

Analisis Kendala Pemodelan BIM 3D pada Pondasi Concrete Spun Pile Rumah Pompa Studi Kesesuaian Visual terhadap Metode Konstruksi Lapangan

Muhammad Thoriq*, Muhammad Faizal Ardhiansyah Arifin¹

¹*Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia*

thoriq0703@students.unnes.ac.id^{*}

Copyright©2025 by authors. Authors agree that this article remains permanently open access under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 International License

Abstrak

Pondasi *Concrete Spun Pile* (CSP) merupakan elemen penting dalam pekerjaan struktur Rumah Pompa Terboyo pada Proyek Tol Semarang–Demak 1C. Pondasi CSP dengan panjang 60 m dan 62 m dipasang secara utuh sesuai metode konstruksi lapangan, kemudian dibobok pada bagian kepala tiang untuk mencapai elevasi desain akhir. Perbedaan antara kondisi pemasangan (*as-installed*) dan kondisi setelah pembobokan (*as-designed*) menimbulkan kendala dalam pemodelan BIM 3D menggunakan *Autodesk Revit*, karena perangkat lunak tidak secara langsung menyediakan representasi visual untuk perubahan kondisi konstruksi tersebut. Penelitian ini bertujuan menganalisis kendala pemodelan pondasi CSP dalam BIM 3D serta mengevaluasi kesesuaian visual model dengan metode konstruksi yang diterapkan di lapangan. Pendekatan penelitian menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan studi kasus pada struktur Rumah Pompa. Data yang digunakan meliputi gambar kerja pondasi, informasi panjang tiang, elevasi desain, dan hasil pemodelan 3D. Pemodelan dilakukan melalui dua skenario, yakni pemodelan sesuai panjang aktual pemasangan dan pemodelan sesuai kondisi akhir setelah pembobokan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemodelan tiang CSP berdasarkan panjang asli mampu menggambarkan metode pemasangan secara akurat, tetapi tidak sesuai dengan tampilan desain akhir. Sebaliknya, pemodelan yang langsung mengikuti elevasi pasca pembobokan menghasilkan visual desain yang tepat namun tidak mewakili metode konstruksi lapangan. Untuk mengatasi ketidaksesuaian tersebut, diperlukan strategi tambahan seperti pemisahan elemen, penggunaan fitur *parts*, atau pengaturan *phasing* pada *Autodesk Revit*. Penelitian ini memberikan rekomendasi *workflow* pemodelan BIM 3D yang lebih representatif untuk pekerjaan pondasi CSP, sehingga dapat mendukung akurasi visualisasi dan koordinasi desain pada proyek infrastruktur.

Kata kunci: BIM 3D, *Concrete Spun Pile*, *Autodesk Revit*, pemodelan struktur, metode konstruksi.

Abstract

Concrete Spun Pile (CSP) foundations are widely used as key structural elements in the Terboyo Pump House construction of the Semarang–Demak Toll Road Section 1C project. CSP piles with lengths of 60 m and 62 m are installed as full-length elements according to the actual field method and later trimmed at the pile head to achieve the final design elevation. The discrepancy between the as-installed condition and the as-designed condition creates challenges in 3D BIM modeling using Autodesk Revit, as the software does not directly provide a visual representation of construction-stage changes within a single modeled element. This study aims to analyze the modeling constraints of CSP foundations in BIM 3D and evaluate the visual consistency of the model with the actual construction method. A quantitative descriptive approach was applied through a case study of the Pump House structure. The data used include foundation design drawings, pile length specifications, design elevations, and the resulting 3D models. Modeling was conducted under two scenarios: (1) modeling based on the actual installation length, and (2) modeling based on the final elevation after trimming. The results show that modeling CSP piles using full installation length accurately represents the field construction method but does not reflect the final design condition. Conversely, modeling directly according to the post-trimming elevation produces an accurate design visualization but does not depict the actual construction stages. Additional modeling strategies such as element separation, the use of parts, or phasing configurations are required to resolve these inconsistencies. This study provides a recommended 3D BIM modeling workflow for CSP foundation work to improve visualization accuracy and coordination in infrastructure projects.

Keywords: *BIM 3D, Concrete Spun Pile, Revit, structural modeling, construction method*

Pendahuluan

Building Information Modeling (BIM) telah berkembang menjadi pendekatan penting dalam industri konstruksi karena kemampuannya dalam meningkatkan akurasi perencanaan, koordinasi, dan visualisasi proyek. BIM 3D memungkinkan integrasi informasi geometrik dan teknis dalam satu model digital sehingga dapat meminimalkan kesalahan interpretasi gambar serta memperkuat pemahaman terhadap kondisi struktur sebelum pelaksanaan konstruksi (Zhang et al., 2016). Selain itu, visualisasi yang komprehensif melalui BIM juga terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses konstruksi, baik pada tahap perencanaan maupun evaluasi pelaksanaan (Alzarrad et al., 2021). (Eastman et al., 2018) menegaskan bahwa BIM tidak hanya berperan sebagai alat visualisasi, tetapi juga sebagai basis integrasi informasi teknis sepanjang siklus hidup bangunan. Sementara itu, (Succar, 2009) menjelaskan bahwa BIM merupakan suatu kerangka kerja sistematis yang mengintegrasikan proses, teknologi, dan kebijakan dalam industri konstruksi.

Pada Proyek Tol Semarang–Demak 1C, struktur Rumah Pompa Terboyo merupakan bagian penting dalam sistem pengendalian banjir kawasan pesisir yang membutuhkan tingkat

akurasi tinggi dalam perencanaan pondasi. Struktur ini menggunakan pondasi *Concrete Spun Pile* (CSP) dengan panjang 60 m dan 62 m yang dipasang secara utuh sesuai metode konstruksi lapangan. Setelah proses pemancangan, bagian kepala tiang dibobok untuk mencapai elevasi akhir sesuai dengan desain. Kondisi tersebut menimbulkan perbedaan antara keadaan *as-installed* dan *as-designed*, khususnya pada geometri kepala tiang. Namun, perangkat lunak BIM seperti *Autodesk Revit* tidak secara otomatis menyediakan representasi visual terhadap perubahan kondisi akibat proses pembobokan tersebut, sehingga memunculkan kesenjangan visual antara model BIM dan kondisi aktual di lapangan. (Muzaffar et al., 2025) menyatakan bahwa visualisasi BIM masih memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan tahapan konstruksi secara komprehensif, terutama pada elemen struktural yang mengalami perubahan fisik selama pelaksanaan.

Meskipun penerapan BIM telah banyak dikaji, sebagian besar penelitian sebelumnya lebih berfokus pada pemanfaatan BIM 4D untuk simulasi jadwal, monitoring progres, dan peningkatan produktivitas konstruksi. (Rehman et al., 2025) menjelaskan bahwa tren penelitian BIM saat ini didominasi oleh kajian integrasi waktu dan visualisasi 4D. Di sisi lain, (Caldart & Scheer, 2022) menegaskan bahwa pemodelan BIM masih menghadapi kendala dalam merepresentasikan elemen konstruksi yang mengalami perubahan fisik di lapangan. Sejalan dengan hal tersebut, (Volk et al., 2014) juga menyatakan bahwa salah satu tantangan utama dalam BIM adalah keterbatasan dalam merepresentasikan perubahan kondisi fisik struktur selama tahap konstruksi. Berdasarkan kajian tersebut, hingga saat ini masih terbatas penelitian yang secara khusus membahas kendala pemodelan *Concrete Spun Pile* (CSP) yang mengalami perbedaan signifikan antara kondisi *as-installed* dan *as-designed*, terutama pada struktur Rumah Pompa di proyek infrastruktur.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kesesuaian visual model BIM 3D terhadap kondisi *as-installed* pada pekerjaan pondasi *Concrete Spun Pile* (CSP), mengidentifikasi kendala pemodelan yang muncul akibat proses pembobokan kepala tiang, serta mengevaluasi kemampuan BIM 3D dalam menyajikan informasi visual yang akurat untuk mendukung komunikasi teknis antara perencanaan dan pelaksana pada struktur Rumah Pompa Proyek Tol Semarang–Demak 1C. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-kuantitatif dengan metode studi kasus, di mana pemodelan BIM 3D dilakukan menggunakan *Autodesk Revit* untuk merepresentasikan kondisi *as-designed* dan disimulasikan terhadap kondisi *as-installed*. Data diperoleh dari dokumen teknis proyek berupa DED, *shop drawing*, spesifikasi CSP, serta informasi teknis dari pihak proyek. Analisis dilakukan melalui perbandingan visual antara kedua kondisi tersebut untuk mengidentifikasi kesenjangan representasi dan kendala pemodelan.

Metodologi Penelitian

Lokasi dan Waktu Penelitian (hilangkan nomer)

Penelitian ini dilaksanakan pada struktur Rumah Pompa yang berada di kawasan Proyek Tol Semarang–Demak 1C, Terboyo, Kota Semarang. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1. Data teknis proyek, termasuk gambar desain struktur dan informasi metode pelaksanaan pondasi *Concrete Spun Pile* (CSP), diperoleh pada periode sebelumnya saat pekerjaan lapangan berlangsung. Proses penelitian, yang meliputi pengolahan data, pemodelan BIM 3D, dan analisis kesesuaian model terhadap kondisi *as-installed*, dilakukan pada rentang waktu September – November 2025.



Gambar 1 Lokasi Struktur Rumah Pompa Terboyo pada Proyek Tol Semarang–Demak 1C

Sumber: Google Maps (Akses 23 November 2025).

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif–kuantitatif yang bertujuan menganalisis kesesuaian model BIM 3D terhadap kondisi aktual elemen pondasi CSP pada struktur Rumah Pompa Terboyo. Menurut (Sugiyono, 2020) penelitian kuantitatif memiliki karakteristik rasional, empiris, dan sistematis, sehingga sesuai untuk analisis berbasis data teknis konstruksi. Pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan fenomena teknis yang terjadi pada elemen pondasi, terutama perbedaan antara kondisi desain dan kondisi aktual lapangan sebelum proses pembobokan kepala tiang. Penggunaan *Building Information Modeling* (BIM) dalam penelitian ini didasarkan pada kemampuannya untuk memvisualisasikan elemen struktur secara detail dan akurat. Studi oleh (Novita & Pangestuti, 2021) menunjukkan bahwa pemodelan BIM 3D efektif digunakan untuk mendukung analisis dan evaluasi pekerjaan struktur karena mampu menampilkan geometri elemen bangunan secara parametrik dan terukur.

Sumber dan Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas :

1. Data Primer, berupa :

- Informasi teknis pemancangan CSP, toleransi elevasi, dan rencana pembobokan kepala tiang yang diperoleh melalui wawancara dengan engineer proyek.
- Observasi terbatas pada area pemasangan tiang sebelum pembobokan dilakukan.

2. Data Sekunder, berupa :

- Detail Engineering Design (DED) struktur Rumah Pompa.
- Shop drawing pondasi CSP.
- Spesifikasi teknis CSP (diameter Ø100 cm, panjang 60–62 m).
- Model BIM 3D awal sebagai dasar pemodelan.

Tahapan Pemodelan BIM 3D Menggunakan Autodesk Revit

Pemodelan BIM 3D dilakukan menggunakan Autodesk Revit dengan tahapan teknis sebagai berikut:

1. Pembuatan grid dan level struktur berdasarkan gambar DED.
2. Pemodelan tiang CSP sesuai diameter Ø100 cm dan panjang aktual 60–62 m.
3. Penempatan tiang berdasarkan layout pemancangan pada shop drawing.
4. Pengaturan elevasi kepala tiang pada kondisi as-designed.
5. Simulasi kondisi as-installed dengan penyesuaian elevasi kepala tiang pasca pembobokan melalui pemotongan elemen atau pengaturan phase.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui:

- Studi dokumen, untuk mempelajari DED, shop drawing, dan spesifikasi CSP.
- Wawancara teknis, untuk memperoleh informasi metode pemancangan dan pembobokan.
- Observasi terbatas, untuk mengamati kondisi pemasangan CSP di lapangan.

Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui tahapan:

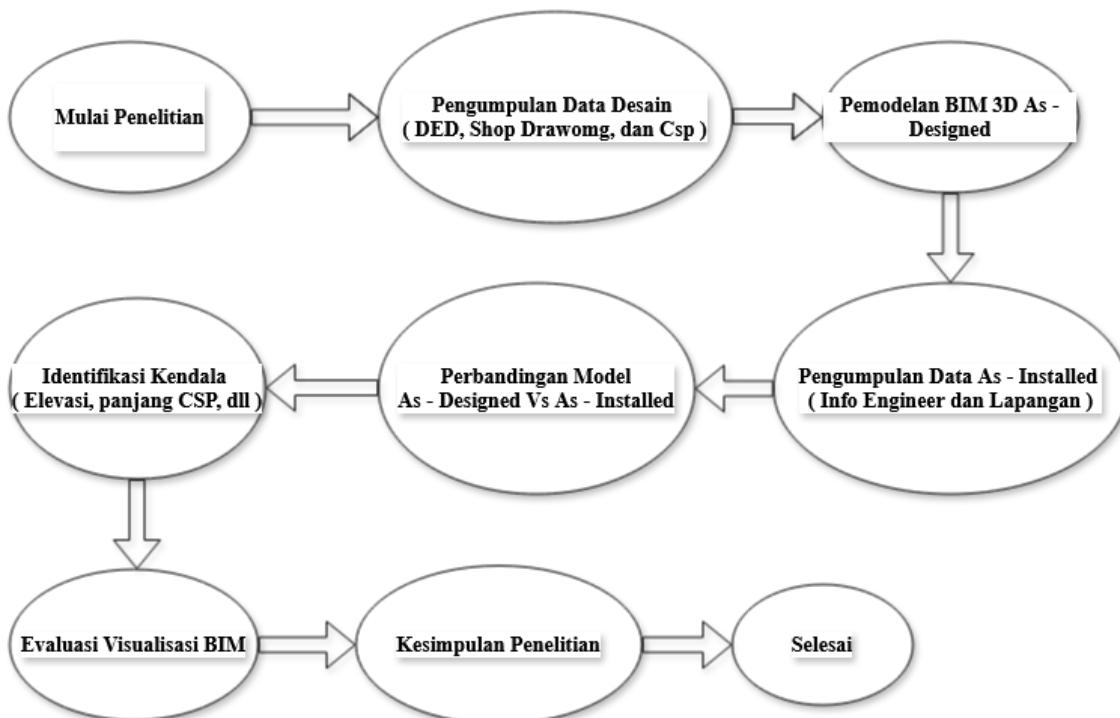
1. Penyusunan model BIM 3D kondisi as-designed.
2. Identifikasi kondisi as-installed berdasarkan informasi teknis lapangan.
3. Perbandingan visual as-designed vs as-installed.
4. Identifikasi kesenjangan visual dan kendala pemodelan.
5. Evaluasi kemampuan BIM dalam mendukung komunikasi teknis.

Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian disajikan dalam Gambar 2 dan meliputi:

1. Pengumpulan data proyek
2. Pemodelan BIM 3D as-designed
3. Penyusunan kondisi as-installed
4. Analisis perbandingan

5. Evaluasi hasil pemodelan



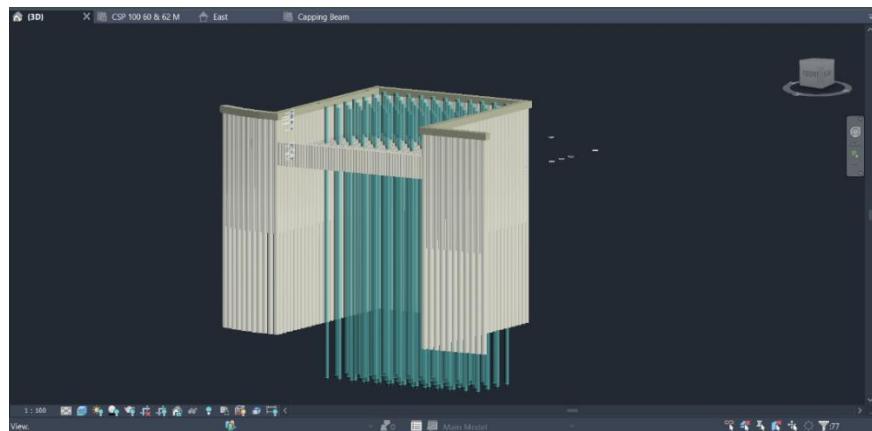
Gambar 2 Alur Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Hasil Pemodelan BIM 3D As-Designed

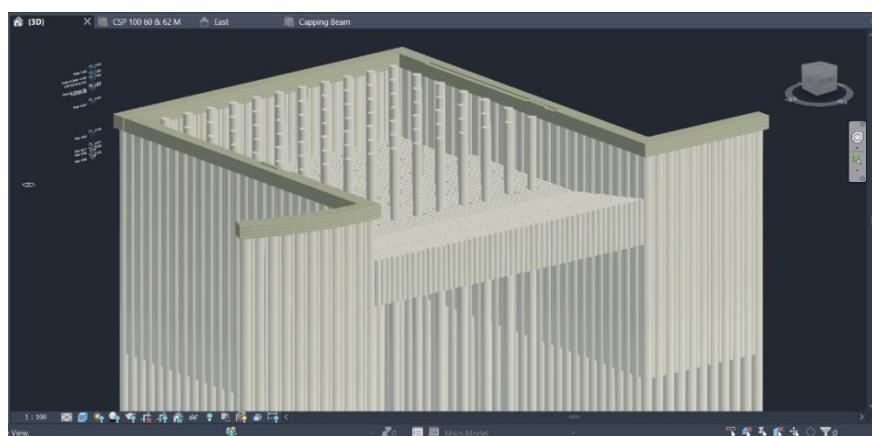
Pemodelan BIM 3D dilakukan menggunakan Autodesk Revit berdasarkan gambar kerja proyek, yaitu *Detail Engineering Design* (DED) dan *shop drawing* pondasi *Concrete Spun Pile* (CSP) pada struktur Rumah Pompa Proyek Tol Semarang–Demak 1C. Model yang dihasilkan merupakan representasi *as-designed*, di mana seluruh tiang CSP dimodelkan sesuai panjang desain yang tercantum dalam dokumen proyek, yaitu 60 meter dan 62 meter, dengan diameter Ø 100 cm sesuai spesifikasi teknis.

Model memperlihatkan posisi CSP yang telah disesuaikan dengan layout pemancangan pada *shop drawing*, sehingga secara geometris model BIM menggambarkan susunan dan koordinat tiang secara akurat. Tampilan 3D model CSP ditunjukkan pada Gambar 3,4, dan 5, yang memperlihatkan kondisi tiang dalam bentuk utuh sesuai desain tanpa adanya pemotongan kepala tiang.



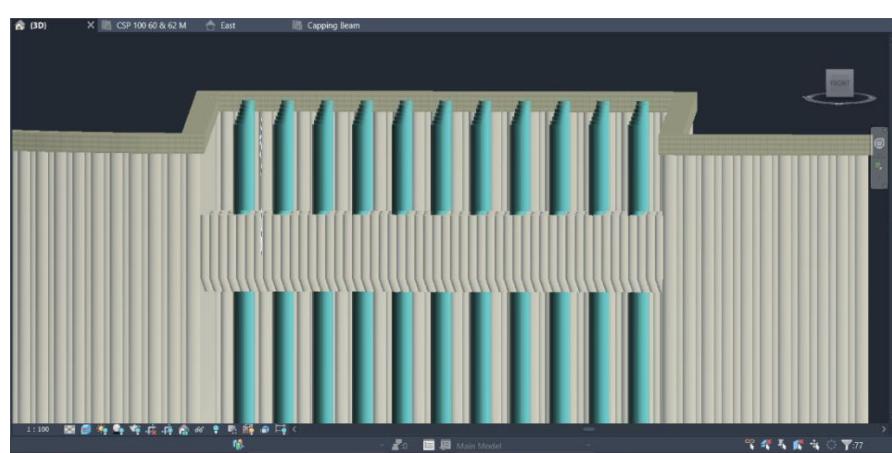
Gambar 3 Model 3D Pondasi CSP.

Sumber: Autodesk Revit 2025



Gambar 4 Model 3D Pondasi CSP.

Sumber: Autodesk Revit 2025



Gambar 5 Model 3D Pondasi CSP.

Sumber: Autodesk Revit 2025

Dalam kondisi *as-designed*, Autodesk Revit menampilkan CSP sebagai elemen struktural utuh dari ujung atas hingga ujung bawah tiang tanpa menunjukkan proses pembobokan kepala

tiang. Untuk memberikan acuan elevasi dan memahami kebutuhan pembobokan pada pekerjaan lapangan, potongan vertikal *shop drawing* yang menampilkan posisi tiang CSP beserta elevasi kepala tiang sebelum pembobokan ditunjukkan pada Gambar 6. Potongan ini memberikan informasi mengenai hubungan elevasi antara kepala tiang, zona galian bertahap, dan struktur atas yang direncanakan, sehingga menjadi dasar dalam mengidentifikasi perbedaan antara kondisi desain dan metode pelaksanaan aktual.



Gambar 6 Potongan *shop drawing* / 2D pondasi CSP yang menunjukkan elevasi kepala tiang sebelum pembobokan.

Sumber: Shop Drawing Pondasi CSP

Terdapat Spesifikasi Teknis Pondasi CSP:

Tabel 1. Spesifikasi Teknis Pondasi CSP

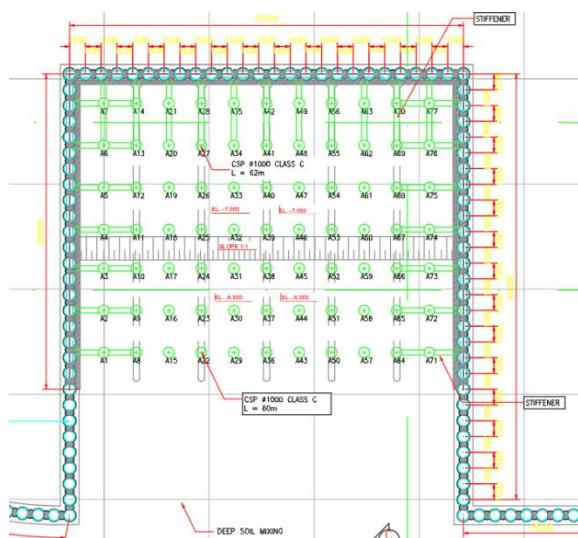
Jenis Pondasi	Concrete Spun Pile (CSP)
Diameter	Ø 100 cm
Panjang Tiang	60 M dan 62 M
Sumber Dokumen	<i>Shop Drawing</i> Pondasi CSP
Kondisi Pemancangan	Tiang dipasang utuh (full length)
Kondisi Kepala Tiang	Dibobok hingga elevasi rencana
Representasi di Revit	Ditampilkan utuh (belum dibobok)

Konfigurasi dan Penempatan CSP

Konfigurasi penempatan *Concrete Spun Pile* (CSP) pada struktur Rumah Pompa ditetapkan berdasarkan layout pemancangan pada *shop drawing*. Layout ini menunjukkan posisi setiap tiang, pola grid, jarak antar tiang, serta batasan area pondasi yang menjadi dasar dalam proses pemodelan BIM 3D. Dalam penelitian ini, layout tampak atas digunakan untuk memastikan bahwa posisi tiang pada model *as-designed* sesuai dengan koordinat dan penempatan aktual yang direncanakan.

Susunan CSP pada layout tampak atas disusun dalam pola teratur mengikuti konfigurasi ruangan pompa dan struktur atas. Setiap titik penempatan CSP telah ditetapkan dengan jarak dan orientasi tertentu untuk memenuhi kapasitas dukungan beban dan stabilitas pondasi. Layout ini kemudian direplikasi dalam *Autodesk Revit* sehingga model 3D yang dihasilkan memiliki kesesuaian geometris dengan gambar kerja proyek.

Gambar 6 menunjukkan tampilan layout penempatan CSP dalam bentuk gambar 2D. Layout ini memperlihatkan posisi relatif setiap tiang terhadap grid bangunan dan digunakan sebagai acuan utama dalam menempatkan CSP pada model BIM 3D.



Gambar 7 Layout tampak atas penempatan CSP berdasarkan shop drawing pondasi.

Sumber: Shop Drawing Pondasi CSP

Metode Pelaksanaan Pemasangan CSP

Metode pelaksanaan pondasi *Concrete Spun Pile* (CSP) pada struktur Rumah Pompa Proyek Tol Semarang–Demak 1C dilakukan sesuai praktik standar pekerjaan pondasi tiang. Tiang CSP dipancang dalam kondisi utuh dengan panjang 60 meter dan 62 meter menggunakan alat pancang hidrolik hingga mencapai kapasitas dukung dan elevasi penetrasi yang direncanakan. Proses pemancangan *full-length* ini merupakan prosedur umum pada pemasangan pondasi tiang untuk memastikan integritas struktural dan kestabilan vertikal sebelum pekerjaan lanjutan dilakukan.

Setelah pemancangan selesai, pekerjaan dilanjutkan dengan penggalian tanah secara bertahap pada area *pilecap*. Galian dilakukan mengikuti elevasi rencana pada *shop drawing*, sehingga bagian kepala tiang yang sebelumnya tertutup oleh permukaan tanah mulai terbuka secara progresif. Tahap galian ini diperlukan agar posisi top pile dapat dicapai sebelum dilakukan proses pemotongan kepala tiang.

Pembobokan kepala tiang (*pile head cutting*) dilaksanakan setelah elevasi galian mencapai titik *top pile* yang direncanakan. Tujuan pembobokan adalah menghilangkan bagian atas tiang yang tidak diperlukan, mendapatkan permukaan kepala tiang yang rata, serta menyesuaikan elevasi dengan desain *pilecap*. (Han et al., 2020) menjelaskan bahwa pemotongan kepala tiang merupakan tahap kritis dalam pekerjaan pondasi, karena kesalahan pemotongan

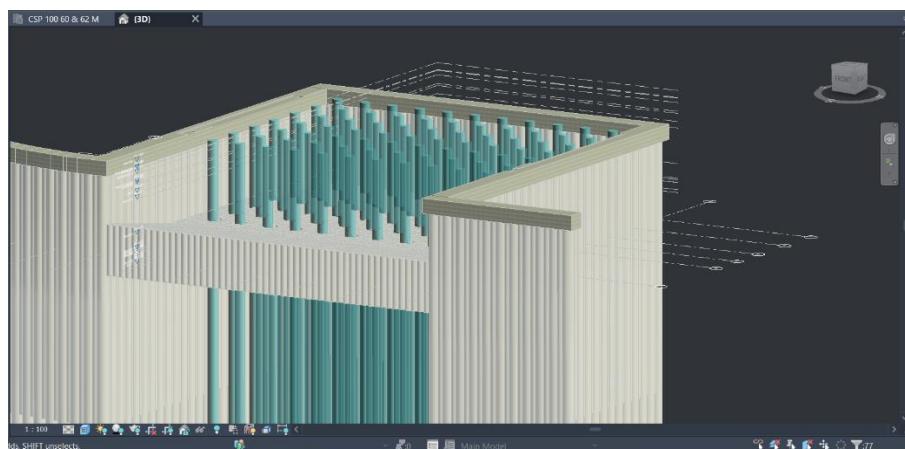
dapat merusak matriks beton dan tulangan inti sehingga memengaruhi kualitas sambungan antara tiang dan *pilecap*.

Metode pembobokan menggunakan peralatan mekanis seperti *jack hammer* dan *cutter*, dan dilakukan secara hati-hati untuk mempertahankan integritas struktur CSP. (Suni, 2017) menegaskan bahwa proses pemotongan kepala tiang harus mengikuti prosedur teknis tertentu untuk menghindari retak berlebih, memastikan presisi elevasi, dan menjaga keamanan pekerja.

Seluruh rangkaian pemasangan dan pembobokan ini menunjukkan bahwa kondisi fisik tiang di lapangan mengalami perubahan geometri setelah pemotongan. Perubahan tersebut tidak tercermin dalam model BIM 3D *as-designed*, yang tetap menampilkan CSP sebagai elemen utuh. Hal ini menjadi dasar terjadinya kesenjangan visual antara representasi BIM dan kondisi *as-installed* yang dianalisis dalam penelitian ini.

Perbandingan Model As-Designed dan Kondisi As-Installed

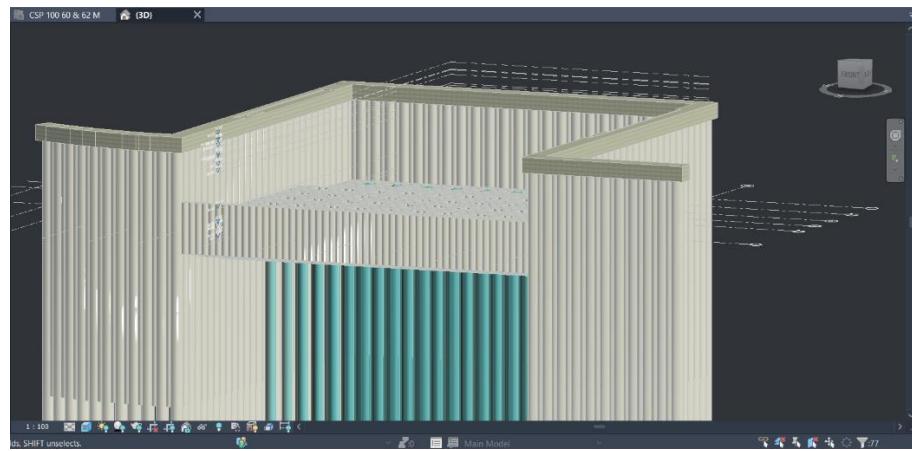
Model BIM 3D *as-designed* menampilkan tiang *Concrete Spun Pile* (CSP) sebagai elemen utuh dengan panjang 60 meter dan 62 meter sesuai desain perencanaan. Representasi ini menggambarkan kondisi geometri awal tanpa adanya perubahan bentuk pada kepala tiang. Secara teknis, model tersebut memang mengikuti gambar rencana, namun belum merepresentasikan kondisi lapangan yang mengalami perubahan setelah proses pelaksanaan.



Gambar 8 Model *as- Designed* 3D Pondasi CSP

Sumber: Autodesk Revit 2025

Pada kondisi *as-installed*, kepala tiang CSP mengalami pembobokan setelah proses galian mencapai elevasi rencana top pile. Pembobokan dilakukan untuk memperoleh permukaan kepala tiang yang rata dan tepat elevasi sebelum pembangunan pilecap. Menurut (Han et al., 2020), proses pemotongan kepala tiang merupakan tahap krusial dalam pekerjaan pondasi karena berpengaruh terhadap kualitas sambungan antara tiang dan struktur atas. (Suni, 2017) juga menegaskan bahwa pemotongan kepala tiang harus dilakukan dengan metode yang tepat untuk menjaga integritas struktural dan mencegah kerusakan beton maupun tulang.



Gambar 9 Model *as-Installed* 3D Pondasi CSP

Sumber: Autodesk Revit 2025

Perbedaan antara representasi model BIM dan kondisi lapangan ini menghasilkan visual gap pada proyek. Model *as-designed* menampilkan tiang dalam kondisi utuh, sementara kondisi aktual menunjukkan sebagian kepala tiang telah dipotong mengikuti elevasi rencana. BIM tidak memiliki fitur otomatis untuk menggambarkan perubahan geometri kepala tiang akibat pembobokan, sehingga model tidak mencerminkan perubahan yang terjadi selama pelaksanaan. Ketidaksesuaian visual ini berpotensi memengaruhi akurasi koordinasi pekerjaan pondasi, terutama dalam penentuan elevasi pilecap dan verifikasi kondisi lapangan. Perbedaan antara kondisi *as-designed* dan *as-installed* pada pekerjaan pondasi *Concrete Spun Pile* (CSP) ditinjau berdasarkan beberapa parameter utama, sebagaimana dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Kondisi As-Designed dan As-Installed Pondasi CSP

Parameter	As-Designed (Model BIM 3D)	As-Installed (Kondisi Lapangan)
Panjang Tiang	60 m dan 62 m	60 m dan 62 m (utuh saat pemancangan)
Kondisi Kepala Tiang	Utuh, belum dibobok	Dibobok sesuai elevasi rencana
Elevasi Top Pile	Mengikuti elevasi desain awal	Disesuaikan setelah galian dan pembobokan
Representasi di BIM	Terlihat penuh hingga ujung atas	Tidak otomatis tergambaran
Kesesuaian Visual	Sesuai dengan desain	Tidak sepenuhnya sesuai kondisi Lapangan
Dampak terhadap Koordinasi	Visual Jelas untuk Desain	Berpotensi menimbulkan miskomunikasi elevasi

Berdasarkan Tabel 2, model BIM 3D kondisi *as-designed* menampilkan tiang CSP sebagai elemen utuh tanpa mempertimbangkan tahapan pembobokan kepala tiang. Sebaliknya, pada kondisi *as-installed* terjadi perubahan geometri pada bagian kepala tiang akibat proses pembobokan untuk menyesuaikan elevasi pilecap. Perbedaan representasi ini menunjukkan adanya kesenjangan visual antara model BIM dan kondisi aktual di lapangan, yang berpotensi menimbulkan miskomunikasi dalam penentuan elevasi struktur serta koordinasi pekerjaan pilecap.

Dengan demikian, hasil analisis menunjukkan bahwa model BIM 3D *as-designed* belum sepenuhnya sesuai dengan kondisi *as-installed* pada pekerjaan pondasi CSP. Untuk mencapai representasi yang lebih realistik dan mendukung ketepatan koordinasi konstruksi, diperlukan penyesuaian model atau pemodelan tambahan yang menggambarkan kondisi kepala tiang setelah pembobokan.

Implikasi Hasil Penelitian

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara model BIM 3D *as-designed* dan kondisi *as-installed* pada pekerjaan pondasi CSP, terutama pada bagian kepala tiang yang mengalami pembobokan. Kesenjangan visual ini memiliki implikasi penting terhadap proses koordinasi konstruksi. Tanpa penyesuaian model atau penyampaian informasi tambahan, pengguna BIM dapat menginterpretasikan kondisi tiang sebagai elemen utuh sebagaimana model, sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan pada tahap pelaksanaan maupun pemeriksaan lapangan.

Salah satu implikasi paling kritis adalah risiko miskomunikasi terkait elevasi kepala tiang. Pada pekerjaan pondasi, elevasi *top pile* menjadi acuan utama dalam menentukan posisi *pilecap* dan memastikan transfer beban struktur berjalan dengan benar. Jika perubahan geometri akibat pembobokan tidak tergambar dalam model dan tidak dikomunikasikan dengan baik, maka pelaksana proyek dapat salah mengidentifikasi elevasi aktual di lapangan. Hal ini dapat menyebabkan pembobokan yang tidak sesuai kedalaman, merusak tulangan inti, atau menghasilkan sambungan *pilecap* yang tidak optimal, yang mengurangi kapasitas dukung sistem pondasi.

Selain itu, ketidaksesuaian model terhadap kondisi *as-installed* berpotensi mengganggu proses koordinasi antar-disiplin. Model BIM sering digunakan sebagai dasar inspeksi, verifikasi, pengukuran volume, hingga penjadwalan pekerjaan. Apabila model tidak menggambarkan kondisi lapangan yang sebenarnya, maka keputusan yang diambil dari model berisiko tidak akurat. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian model BIM atau pembuatan representasi tambahan yang menampilkan kondisi kepala tiang setelah pembobokan agar model dapat digunakan secara lebih efektif dalam mendukung pelaksanaan konstruksi.

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa akurasi model BIM tidak hanya bergantung pada kesesuaian terhadap gambar perencanaan, tetapi juga pada kemampuannya merepresentasikan perubahan geometri yang terjadi selama pelaksanaan. Dengan demikian, integrasi antara model desain dan informasi lapangan merupakan langkah penting untuk meningkatkan efektivitas BIM dalam pekerjaan pondasi CSP.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh tiang Concrete Spun Pile (CSP) pada struktur Rumah Pompa dimodelkan dalam kondisi utuh (100%) pada model BIM 3D as-designed, sedangkan pada kondisi as-installed seluruh kepala tiang mengalami pembobokan hingga mencapai elevasi rencana pilecap, sehingga terjadi perbedaan visual yang konsisten pada seluruh elemen tiang CSP. Kendala utama yang ditemukan adalah Autodesk Revit tidak secara otomatis mampu merepresentasikan perubahan geometri akibat proses pembobokan kepala tiang, sehingga model BIM hanya merepresentasikan kondisi desain awal tanpa tahapan perubahan konstruksi. Kondisi ini berpotensi menimbulkan miskomunikasi dalam penentuan elevasi top pile dan koordinasi pekerjaan pilecap apabila model BIM digunakan sebagai acuan tunggal, sehingga menunjukkan bahwa kemampuan BIM 3D dalam mendukung komunikasi teknis antara perencana dan pelaksana masih memerlukan penyesuaian tambahan. Keterbatasan penelitian ini terletak pada analisis kondisi as-installed yang masih berbasis simulasi pemodelan dan informasi teknis proyek, belum menggunakan data hasil pemindaian aktual di lapangan, sehingga penelitian lanjutan disarankan untuk mengintegrasikan BIM 4D atau teknologi laser scanning agar perubahan tahapan konstruksi pondasi CSP dapat direpresentasikan secara lebih dinamis, akurat, dan terukur.

Daftar Pustaka

Alzarrad, M. A., Moynihan, G. P., Parajuli, A., & Mehra, M. (2021). 4D BIM Simulation Guideline for Construction Visualization and Analysis of Renovation Projects: A Case Study. *Frontiers in Built Environment*, 7(March), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.617031>

Caldart, C. W., & Scheer, S. (2022). Planificación del diseño de obras de construcción mediante modelado BIM 4D. *Gestao e Producao*, 29(00), 1–21.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2018). BIM Handbook. In *BIM Handbook*. <https://doi.org/10.1002/9781119287568>

Han, J. H., Yeom, D. J., Kim, J. S., & Kim, Y. S. (2020). Life cycle cost analysis of the steel pipe pile head cutting robot. *Sustainability (Switzerland)*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/SU12103975>

Muzaffar, R., Putra, I. N. D. P., & Junianda Velantika, G. (2025). A Comparative Study of Quantity and Scheduling Using 4D BIM and Conventional Methods in Column, Beam, and Slab Construction. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (Jtsc)*, 6(2), 1190–1202. <https://doi.org/10.51988/jtsc.v6i2.290>

Novita, R. D., & Pangestuti, E. K. (2021). Quantity Take Off Analysis and Cost Budget Plan Using Building Information Modeling (Bim) Method Using Autodesk Revit 2019 Software. *Dinamika TEKNIK SIPIL*, 14(Juli), 27–31.

Rehman, I. U., Mazher, K. M., & Wuni, I. Y. (2025). Systematic review of 4D BIM benefits in construction projects. *Results in Engineering*, 28(August), 107091. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.107091>

Succar, B. (2009). *Automation in Construction Building information*

*modelling framework: A research and delivery foundation for
industry stakeholders. 18, 357–375.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>*

Sugiyono. (2020). Metodologi *Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*.

Suni, E. (2017). *Classification and Methods for Splitting and Cutting Steel Piles*.

Volk, A. R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014). *Building Information Modeling (BIM) for existing buildings – literature review and future needs.* 1–33.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>.Abstract

Zhang, C., Zayed, T., Hijazi, W., & Alkass, S. (2016). Quantitative Assessment of Building Constructability Using BIM and 4D Simulation. *Open Journal of Civil Engineering*, 06(03), 442–461. <https://doi.org/10.4236/ojce.2016.63037>