu kiểm tra độ chính xác của dữ liệu. Điều này giả định rằng nhà thầu đã thực hiện đúng yêu cầu kỹ thuật như những nhà thầu khác cung cấp các dịch vụ tương tự. Việc chỉ định "Không kiểm tra" không làm giảm trách nhiệm của nhà thầu trong việc đáp ứng các nghĩa vụ về LOA theo hợp đồng. Nó chỉ có nghĩa là nhà thầu không có nghĩa vụ cung cấp xác nhận chính thức dữ liệu đo đó là đạt yêu cầu khi bàn giao sản phẩm đó cho chủ đầu tư.
- Phương pháp 'B' - Kiểm tra một lần. Có nghĩa là một phương pháp chứng minh LOA đáp ứng yêu cầu. Phương pháp kiểm tra một lần:
- + Sử dụng một người độc lập để kiểm tra quá trình tạo ra các sản phẩm được giao;
- + Sử dụng các bản vẽ hoàn công để kiểm tra với các bản vẽ lập ra từ mô hình. Bản vẽ hoàn công có thể được chỉ định như một phương pháp kiểm tra được chấp nhận, nhưng bản thân các bản vẽ hoàn công đôi khi có sai sót do đó có thể không phải là hình thức đáng tin cậy để kiểm tra độ chính xác mô hình;
- + Nếu dữ liệu được xây dựng từ quá trình quét laser scanning, thì so sánh dữ liệu đã được xây dựng với dữ liệu point cloud bằng cách chồng chéo hai tập dữ liệu này với nhau.
- Phương pháp 'C' - Kiểm tra hai lần
- + Có nghĩa là hai phương pháp kiểm tra sẽ được yêu cầu để chứng minh rằng LOA quy định đã được đáp ứng. Sử dụng hai trong số các phương pháp “Kiểm tra một lần” ở trên để kiểm tra chất lượng trước khi bàn giao.

Phương pháp dựng mô hình:

- Bất cứ khi nào dựng mô hình từ dữ liệu đo, phải xác định phương pháp dựng mô hình nào ưu tiên sẽ được áp dụng. Theo USIBD [8] có hai phương pháp chính:
- + Simple Fit: Khi độ sai lệch trong bề mặt không là một mối quan tâm cao. Ví dụ, người ta thường ưu tiên biểu thị bề mặt của một bức tường là phẳng trong khi trong thực tế, dữ liệu đo được có thể cho thấy những sai lệch trên bề mặt tường do trần vách thạch cao, đỉnh tán bị cong vênh, v.v. Như vậy, cách tiếp cận Simple Fit có thể là được ưu tiên.
- + Detailed Fit: Khi độ lệch sai lệch trong bề mặt của một đối tượng là một mối quan tâm cao. Ví dụ, trong một dự án bảo tồn lịch sử, điều quan trọng là phải thể hiện kết cấu bề mặt của bức tường thợ xây, các vết nứt, hốc, v.v. Như vậy, cách tiếp cận Detailed Fit có thể là được ưu tiên.



Hình 2. Minh họa cho phương pháp dựng mô hình Simple Fit và Detailed Fit.

## 2.7. Tổng quan về Môi trường dữ liệu chung (CDE)

Môi trường dữ liệu chung (Common Data Environments, viết tắt CDE) là nơi thu thập, lưu trữ, quản lý và phổ biến tất cả các thông tin, dữ liệu, tài liệu được tạo ra bởi các bên tham gia thực hiện BIM [3].

## 2.8. Những nghiên cứu trước

Tác giả Vasiliki Tzedaki và John M. Kamara [9] đã đề cập tới công nghệ 3D Laser Scanning cung cấp khả năng tạo dựng một mô hình BIM 3D hoàn công. Trong khi đó, thông tin hoàn công của công trình đang trở nên quan trọng ở định dạng kỹ thuật số. Từ đó, nghiên cứu hướng tới việc tạo lập một quy trình tổng quát khi thực hiện dự án Scan to BIM nhằm giúp các bên liên quan có một ngôn ngữ chung để phối hợp.

Hay tác giả Justin M. Reginato và LEED Green Assoc [10] đã kết luận máy quét laser là một thiết bị hiệu quả nhằm ghi lại hiện trạng thực trước khi xây dựng, từ đó có thể so sánh các sai khác, xung đột giữa bản vẽ thiết kế với các điều kiện hiện trạng.

Tác giả Sepehr Alizadehsalehi và các cộng sự [11] đã nêu rằng việc ứng dụng BIM và 3D Laser Scanning sẽ tạo thuận lợi cho thiết kế và thi công, cũng như trong việc xử lý các sai sót, rủi ro và chi phí thực hiện dự án. Ngoài ra, tác giả Danijel Rebolj và các cộng sự [12] đã nêu rằng với kết quả chính xác 3D Laser Scanning, dữ liệu này được sử dụng để thực hiện hồ sơ hoàn công hay dùng để so sánh dữ liệu thực

tế với dữ liệu thiết kế và sẽ giúp ích cho việc phát hiện các sai khác. Không những thế, tác giả Tristan Randall [13] đã nêu ra các ứng dụng 3D Laser Scanning đem lại, qua đó khi kết hợp BIM với công nghệ 3D Laser Scanning có thể mang tới nhiều lợi thế đáng kể bằng cách tạo điều kiện thuận lợi cho các hoạt động xây dựng dựa trên các dữ liệu hiện trường chính xác được thu nhập bằng thiết bị 3D Laser Scanning.

Tác giả Hoàng Hiệp và các cộng sự [14] cũng đã kết luận về Scan to BIM trong công tác khảo sát sẽ đạt độ chính xác cao, thời gian xử lý và khảo sát nhanh hơn.

Tác giả Nguyễn Mạnh Cường cũng đã nghiên cứu về Scan to BIM để quản lý khối lượng [15]. Bài viết đưa ra một phương thức mới là áp dụng 3D Laser Scanning quản lý khối lượng giúp các bên kiểm soát công việc tốt hơn. Bên cạnh đó, tác giả đề xuất một quy trình kết hợp BIM và 3D Laser Scanning nhằm quản lý khối lượng của dự án.

Tác giả Vladimir Badenko [16] các cộng sự đã nêu rằng lợi thế của 3D Laser Scanning là thu thập dữ liệu quét chính xác lên đến milimet, thực hiện với tốc độ nhanh hơn. Vì thế, nghiên cứu thiết lập một quy trình thích hợp trong việc mô hình BIM theo các điều kiện hiện trạng và phân tích mô hình sau đó.

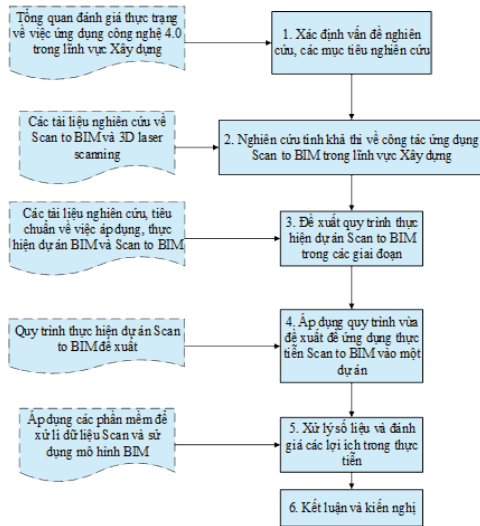
Tác giả Qian Wang [17] và các cộng sự đánh giá cao công nghệ 3D Laser Scanning với lợi thế về độ chính xác cao, lên đến milimet và tốc độ thu nhập dữ liệu nhanh, công tác chuyển đổi dữ liệu Scan thành mô hình BIM được gọi là Scan to BIM. Qua đó, nghiên cứu thiết lập một quy trình Scan to BIM nhằm giúp các đơn vị thực hiện Scan to BIM tốt hơn.

Tác giả là Nguyễn Anh Thư [18] và các cộng sự đã xem việc bảo tồn các công trình Di sản là một nhiệm vụ cấp bách toàn cầu. Việc áp dụng công nghệ 3D Laser Scanning trong các dự án cải tạo được xem là một công cụ thích hợp nhằm thu thập dữ liệu hình học cho các tòa nhà đã xây dựng trên 20 năm. Với mô hình HBIM- Historic Building Information Modelling và công nghệ số hóa bằng 3D Laser Scanning được xem là một bước tiến lớn trong công tác bảo tồn di sản trên toàn thế giới. Tuy nhiên, giới hạn về kỹ sư có kinh nghiệm, ngân sách đầu tư thiết bị và sự bảo mật các công ty đang hạn chế phương án tiếp cận các di sản bằng kỹ thuật số tại Việt Nam. Do đó, nghiên cứu này nhằm mục đích tạo ra quy trình làm việc tối ưu và cụ thể cho việc áp dụng thực tế 3D Laser Scanning với các công trình di sản, từ thu thập dữ liệu đến xử lý và Scan to HBIM. Nghiên cứu đưa ra 3 quy trình chính bao gồm:

- Quy trình thu nhập thông tin di sản văn hóa.
- Quy trình xử lý dữ liệu quét.
- Quy trình Scan to HBIM.

## 3. Phương pháp nghiên cứu

Quy trình thực hiện nghiên cứu được thể hiện ở Hình 3 và cụ thể hóa các công việc qua từng giai đoạn như Bảng 2.



Hình 3. Quy trình thực hiện nghiên cứu.

Bảng 2. Các bước thực hiện quy trình nghiên cứu.

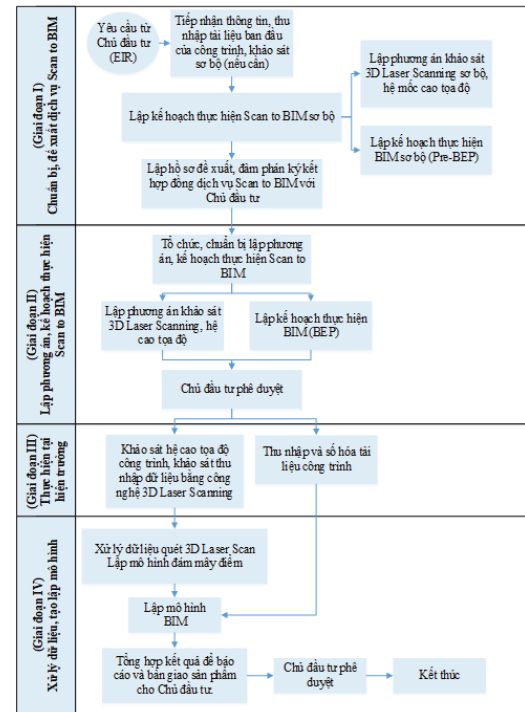
Bước	Công việc thực hiện	Diễn giải chi tiết
1	Xác định vấn đề nghiên cứu, các mục tiêu nghiên cứu	- Thông qua việc tìm hiểu các tài liệu, nghiên cứu đánh giá thực trạng về ứng dụng công nghệ 4.0 trong lĩnh vực Xây dựng, cụ thể trong quá trình hoạt động đầu tư xây dựng và quản lý vận hành các công trình. - Từ đó, xác định vấn đề và các mục tiêu nghiên cứu.
2	Nghiên cứu tính khả thi về công tác ứng dụng Scan to BIM trong lĩnh vực Xây dựng	- Chọn lọc các tài liệu nghiên cứu có liên quan đến các ứng dụng BIM và Scan to BIM nhằm xác định: <ul style="list-style-type: none"> <li>Các ứng dụng Scan to BIM trong lĩnh vực Xây dựng.</li> <li>Các quy trình chung khi thực hiện một dự án BIM và Scan to BIM.</li> <li>Các lợi ích mà Scan to BIM mang lại, cũng như tính khả thi và hạn chế khi ứng dụng các công nghệ này.</li> </ul>
3	Đề xuất quy trình thực hiện dự án Scan to BIM	- Dựa trên các tài liệu thu nhập được, đề xuất quy trình thực hiện dự án Scan to BIM trong các giai đoạn của dự án.
4	Áp dụng quy trình vừa đề xuất để ứng dụng thực tiễn Scan to BIM vào một dự án	- Nghiên cứu tiến hành ứng dụng quy trình thực hiện dự án Scan to BIM vừa xây dựng bên trên cho một dự án Nhà máy nhiệt điện thực tiễn và cụ thể thông qua việc sử dụng các máy 3D Laser Scanning chuyên dụng như Trimble SX12 và máy Trimble X7 để sản xuất mô hình Point cloud nhằm kiểm nghiệm tính khả thi của quy trình đã đề xuất.
5	Xử lý số liệu và đánh giá quy trình đề xuất	- Áp dụng các phần mềm chuyên dụng để xử lý Point cloud và tạo lập mô hình BIM - Từ đó, kiểm nghiệm tính khả thi và hiệu quả của quy trình đề xuất.
6	Kết luận và kiến nghị	- Từ các kết quả của quá trình thực hiện nghiên cứu, nghiên cứu đưa ra những kết luận về các mục tiêu mà nghiên cứu hướng đến và đề xuất các kiến nghị cho các nghiên cứu sau này.

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Quy trình thực hiện dự án Scan to BIM cho công trình xây dựng

Quy trình thực hiện dự án Scan to BIM cho công trình xây dựng được thể hiện như Hình 3 gồm bốn giai đoạn chính đi từ công tác chuẩn bị, đề xuất yêu cầu thông tin, sau đó một phương án thực hiện quy trình

Scan-to-BIM được xây dựng và phê duyệt bởi chủ đầu tư, quy trình được áp dụng tại một dự án thí điểm cụ thể và thực hiện xử lý dữ liệu quét, thiết lập mô hình đáp ứng yêu cầu đề ra.



Hình 3. Quy trình thực hiện dự án Scan to BIM cho công trình xây dựng.

4.2. Ứng dụng quy trình thực hiện dự án Scan to BIM đề xuất vào dự án thực tế

Tên dự án: Khu xử lý nước (WTS) và Khu xử lý nước thải (WWTS) của Nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân 4 Mở rộng.

Vị trí dự án: Trung tâm điện lực Vĩnh Tân, huyện Tuy Phong, tỉnh Bình Thuận.

Các hạng mục dự án bao gồm 3 khu vực chính như sau:

- Cơ sở hạ tầng.
- Khu vực xử lý nước.
- Khu vực xử lý nước thải.



Hình 4. Tổng mặt bằng của dự án.

Các giới hạn của quy trình đề xuất khi áp dụng vào thực tiễn:

- Vì quy trình đề xuất được áp dụng tổng thể trong một vòng đời dự án Scan to BIM, cũng như liên quan tới công tác làm việc, phối hợp giữa nhiều bên tham gia và giới hạn về mặt thời gian làm nghiên cứu, thế nên nghiên cứu chưa thể ứng dụng hoàn toàn quy trình cho công trình thực tiễn mà chỉ ứng dụng quy trình với các giới hạn như sau:
- + Nghiên cứu áp dụng quy trình đề xuất đối với các bước chính và quan trọng.
- + Thể hiện các tài liệu quan trọng và cần thiết khi áp dụng công nghệ Scan to BIM.

Thiết bị sử dụng:

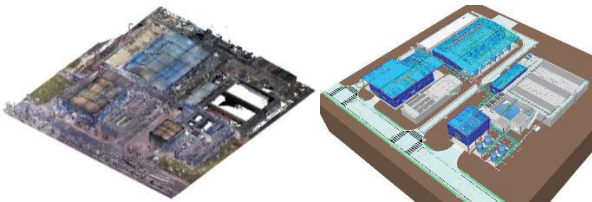
- Sử dụng máy Trimble SX12 [19] và máy Trimble X7 [20] để thu nhập point cloud.
- Point cloud được xử lý qua các phần mềm của hãng Trimble (Trimble Realworks, Trimble Business Center,...).

Phần mềm sử dụng:

- Revit: Đánh giá mô hình point cloud với mô hình BIM và phục dựng các hạng mục chưa có mô hình BIM từ point cloud.
- Naviswork: Tích hợp các mô hình và kết hợp giữa các bộ môn.
- Autodesk Docs: Nền tảng Cloud quản lý tài liệu và hiển thị mô hình BIM.
- Các phần mềm chuyên dụng khác liên quan.

Kết quả thu được:

- Mô hình point cloud tổng thể và mô hình BIM As-Built tổng thể của Khu xử lý nước (WTS) và Khu xử lý nước thải (WWTS) của Nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân 4 Mở rộng như Hình 5.



**Hình 5.** Mô hình point cloud tổng thể và mô hình BIM As-Built tổng thể của dự án.

#### 4.3. Đánh giá quy trình đề xuất

Đề cập tới khái niệm mức độ chính xác LOA:

- Quy trình hiện có: Các quy trình hiện có chưa đề cập đến khái niệm LOA.
- Quy trình đề xuất: Khái niệm LOA là một trong những khái niệm quan trọng khi áp dụng công nghệ Scan to BIM. Tùy vào mục đích của Chủ đầu tư mà mức độ LOA áp dụng cho dự án cũng khác nhau và chi phí, nhân lực, thiết bị cũng sẽ khác tương ứng với từng cấp độ LOA. Các bên tham gia dự án cần thống nhất mức độ LOA cho các cấu kiện, thiết bị để từ đó làm cơ sở để thực hiện dự án một cách hiệu quả. Bên cạnh đó, là cơ sở để thực hiện hợp đồng giữa các bên.

Phương pháp kiểm tra chất lượng mức độ chính xác LOA của point cloud khi thực hiện tại hiện trường và sau khi xử lý dữ liệu thu được:

- Quy trình hiện có: Các quy trình hiện có chưa đề cập.
- Quy trình đề xuất: Để đảm bảo mức độ LOA áp dụng cho dự án, các bên cần có phương pháp kiểm soát chất lượng dữ liệu point cloud sau khi thu thập tại hiện trường và sau khi xử lý dữ liệu point cloud. Các phương pháp này cần được thống nhất giữa các bên để làm cơ sở thực hiện, kiểm soát chất lượng LOA của dự án. Theo USIBD [8] gồm ba phương pháp để kiểm tra theo từng cấp độ:
- + Phương pháp 'A' - Không kiểm tra.
- + Phương pháp 'B' - Kiểm tra bằng các tập dữ liệu chồng chéo.
- + Phương pháp 'C' - Kiểm tra bằng các phép đo hoặc phương pháp độc lập.

Phương pháp kiểm tra chất lượng mức độ chính xác LOA của mô hình BIM sau khi xây dựng từ dữ liệu point cloud:

- Quy trình hiện có: Các quy trình hiện có chưa đề cập.
- Quy trình đề xuất: Bên cạnh việc đảm bảo mức độ LOA trong quá trình thu thập tại hiện trường và sau khi xử lý dữ liệu point cloud, các bên cần có phương pháp kiểm soát chất lượng LOA của mô hình BIM được xây dựng từ dữ liệu point cloud. Các phương pháp này cần được thống nhất giữa các bên để làm cơ sở thực hiện, kiểm soát chất lượng LOA của dự án. Theo USIBD [8] gồm ba phương pháp để kiểm tra theo từng cấp độ:
- + Phương pháp 'A' - Không kiểm tra.
- + Phương pháp 'B' - Kiểm tra một lần.
- + Phương pháp 'C' - Kiểm tra hai lần.

Phương pháp dựng mô hình:

- Quy trình hiện có: Các quy trình hiện có chưa đề cập.
- Quy trình đề xuất: Bất cứ khi nào dựng mô hình từ dữ liệu đo, phải xác định phương pháp dựng mô hình nào ưu tiên sẽ được áp dụng. Theo USIBD [8] có hai phương pháp chính là Simple Fit và Detailed Fit.

Các tài liệu quy định LOA, LOD cho các cấu kiện, thiết bị:

- Quy trình hiện có: Các quy trình hiện có chưa đề cập đến vấn đề hoặc chỉ đề cập một cách tổng quát.
- Quy trình đề xuất: Với các chủ đầu tư, doanh nghiệp chưa có kinh nghiệm trong việc áp dụng BIM hay Scan to BIM, cần có các tài liệu, quy định để các bên có thể tham khảo mức độ LOA, LOD phù hợp cho các cấu kiện, thiết bị. Bài viết đã đề cập tới tài liệu quy định LOD cho dự án là “BIM software guidelines” [6] và “Level of development (LOD) specification part I & commentary For Building Information Models and Data” [7], tài liệu quy định mức độ LOD cho từng cấu kiện và theo từng giai đoạn của dự án. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng đề cập tới tài liệu quy định LOA cho dự án là USIBD [8], tài liệu quy định mức độ LOA cho từng cấu kiện và theo từng giai đoạn của dự án.

Quy trình tổng quát thực hiện dự án Scan to BIM

- Quy trình hiện có: Các quy trình mà các nghiên cứu đang hướng tới hiện nay đang còn ở mức tổng quan hoặc đi sâu vào quy trình sử dụng thiết bị, phần mềm mà chưa đề cập tới khái niệm LOA,

chưa có một quy trình tổng quát cho quá trình thực hiện dự án Scan to BIM.

- Quy trình đề xuất: Bài viết thiết lập một quy trình thực hiện dự án Scan to BIM qua nhiều giai đoạn. Kèm theo đó là các tiêu chuẩn, quy định, tài liệu kèm theo để làm cơ sở cho các bên tham gia thực hiện. Từ đó, giúp các doanh nghiệp, tổ chức có thể nắm bắt các khái niệm cần thiết khi thực hiện Scan to BIM và làm tài liệu để các tổ chức, doanh nghiệp tham khảo nếu muốn phát triển dịch vụ Scan to BIM.

## 5. Kết luận

Với những ứng dụng mà Scan to BIM đem tới thì đây là một dịch vụ có thể phát triển trong ngành xây dựng Việt Nam. Từ đó, mục tiêu của nghiên cứu hướng đến việc phân tích các khái niệm và xây dựng quy trình khi thực hiện một dự án Scan to BIM nhằm giúp người đọc hình dung được những yếu tố cơ bản cần phải nắm khi thực hiện một dự án Scan to BIM, cũng như làm tài liệu giúp các tổ chức, doanh nghiệp có thể tham khảo nếu muốn phát triển hay áp dụng Scan to BIM. Bên cạnh đó, qua quá trình sử dụng quy trình đề xuất vào thực tiễn đã giúp phần nào đánh giá được mức độ hiệu quả và khả thi của quy trình.

Tuy nhiên, dự án được áp dụng quy trình đề xuất chỉ mang tính thử nghiệm nên chưa đặt nặng vấn đề chi phí thực hiện và đây cũng là hướng đi cho các nghiên cứu trong tương lai. Bên cạnh đó, quy trình đề xuất cũng cần áp dụng cho nhiều dự án thực tiễn hơn nữa để hoàn thiện quy trình.

Từ mô hình BIM hoàn công được xây dựng từ dữ liệu point cloud có thể tích hợp thêm các công nghệ mới như VR, AR, IOT,... nhằm tạo thêm nhiều dịch vụ mới mang lại nhiều lợi ích trong hoạt động đầu tư xây dựng và quản lý vận hành các công trình.

Nghiên cứu đóng góp thêm tài liệu về công tác Scan to BIM trong ngành xây dựng, đồng thời xây dựng một quy trình đề xuất thực hiện dự án Scan to BIM cho công trình xây dựng qua các giai đoạn khác nhau giúp các tổ chức, doanh nghiệp có thể tham khảo nếu muốn phát triển hay áp dụng quy trình Scan to BIM.

## Lời cảm ơn

Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số DS2022-20-03. Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ thời gian, phương tiện và cơ sở vật chất cho nghiên cứu này.

## Tuyên bố tác giả

Nhóm tác giả không có xung đột lợi ích.

## Tài liệu tham khảo

- [1]. 06/2021/NĐ-CP, "Nghị định Quy định chi tiết một số nội dung về quản lý chất lượng, thi công xây dựng và bảo trì công trình xây dựng," 2021.
- [2]. P. C. o. Engineering, "BIM Uses | BIM Planning," 2022.
- [3]. 348/QĐ-BXD, "Quyết định số 348/QĐ-BXD ngày 02/04/2021 về việc Công bố Hướng dẫn chung áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM)." *Bộ Xây dựng*, 2021.
- [4]. 1057/QĐ-BXD, "Quyết định số 1057/QĐ-BXD Công bố hướng dẫn tạm thời áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong giai đoạn thi công.", *Bộ Xây dựng*, 2017.
- [5]. A.-M. Dekker, "What is "Scan to BIM"?", *Constructible Trimble*, 2019.
- [6]. U. S. G. S. Administration, "BIM software guidelines," 2019.
- [7]. B. Forum, "Level of development (LOD) specification part I & commentary For Building Information Models and Data," 2019.
- [8]. USIBD, "Guide for USIBD Document C220: Level of Accuracy (LOA) Specification for Building Documentation," 2016.
- [9]. V. Tzedaki and J. M. Kamara, "Capturing As-Built Information for a BIM Environment Using 3D Laser Scanner: A Process Model," *AEI 2013*, pp. 486-495, 2013.
- [10]. P. D. Justin M. Reginato, P.E and L. G. Assoc, "Using Laser Scanning to Determine As-Is Building Conditions," 2014.
- [11]. S. Alizadehsalehi, O. Koseoglu, and M. Celikag, "Integration of Building Information Modeling (BIM) and Laser Scanning in Construction Industry," *AEI 2015*, pp. 163-174, 2015.
- [12]. D. Rebolj, Z. Pučko, N. Č. Babič, M. Bizjak, and D. Mongus, "Point cloud quality requirements for Scan-vs-BIM based automated construction progress monitoring," *Automation in Construction*, vol. 84, pp. 323-334, 2017/12/01/ 2017.
- [13]. T. Randall, "Construction Engineering Requirements for Integrating Laser Scanning Technology and Building Information Modeling," *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 137, pp. 797-805, 10/01 2011.
- [14]. H. Hiệp *et al.*, "Ứng dụng công nghệ 3D laser scanning trong việc khảo sát lập bình đồ địa hình," *TẠP CHÍ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC*, 2020.
- [15]. N. M. Cường, "Ứng dụng mô hình BIM và công nghệ laser 3D quản lý khối lượng thực hiện của dự án xây dựng," *Luận văn Thạc sĩ* vol. Đại học Quốc gia TP.HCM - Trường Đại học Bách Khoa, 2020.
- [16]. V. Badenko *et al.*, "SCAN-TO-BIM METHODOLOGY ADAPTED FOR DIFFERENT APPLICATION," *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XLII-5/W2, pp. 1-7, 09/20 2019.
- [17]. Q. Wang, J. Guo, and M.-K. Kim, "An Application Oriented Scan-to-BIM Framework," *Remote Sensing*, vol. 11, no. 3, p. 365, 2019.
- [18]. T. A. Nguyen, S. T. Do, L. Le-Hoai, V. T. Nguyen, and T.-A. Pham, "Practical workflow for cultural heritage digitalization and management: a case study in Vietnam," *International Journal of Construction Management*, pp. 1-15, 2022.
- [19]. Trimble, "Trimble SX12 Scanning Total Station," *Internet: <https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/trimble-sx12>*, 2022.
- [20]. Trimble, "Trimble X7 3D Scanning System," *Internet: <https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/trimble-x7>*, 2022.