

STRATEGI DALAM PROSES DESAIN UTILITAS PADA BANGUNAN TINGGI DENGAN MEMANFAATKAN TEKNOLOGI DIGITAL BIM

Syaefullah Akbar ¹⁾, Estuti Rochimah ¹⁾

1) Program Studi Teknik Arsitektur Institut Teknologi Indonesia

E-mail: eful.3107@gmail.com ; estuti.rochimah@iti.ac.id

Abstrak

Proyek bangunan tinggi, dengan tingkat kerumitannya yang tinggi, memerlukan pendekatan desain yang berintegrasi dan akurat. Peningkatan ketinggian bangunan berbanding lurus dengan kompleksitas sistem utilitasnya, sehingga koordinasi yang cermat dan efisien menjadi krusial. Kurangnya koordinasi ini seringkali menimbulkan permasalahan selama konstruksi, seperti pemborosan material, disorganisasi manajemen waktu, dan revisi desain di lapangan akibat ketidaksesuaian dengan perencanaan awal, yang umumnya disebabkan oleh kurangnya clash detection pada tahap desain. Berdasarkan latar belakang permasalahan ini, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan merumuskan strategi penerapan BIM yang komprehensif. Strategi ini mencakup pemodelan 3D yang akurat, simulasi dan analisis kinerja bangunan, kolaborasi tim yang efisien, serta manajemen informasi yang terstruktur, dengan BIM sebagai alat digital yang efektif. BIM menawarkan potensi signifikan dalam meningkatkan kolaborasi, visualisasi, dan analisis desain utilitas, sehingga dapat meminimalkan potensi konflik dan kesalahan. Penelitian ini akan mengeksplorasi bagaimana implementasi BIM dapat mengoptimalkan perencanaan, perancangan, dan koordinasi sistem mekanikal, elektrik, dan plumbing (MEP) pada bangunan bertingkat. Melalui metodologi analisis literatur, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman strategi terbaik dalam memanfaatkan BIM untuk meningkatkan akurasi desain bangunan tinggi, yang pada akhirnya menghasilkan bangunan yang lebih efisien, berkelanjutan, dan berkualitas tinggi.

Kata kunci: BIM, Desain Utilitas Bangunan Tinggi, Akurasi Desain, Kolaborasi, Simulasi, Manajemen Informasi.

Pendahuluan

Perkembangan urbanisasi dan pertumbuhan populasi di kota-kota besar Indonesia mendorong peningkatan pembangunan vertikal yang menghasilkan banyak proyek bangunan tinggi. Kompleksitas bangunan tinggi menuntut sistem utilitas—terutama mekanikal, elektrik, dan plumbing (MEP)—yang terintegrasi, efisien, serta berkelanjutan. Namun, dalam praktik konvensional, perancangan utilitas sering dilakukan secara terpisah antar disiplin dengan media gambar 2D, sehingga koordinasi dan visualisasi spasial menjadi terbatas. Kondisi ini sering menimbulkan masalah seperti bentrokan antar sistem MEP, revisi desain di lapangan, serta pemborosan waktu dan biaya.

Building Information Modeling (BIM) hadir sebagai solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Teknologi ini tidak hanya berfungsi sebagai alat pemodelan 3D, tetapi juga sebagai proses kolaboratif yang menyatukan seluruh informasi proyek dalam satu model digital. Melalui kemampuan deteksi bentrok otomatis, simulasi kinerja sistem, dan manajemen informasi yang terstruktur, BIM berpotensi meningkatkan akurasi desain serta efisiensi proses pembangunan. Meskipun penerapan BIM di Indonesia menunjukkan peningkatan, masih terdapat tantangan seperti keterbatasan standar, kurangnya kompetensi praktisi, dan pemanfaatan fitur lanjutan yang belum optimal. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi strategi implementasi BIM yang efektif dalam proses desain utilitas bangunan tinggi. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan praktis bagi perancang dan pelaku industri konstruksi dalam mengoptimalkan pemanfaatan BIM untuk menghasilkan desain yang lebih akurat, efisien, dan berkelanjutan.

Studi Pustaka

Bangunan Tinggi dan Sistem Utilitas

Bangunan tinggi merupakan struktur dengan ketinggian signifikan yang memerlukan sistem struktur, transportasi vertikal, dan proteksi kebakaran khusus. Berdasarkan IBC (2018), bangunan dikategorikan tinggi jika melebihi 23 meter, sementara di Indonesia menurut Permen PUPR No.

16/PRT/M/2010 batasnya adalah di atas delapan lantai atau 20 meter. Ciri utama bangunan tinggi mencakup dominasi ketinggian vertikal, jumlah lantai yang besar, kepadatan penghuni tinggi, zonasi fungsi vertikal beragam, serta interaksi kompleks terhadap lingkungan. Faktor-faktor tersebut menuntut sistem utilitas yang lebih kompleks dan efisien dibanding bangunan rendah.

Sistem utilitas bangunan mencakup seluruh layanan pendukung operasional bangunan, seperti penyediaan air bersih, pembuangan air kotor, sistem listrik dan pencahayaan, tata udara (HVAC), proteksi kebakaran, serta sistem komunikasi dan keamanan (SNI 03-6572-2001; Smith, 2013). Dalam konteks bangunan tinggi, setiap sistem memiliki tantangan tersendiri: distribusi air bertekanan tinggi, manajemen daya listrik yang stabil, efisiensi energi HVAC, dan integrasi antar sistem dalam ruang terbatas.

Kompleksitas dan Tantangan Desain Konvensional

Desain utilitas pada bangunan tinggi memiliki tingkat kompleksitas tinggi karena skala vertikal dan kepadatan sistem yang saling berinteraksi. Sistem MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing) harus dirancang secara presisi agar tidak terjadi konflik ruang. Namun, pendekatan konvensional berbasis gambar 2D memiliki banyak keterbatasan: visualisasi spasial yang rendah, koordinasi antar disiplin yang manual, dan sulitnya deteksi bentrokan sejak tahap awal desain. Akibatnya, revisi desain sering terjadi di lapangan, mengakibatkan pemborosan waktu dan biaya konstruksi (Subekti & Suhardi, 2022; Budianto, 2023).

Building Information Modeling (BIM)

Building Information Modeling (BIM) adalah representasi digital dari karakteristik fisik dan fungsional bangunan yang digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan sepanjang siklus hidup proyek (Eastman et al., 2018). BIM memungkinkan kolaborasi lintas disiplin dengan model 3D kaya data yang mencakup geometri, material, dan informasi teknis bangunan. Konsep dimensi BIM memperluas fungsinya: 3D untuk visualisasi spasial, 4D untuk penjadwalan waktu, 5D untuk estimasi biaya, 6D untuk analisis energi, dan 7D untuk manajemen aset. Dalam konteks desain utilitas, dimensi 3D, 4D, dan 5D paling relevan dalam membantu koordinasi rute sistem, perencanaan instalasi, serta estimasi biaya secara terintegrasi.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan pendekatan simulasi untuk mengeksplorasi strategi implementasi Building Information Modeling (BIM) dalam perancangan sistem utilitas (MEP) pada bangunan tinggi. Pendekatan ini bertujuan memahami proses, praktik, serta strategi penerapan BIM secara komprehensif, bukan sekadar mengukur secara kuantitatif. Objek simulasi berupa desain fiktif hotel bertingkat di kawasan Bandara Internasional Kertajati, yang dimodelkan langsung oleh peneliti menggunakan platform BIM. Melalui simulasi tersebut, penelitian berfokus pada analisis penerapan fitur-fitur BIM dalam mendukung desain utilitas, meliputi visualisasi 3D, deteksi bentrokan, koordinasi antar disiplin, serta efisiensi dokumentasi desain. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan gambaran kontekstual dan aplikatif terhadap kondisi nyata industri konstruksi di Indonesia. Hasil simulasi diharapkan menghasilkan strategi implementasi BIM yang realistis dan efektif dalam meningkatkan akurasi, efisiensi, dan kolaborasi dalam desain utilitas bangunan tinggi.

Hasil dan Pembahasan

Lokasi Tapak

Pertumbuhan kawasan Bandara Internasional Jawa Barat (BIJB) di Kertajati sebagai pusat transportasi udara dan pengembangan kawasan industri telah mendorong peningkatan kebutuhan akan fasilitas akomodasi yang memadai. Sebagai respons terhadap perkembangan tersebut, dirancanglah sebuah proyek fiktif berupa hotel bertingkat yang akan dibangun di sekitar kawasan

BIJB. Hotel ini dirancang untuk melayani kebutuhan para penumpang, awak maskapai, maupun pelaku bisnis yang beraktivitas di sekitar bandara dan kawasan industri pendukung.



Gambar 1. Jarak dan akses JIJB Kertajati ke lokasi site
Sumber: Google Earth

Detail lahan yang akan didesain desain dan disimulasi sebagai berikut:

- Luas Lahan : 1610 m²
- KDB : 70%
- KLB : 3 – 15 Lantai

Sebagai bangunan bertingkat dengan kompleksitas fungsi, hotel ini mencakup berbagai fasilitas seperti kamar tamu, ruang pertemuan, restoran, serta sistem utilitas mekanikal, elektrik, dan plumbing (MEP) yang terintegrasi. Kompleksitas desain bangunan tinggi seperti ini rentan menimbulkan konflik antar elemen struktur dan sistem MEP, terutama pada tahap perencanaan. Proyek ini tidak ditujukan untuk dibangun secara nyata, melainkan digunakan sebagai **studi simulasi** dalam rangka penelitian mengenai strategi koordinasi desain sistem utilitas bangunan tinggi dengan bantuan teknologi digital.

Melalui simulasi ini, peneliti dapat mengevaluasi sejauh mana teknologi BIM mampu mengidentifikasi konflik desain (clash detection), meningkatkan efisiensi waktu, serta mempermudah perubahan desain dalam proses perencanaan awal bangunan bertingkat. Bangunan hotel yang menjadi objek kajian merupakan hasil rancangan peneliti sendiri menggunakan pendekatan BIM secara menyeluruh, mulai dari tahap konseptual hingga dokumentasi teknis. Hal ini memungkinkan peneliti untuk mengevaluasi proses implementasi BIM dari dalam, termasuk pengambilan keputusan, kendala teknis, serta dampaknya terhadap desain sistem utilitas seperti HVAC, elektrik, dan plumbing.

Kriteria dan Parameter Penilaian

Penilaian efektivitas dilakukan berdasarkan sejumlah kriteria teknis yang umum digunakan dalam perencanaan sistem MEP. Kriteria tersebut diukur dengan parameter evaluasi tertentu yang dapat dikomparasikan antara metode BIM dan metode konvensional.

Tabel 1. Tabel Kriteria dan Parameter Penilaian

Kriteria Penilaian	Parameter Evaluasi	Indikator Keefektifan	Metode Pengukuran
Pemodelan	Lama Waktu proses pemodelan sistem utilitas	Waktu lebih singkat – metode lebih efisien	Pengukuran waktu pemodelan sistem utilitas.

Deteksi Clash Detection	Jumlah konflik antar sistem	Semakin banyak bentrokan, metode semakin efektif	Perbandingan jumlah hasil clash detection manual dan di Archicad
Revisi Desain	Lama waktu Proses revisi sistem utilitas	Waktu lebih singkat – metode lebih efisien	Pengukuran waktu simulasi revisi deteksi bentrok utilitas.

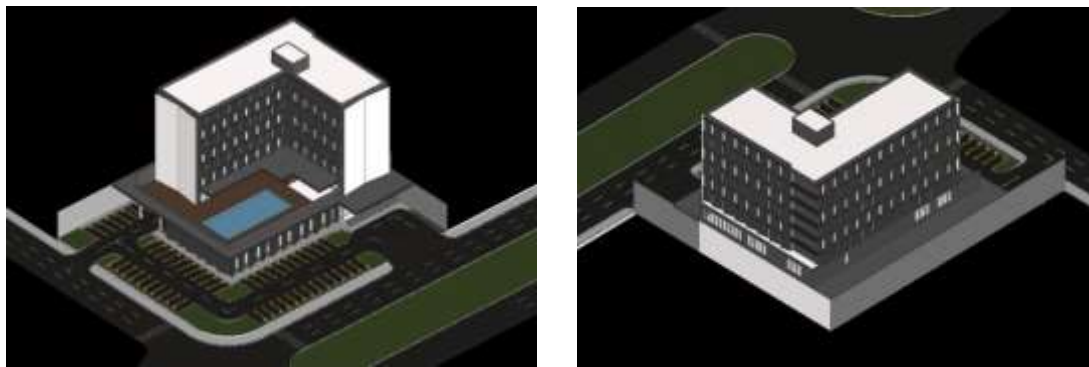
Sumber : Peneliti, 2025

Gambaran Umum Desain

Penelitian ini mensimulasikan penerapan BIM pada proyek fiktif *Hotel Transit di kawasan Bandara Internasional Jawa Barat (BIJB) Kertajati*, Majalengka. Bangunan terdiri dari 8 lantai dengan luas bangunan $\pm 8.148 \text{ m}^2$ di atas lahan $\pm 1.610 \text{ m}^2$. Hotel dirancang memiliki fasilitas ballroom, restoran, dapur, kolam renang, dan area back office, sehingga mewakili karakteristik bangunan tinggi dengan kompleksitas sistem utilitas yang tinggi.



Gambar 2. Siteplan dan model BIM desain hotel transit di BIJB Kertajati
Sumber : Peneliti, 2025



Gambar 3. Model BIM desain hotel transit di BIJB Kertajati
Sumber : Peneliti, 2025

Sistem Utilitas yang Disimulasikan

Tiga sistem MEP utama menjadi fokus simulasi:

1. Sistem Air Bersih – menggunakan *ground tank* dan *rooftank* dengan pompa transfer untuk mendistribusikan air ke seluruh lantai.
2. Sistem Fire Protection (Sprinkler) – terdiri dari *ground tank*, *transfer pump*, dan jaringan sprinkler di setiap lantai.

3. Sistem HVAC – menggunakan *air-cooled chiller* di atap bangunan, *AHU*, dan *ducting system* untuk distribusi udara.

Ketiga sistem ini dimodelkan dan dibandingkan menggunakan dua pendekatan: metode konvensional berbasis CAD 2D dan metode digital berbasis BIM (Archicad).

Pemodelan Sistem Utilitas

- Metode Konvensional (2D CAD):
Pemodelan dilakukan secara manual dengan penggambaran denah dan potongan 2D. Proses ini membutuhkan waktu 3 jam 11 menit untuk seluruh sistem MEP. Kelemahannya adalah keterbatasan visualisasi ruang dan risiko inkonsistensi antar gambar.

Tabel 2. Tabel Waktu Pemodelan Utilitas Metode Konvensional

Proses pengerjaan	Durasi Pengerjaan
Denah 2D Plumbing Air Bersih	56 Menit
Denah 2D Sistem Sprinkler	38 Menit
Denah 2D HVAC	33 Menit
2 Potongan Elevasi MEP	1 Jam 4 menit
TOTAL WAKTU	3 Jam 11 Menit

Sumber : Peneliti, 2025

- Metode BIM (Archicad):
Pemodelan dilakukan dalam lingkungan 3D terintegrasi menggunakan *MEP Modeler*. Total waktu pemodelan 2 jam 24 menit, atau sekitar 24% lebih cepat dibanding metode konvensional. Keunggulannya terletak pada integrasi spasial, parametrik, dan kemampuan otomatis menghasilkan gambar kerja 2D–3D secara bersamaan.

Tabel 3. Tabel Waktu Pemodelan Utilitas Metode BIM

Proses pengerjaan	Durasi Pengerjaan
Denah 2D & 3D Plumbing Air Bersih	57 Menit
Denah 2D & 3D Sistem Sprinkler	38 Menit
Denah 2D & 3D HVAC	42 Menit
2 Potongan Elevasi MEP	7 Menit
TOTAL WAKTU	2 Jam 24 Menit

Sumber : Peneliti, 2025

Simulasi Deteksi Bentrok (Clash Detection)

- Metode Konvensional:
Deteksi dilakukan secara manual dengan menumpuk layer 2D. Hasilnya hanya 39 bentrok teridentifikasi karena keterbatasan visual dan potensi *human error*.

Tabel 4. Tabel hasil Deteksi Bentrok Metode Konvensional

Jenis Sistem	Jumlah Bentrok Terdeteksi (Manual)	Keterangan
Model MEP vs Model Arsitektur	13 Bentrok	<ul style="list-style-type: none"> • Ketinggian sprinkler terlalu rendah sehingga menabrak ceiling gypsum pada gambar potongan • Pipa vertikal shaft dengan dinding shaft di gambar denah

Model MEP vs Model Struktur	19 Bentrok	<ul style="list-style-type: none"> Duct melewati balok struktural di koridor tipikal di gambar potongan Pipa air bersih dengan kolom
Model MEP vs Model Struktur	7 Bentrok	<ul style="list-style-type: none"> Tumpang tindih antara jalur air bersih dan sprinkler di denah dan di gambar potongan

Sumber : Peneliti, 2025

- Metode BIM:
Menggunakan fitur *Collision Detection* di Archicad. Sistem secara otomatis mengidentifikasi 540 bentrok, mencakup konflik antara pipa, ducting, struktur, dan elemen arsitektur. BIM terbukti jauh lebih akurat dan mampu mendeteksi konflik spasial secara dini sebelum tahap konstruksi.

Tabel 5. Tabel hasil Deteksi Bentrok Metode BIM

Jenis Sistem	Jumlah Bentrok Terdeteksi (Manual)	Keterangan
Model MEP vs Model Arsitektur	325 Bentrok	<ul style="list-style-type: none"> Ketinggian Plafond yang terlalu tinggi sehingga menabrak sprinkler dan HVAC Pipa Utilitas dengan Dinding yang belum ada void/lubang utilitas
Model MEP vs Model Struktur	202 Bentrok	<ul style="list-style-type: none"> Pipa Shaft air bersih dengan balok Pipa Chiller dengan Balok pipa sprinkler dengan kolom pipa shaft dengan plat lantai yang belum ada void/lubang utilitas.
Model MEP vs Model Struktur	13 Bentrok	<ul style="list-style-type: none"> Tumpang tindih antara jalur air bersih dan sprinkler di depan shaft lantai dasar dan lantai 2

Sumber : Peneliti, 2025

Simulasi Revisi Desain

- Metode Konvensional:
Revisi dilakukan manual pada tiap gambar 2D, memakan waktu 1 jam 33 menit. Tidak semua perubahan terekam otomatis sehingga berisiko terjadi ketidakkonsistenan antar dokumen.

Tabel 6. Tabel Waktu Revisi Utilitas Metode Konvensional

Proses Pengerjaan Revisi	Durasi Pengerjaan Revisi
Denah 2D Plumbing Air Bersih	24 Menit
Denah 2D Sistem Sprinkler	5 Menit
Denah 2D HVAC	21 Menit
2 Potongan Elevasi MEP	43 Menit
TOTAL WAKTU	1 Jam 33 Menit

Sumber : Peneliti, 2025

- Metode BIM:

Revisi dilakukan langsung di model 3D terintegrasi. Total waktu 1 jam 12 menit, sekitar 20% lebih cepat dari metode konvensional. Semua perubahan otomatis memperbarui seluruh gambar kerja dan dokumentasi proyek.

Tabel 7. Tabel Waktu Revisi Utilitas Metode BIM

Proses Pengerjaan Revisi	Durasi Pengerjaan
Denah 2D & 3D Plumbing Air Bersih	28 Menit
Denah 2D & 3D Sistem Sprinkler	16 Menit
Denah 2D & 3D HVAC	23 Menit
2 Potongan Elevasi MEP	5 Menit
TOTAL WAKTU	TOTAL WAKTU

Sumber : Peneliti, 2025

Analisis Komparatif

Tabel 8. Tabel Komparasi Hasil Simulasi

Kriteria dan Parameter Penilaian	Metode Konvensional	Metode BIM	Hasil Analisis
Pemodelan Utilitas - Waktu pengerjaan pemodelan	Total Waktu Pemodelan adalah 3 Jam 11 Menit	Total Waktu Pemodelan adalah 2 Jam 24 Menit	BIM menghasilkan waktu pemodelan yang lebih cepat $\pm 24\%$ dibanding metode konvensional pada seluruh sistem.
Deteksi Clash Detection - Jumlah bentrok terdeteksi setelah pemodelan	Teridentifikasi sejumlah 39 bentrok Utilitas dan lintas disiplin lainnya	Teridentifikasi sejumlah 540 bentrok Utilitas dan lintas disiplin lainnya	BIM mendeteksi lebih banyak bentrok karena menggunakan fitur clash detection otomatis. Konvensional sangat terbatas secara visual.
Revisi Desain Utilitas - Waktu pengerjaan revisi setelah deteksi bentrok	Total Waktu Pemodelan adalah 1 Jam 33 Menit	Total Waktu Pemodelan adalah 1 Jam 12 Menit	Revisi dengan BIM lebih cepat $\pm 20\%$ dan terdokumentasi otomatis. Konvensional memerlukan pengecekan ulang manual.

Sumber : Peneliti, 2025

Analisis Kualitatif

Dari hasil observasi, terdapat tiga keunggulan utama BIM dibanding metode konvensional:

1. Konsistensi Dokumen: Revisi otomatis memperbarui seluruh gambar kerja dan detail.
2. Koordinasi Multidisiplin: Integrasi arsitektur, struktur, dan MEP dalam satu model digital meningkatkan kolaborasi.
3. Kemudahan Visualisasi: Tampilan 3D memudahkan analisis spasial dan komunikasi antar tim.

Secara keseluruhan, penerapan BIM terbukti lebih efisien, akurat, dan kolaboratif dibanding metode konvensional. Teknologi ini mampu mengoptimalkan desain sistem utilitas bangunan tinggi serta mengurangi risiko kesalahan dan keterlambatan di tahap konstruksi.

Kesimpulan

Penelitian ini membandingkan metode konvensional berbasis gambar 2D (CAD) dengan Building Information Modeling (BIM) dalam perancangan sistem utilitas bangunan tinggi. Evaluasi difokuskan pada efisiensi waktu pemodelan, akurasi deteksi bentrok, dan kecepatan revisi desain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan BIM lebih efisien dan akurat dibanding metode konvensional. Waktu pemodelan berkurang sekitar 24%, jumlah bentrok terdeteksi meningkat signifikan dari 39 menjadi 540 kasus, dan proses revisi desain menjadi lebih cepat serta terdokumentasi otomatis. Selain efisiensi teknis, BIM juga meningkatkan koordinasi lintas disiplin, konsistensi dokumen, dan komunikasi tim desain. Secara keseluruhan, BIM terbukti sebagai pendekatan yang lebih efektif, kolaboratif, dan berkelanjutan untuk strategi desain sistem utilitas pada bangunan tinggi.

Daftar Pustaka

- [1] Ali, M. M., & Moon, K. S. (2007). Structural developments in tall buildings: Current trends and future prospects. *Architectural Science Review*, 50(3), 205–223.
- [2] Kementerian PUPR. (2010). *Peraturan Menteri PUPR No. 16/PRT/M/2010 tentang Pedoman Teknis Bangunan Gedung*.
- [3] Smith, R. (2013). *Building Services Engineering*. Routledge.
- [4] Rahardjo, B. (2005). *Sistem Penyediaan Air dan Drainase Bangunan*. Erlangga.
- [5] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers* (3rd ed.). Wiley.
- [6] Succar, B. (2009). Building Information Modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375.
- [7] Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252.
- [8] Subekti, A., & Suhardi, B. (2022). Penerapan BIM pada sistem utilitas bangunan tinggi. *Jurnal Teknik Sipil*, 19(1), 45–55.
- [9] Kurniawan, R., & Setiawan, B. (2020). Analisis Efektivitas Penggunaan BIM pada Sistem MEP Gedung Tinggi. *Jurnal Teknik Bangunan*, 12(2), 45–53.
- [10] Autodesk Inc. (2019). *The Benefits of BIM for MEP Engineering*. Autodesk White.