

Penggunaan *Clash Detection* Untuk Efisiensi Biaya Dan Waktu Pada Perencanaan Bangunan Industrial Berbasis IPD

Studi Kasus Perencanaan Kantor dan Pengelolaan Aval PT. Sarihusada Generasi Mahardhika, Klaten

Wan Kasali Murphy¹, Syarifah Ismailiyah Al Athas²

¹Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

¹Surel: 19515014@students.uii.ac.id

ABSTRAK: Dalam dunia konstruksi, perkembangan teknologi dan metode yang digunakan dalam sebuah perencanaan proyek sudah sangat berkembang pesat sampai dengan saat ini, salah satu nya adalah BIM (*Building Information Modeling*). BIM saat ini merupakan sebuah platform yang digunakan sebagai sarana kolaborasi antar disiplin pekerjaan dalam sebuah proyek. Biasanya penggunaan BIM akan sangat dibutuhkan untuk mencapai sebuah integrasi informasi yang baik dalam sebuah proyek, dalam hal ini penggunaan BIM pada proyek berbasis IPD (*Integrated Project Delivery*) yang mana merupakan sebuah metode yang menyampaikan sebuah proyek secara terintegrasi antar multi disiplin dalam waktu yang hampir bersamaan menjadi sangat diperlukan. Salah satu hal yang ingin dicapai oleh metode ini adalah efisiensi dalam menentukan biaya dari sebuah proyek. Penelitian ini bertujuan untuk melihat kemampuan BIM untuk menghasilkan perkiraan biaya secara lebih efisien dengan menggunakan fitur untuk menemukan clash didalam sebuah model perancangan agar menghasilkan data area dari elemen dinding dengan lebih akurat sehingga biaya yang diperkirakan dapat lebih efisien dan tepat sasaran.

Kata kunci: BIM, IPD, clash, detection, dinding, biaya

PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu, teknologi dan metode yang digunakan dalam sebuah perencanaan proyek sudah sangat berkembang sampai saat ini. Salah satu nya adalah BIM, BIM (*Building Information Modeling*) menurut (Antowi 2019) adalah sebuah proses kolaborasi antar multi disiplin dalam sebuah proyek yang dituangkan kedalam model 3D. Jadi semua data dan informasi yang ada dari lembaga Arsitektur, Rekayasa engineering dan Konstruksi masuk dalam model 3 dimensi ini, tidak melulu hanya sekedar bentuk 3 dimensi. BIM juga merupakan data dari sebuah bangunan yang dapat diakses oleh pemilik dan lembaga yang berkepentingan agar bisa diambil keputusan mengenai keadaan pada siklus hidup sebuah bangunan yaitu pada masa perencanaan, pembangunan, perawatan bahkan sampai pada masa pembongkaran suatu bangunan.

Saat ini BIM merupakan sebuah bentuk teknologi informasi yang dapat mempelajari sebuah bangunan, tanpa harus benar-benar membangunnya terlebih dulu. BIM saat ini sudah berkembang di negara-negara maju. Namun, sebagian besar perusahaan konstruksi di Indonesia masih menggunakan perangkat lunak konvensional seperti AutoCad untuk desain gambar, SAP untuk analisa struktur, Ms. Excel untuk perhitungan luas, volume serta biaya, hingga Ms. Project untuk penjadwalan. BIM mengubah seluruh konsep perencanaan dengan memperkenalkan suatu proses untuk mengembangkan desain dan dokumentasi konstruksi. Dokumen konstruksi seperti gambar, rincian pengadaan, dan spesifikasi lainnya dapat dengan mudah saling terkait didalam suatu jaringan yang saling terintegrasi. (Azhar, et al, 2008).

Salah satu yang dapat dilakukan BIM adalah *clash detection* sebagai cara untuk menemukan sebuah clash atau tabrakan yang terjadi antara satu elemenn bangunan dengan elemen bangunan yang lain. Fungsi tersebut tentunya merupakan sebuah keuntungan karena dengan adanya clash detection, perencana dapat menemukan kesalahan yang terjadi dalam sebuah model rancangan yang dapat mempengaruhi data ukuran dari sebuah elemen yang dijadikan patokan untuk menghitung estimasi biaya dari sebuah proyek.

Pengembangan Manajemen Proyek Terpadu

Sedangkan IPD Dalam penelitian ini, akan dilakukan simulasi untuk mengetahui sejauh mana penggunaan BIM memberikan dampak terhadap efisiensi biaya dan waktu pengerjaan dari sebuah bangunan industrial dengan menggunakan pendekatan IPD.

STUDI PUSTAKA

BIM dan Efisiensi Estimasi Biaya

Menurut (Shyamkant, 2017) Building Information Modeling (BIM) dikenal sebagai kemajuan teknologi yang dapat mendukung desain & proses konstruksi. BIM memungkinkan seluruh pihak untuk terlibat secara keseluruhan desain hingga proses konstruksi, bahkan hingga fase perawatan gedung. Dalam manajemen proyek konstruksi, BIM dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dari biaya konstruksi yang diperlukan. Ketika masalah muncul dan proyek menjadi lebih kompleks, BIM dapat berfungsi sebagai alat untuk membantu dalam proses pengambilan keputusan.

Untuk dapat memaksimalkan penggunaan BIM yaitu dengan visualisasi komponen yang baik, budgeting cost yang jelas sehingga bisa memberikan alternatif desain lain, dan semua informasi mengenai komponen bangunan ditunjukkan dengan jelas. Penggunaan BIM yang berhasil adalah yang memungkinkan untuk memilih alternatif yang tepat dalam hal biaya, jangka waktu penyelesaian, keberlanjutan, risiko, dan kinerja (Ganesh, 2020).

Dalam penggunaan BIM, data dari model informasi dapat digunakan saat ini untuk memperkirakan biaya dengan menggunakan skema proses yang diusulkan (Vitásek et al, 2018). Hal ini disebabkan karena BIM mampu menghasilkan konsistensi pada data biaya dalam keseluruhan fase proyek (Sherif et al, 2011).

IPD

Pada dasarnya IPD adalah metode kolaborasi dalam menjalankan sebuah proyek, dimana didalam praktiknya seluruh instrumen ahli bekerja bersama untuk merumuskan permasalahan serta berdiskusi mengenai bagaimana cara mengatasinya agar dapat menghasilkan sebuah bangunan yang efisien dan juga "high performance".

1. Keunggulan IPD

Prinsip dari metode IPD adalah, mengintegrasikan keseluruhan pekerjaan proyek dalam satu lingkup pekerjaan yang membuat proses delivery dan pengerjaan proyek bisa lebih cepat daripada metode tradisional seperti Design-bid-build, maupun metode konvensional lainnya.

2. Kendala IPD

IPD merupakan sebuah metode baru dalam pelaksanaan proyek. Kenyataan ini tentunya memberikan beberapa tantangan dalam penerapan IPD, diantaranya

- a. Pertama adalah IPD itu adalah sebuah metode baru, dan pendekatan baru membutuhkan waktu untuk menjadi pilihan utama dalam mengejakan proyek.
- b. Kedua, meskipun ada bentuk kontrak, mereka belum diuji dari waktu ke waktu (atau di pengadilan), dan tidak sepenuhnya terbukti atau bahkan dipahami.
- c. Ketiga, dalam industri asuransi belum ada yang memiliki cakupan yang disesuaikan dengan perjanjian IPD, yang berarti setiap proyek harus menemukan solusi.
- d. Keempat, banyak perusahaan yang masih sulit untuk beradaptasi dengan system yang bisa dikatakan baru ini yang mana mereka terkendala oleh adaptasi terhadap perangkat lunak yang digunakan untuk mengoperasikan system ini.
- e. Kelima, lembaga dan badan publik seringkali tidak memiliki kewenangan untuk merestrukturisasi proses pengadaan perangkat yang dapat mendukung untuk menjalankan metode IPD.
- f. Keenam, owner masih banyak yang belum familiar dengan metode ini, maka dari itu para owner/investor masih enggan menggunakan metode ini.

3. Prinsip-prinsip Dasar IPD

Berdasarkan modul pembelajaran IPD PPAr UII, terdapat 10 prinsip dalam IPD, berikut akan dijabarkan satu per satu:

- a. **Mutual Respect and Trust**
Dalam proyek terpadu, pemilik, arsitek, kontraktor, subkontraktor, pemasok, dan konsultan secara kontrak berjanji untuk saling menghormati dan berkomitmen untuk bekerja demi kepentingan terbaik proyek.
- b. **Mutual Benefit and Reward**
IPD dirancang untuk menyelaraskan kepentingan tim proyek sehingga setiap orang saling mendapatkan keuntungan dari keberhasilan proyek. Menurut AIA / CC, struktur kompensasi IPD mengakui dan menghargai keterlibatan awal berdasarkan nilai tambah dari setiap anggota tim.
- c. **Risk identified and Accepted Early**
Karena keterlibatan awal semua pemangku kepentingan, risiko dapat diidentifikasi dan ditangani lebih awal, sehingga kemungkinan besar risiko tersebut dapat dikurangi dengan baik sebelum konstruksi dimulai.
- d. **Collaborative Innovation and Decision Making**
Sementara keahlian dan penilaian setiap anggota tim dihargai, sampai pada ide-ide inovatif dan keputusan kreatif dapat ditingkatkan bila dicapai secara kolaboratif. Keputusan penting ditinjau oleh tim proyek dan, jika memungkinkan, diputuskan melalui konsensus.
- e. **Early Involvement and Key Participants**
Keterlibatan anggota tim inti sejak saat praktis paling awal adalah kunci pendekatan terintegrasi. IPD mengharuskan arsitek dan semua pemangku kepentingan utama berada di meja dengan pemilik pada awal proses pengembangan proyek.
- f. **Early Goal Definition.**
Dalam IPD, tujuan proyek diidentifikasi, ditetapkan, dan disepakati bersama oleh semua peserta sebelum pelaksanaan kontrak penuh untuk layanan desain dan konstruksi.
- g. **Intensified Planning**
Proses IPD menyadari bahwa peningkatan dan upaya terkonsentrasi pada tahap awal proyek akan menghasilkan hasil yang lebih baik, termasuk peningkatan efisiensi dan penghematan biaya selama konstruksi.
- h. **Open Communication**
Janji IPD untuk kinerja dan hasil tim yang lebih baik didasarkan pada prinsip saluran komunikasi yang sepenuhnya terbuka di seluruh desain dan konstruksi proyek, yang dicapai dengan menghilangkan hambatan tradisional untuk komunikasi terbuka.
- i. **Appropriate Collaboration Technology.**
Teknologi yang dipilih harus meningkatkan kolaborasi dan memungkinkan komunikasi diantara semua peserta proyek melalui pertukaran data yang terbuka dan dapat dioperasikan.
- j. **Organisation and Leadership**
Secara umum, anggota tim yang paling sesuai dengan perannya, terampil dan berpengalaman dengan pekerjaan di setiap bagian proyek, akan naik untuk memimpin tim melalui fase tersebut.

Berdasarkan prinsip yang telah dijabarkan, efisiensi perhitungan estimasi biaya dalam IPD sangat terkait dengan proses identifikasi risiko sedari awal pengerjaan proyek. Hal ini bisa ditunjang dengan penggunaan BIM yang dapat melihat kesalahan yang terjadi dalam sebuah model rancangan secara lebih akurat dan cepat dengan kemampuan clash detection.

Clash Detection

Clash detection pada dasarnya adalah sebuah metode untuk menemukan kesalahan yang terjadi dalam sebuah model 3 dimensi. Menurut (Savitri et al, 2020), clash terjadi ketika dua elemen melakukan interferensi di zona yang sama. Clash bisa berupa geometris, tumpang tindih dalam Schedule, serta perubahan desain. Clash bisa dikategorikan kedalam 3 jenis, yaitu:

1. **Hard Clash** yaitu dua elemen yang saling tumpang tindih di ruang yang sama.
2. **Soft Clash** yaitu toleransi geometri atau jarak suatu komponen terhadap komponen lain.
3. **4D / Workflow Clash** yaitu: benturan yang mempengaruhi alur kerja & schedule.

Pengembangan Manajemen Proyek Terpadu

Hebel

Hebel atau biasa disebut bata ringan adalah material yang memiliki beberapa kelebihan seperti, lebih ringan, waktu pemasangannya lebih cepat, sudut yang lebih presisi, tahan api, kedap air dan memiliki ketahanan yang baik pada daerah rawan gempa. Adapun dimensi hebel yang digunakan dalam proyek ini adalah 600mm x 200mm x 100 mm, dengan spesifikasi teknis sebagai berikut

Spesifikasi Teknis Bata Ringan Citicon							
Spesifikasi Teknis Bata Ringan Citicon							
Panjang, L (mm)	:	600					
Tinggi, H (mm)	:	200 ; 400					
Tebal, T (mm)	:	75 ; 100 ; 125 ; 150 ; 175 ; 200					
Berat jenis kering, (ρ)	:	530 kg/m ³					
Berat jenis normal, (ρ)	:	600 kg/m ³					
Kuat tekan, (σ)	:	≥ 4,0 N/m ²					
Konduktifitas termis, (λ)	:	0.14 w/mk					
Tebal	mm	75	100	125	150	175	200
Luas Dinding / m ³	m ²	13.33	10.00	8.00	6.67	5.71	5.00
Isi / m ³	Blok	111.11	83.33	66.67	55.56	47.62	41.67

Gambar 1 Spesifikasi Teknis Bata Ringan

Sumber: Citiconindonesia.com

METODE PENELITIAN

Dalam menentukan keberhasilan dari penelitian ini, penulis menggunakan metode penelitian berupa simulasi perhitungan estimasi biaya struktur baja dari proyek perencanaan yang dijadikan studi kasus penggunaan metode Integrated Project Delivery dalam sebuah perencanaan gedung dengan menggunakan software berbasis BIM sebagai pendeteksi jika terjadi *clash*, yang kemudian dikomparasikan dengan hasil perhitungan estimasi biaya struktur baja berdasarkan model final dari proyek yang masih menggunakan metode Traditional Project Delivery dan belum dilakukan *clash detection*.

Tabel 1 Studi Komparasi

	Aspek yang dibandingkan	BIM Software	Analisa Komparasi	Hasil
Tradisional	Data Clash, berat total keseluruhan baja, estimasi biaya yang dihasilkan.	Hanya sebagai software modeling	Penggunaan software berbasis BIM	Melihat efisiensi perhitungan biaya struktural dari sebuah perencanaan bangunan industrial dengan fitur <i>clash detection</i> .
IPD	Data Clash, berat total keseluruhan baja, estimasi biaya yang dihasilkan	Modeling, Checking, dan BOQ		

Sumber : Hasil Penelitian tahun 2020

Penelitian komparatif merupakan penelitian yang sifatnya membandingkan, yang dilakukan untuk membandingkan persamaan dan perbedaan 2 atau lebih sifat-sifat dan fakta-fakta objek yang diteliti berdasarkan suatu kerangka pemikiran tertentu. Penelitian komparatif biasanya digunakan untuk membandingkan antara 2 kelompok atau lebih dalam suatu variabel tertentu. Dalam penelitian ini, yang menjadi variabel komparasi ialah data estimasi biaya berdasarkan model 3 dimensi sebelum dan sesudah dilakukan *clash detection*.

Berdasarkan penjabaran diatas, maka yang akan menjadi komparasi adalah:

1. Timeline pekerjaan yang terpengaruh saat melakukan clash detection
2. Harga satuan pekerjaan yang terpengaruh pada perubahan area setelah melakukan clash detection.

Metode Analisis:

1. Hard Clash hanya akan dilihat antara elemen arsitektur dan juga elemen struktural.
2. Soft Clash ditentukan dengan toleransi sebesar 0,05 m pada setiap elemen.
3. Pengaruh perubahan yang terjadi setelah pengecekan clash akan digunakan untuk melihat perubahan pada biaya pengerjaan. Apakah lebih rendah atau lebih tinggi daripada sebelum clash detection.
4. Pengukuran clash detection dibatasi pada perubahan yang terjadi pada elemen arsitektur dan struktural.
5. Melihat perubahan jumlah area pada dinding sebagai elemen arsitektural yang mengalami clash dengan elemen struktural.
6. Upah tukang yang disimulasikan adalah upah tukang /hari.
7. Harga pengerjaan pengerjaan dinding bata hebel ekspose adalah Rp.117.900,-.

Lingkup Batasan

Batasan desain yang digunakan sebagai studi komparasi adalah desain bangunan berdasarkan data KAK tanggal 18 mei 2020, (KAK pada saat proses tender) batasan diberikan karena hingga saat ini dalam pekerjaan masih terdapat perubahan dalam desain. Berdasarkan data tersebut, maka desain bangunan yang dimaksud adalah:

1. Bangunan terdiri dari dua lantai yang mana lantai pertama digunakan untuk gudang pengelolaan aval dan lantai 2 digunakan sebagai ruang kantor.
2. Luas bangunan pada KAK adalah 24x20 m2
3. Bangunan menggunakan material baja sebagai struktur utama dan hebel sebagai material dinding
4. Koordinat *project zero* dari proyek ini adalah 7°44'33.3"S, 110°31'18.6"E

HASIL DAN PEMBAHASAN

Temuan Clash pada Model 3 Dimensi

Clash detection dilakukan menggunakan model final dari perencanaan pada saat internship di studio off campus. Berikut dijabarkan temuan clash dari setiap proses simulasi yang dilakukan dengan Naviswork.

Tabel 2 Clash pada Model 3 Dimensi

Tes	Hasil	Jumlah Clash																				
1. TPD (model 3 dimensi Akhir off campus)	<p>AUTODESK® NAVISWORKS®</p> <p style="text-align: center;">Clash Report</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Test 1</th> <th>Tolerance</th> <th>Clashes</th> <th>New</th> <th>Active</th> <th>Reviewed</th> <th>Approved</th> <th>Resolved</th> <th>Type</th> <th>Status</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>0.050m</td> <td>97</td> <td>97</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>Hard</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>	Test 1	Tolerance	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved	Type	Status		0.050m	97	97	0	0	0	0	Hard	OK	Ditemukan 97 Clash antara elemen struktur dan arsitektur yang mana sebagian besar disebabkan oleh elemn dinding dan struktur plat lantai.
Test 1	Tolerance	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved	Type	Status													
	0.050m	97	97	0	0	0	0	Hard	OK													

Pengembangan Manajemen Proyek Terpadu



Gambar 2 Pengecekan Clash pada Model Awal
Sumber : Hasil Penelitian tahun 2020

2. BIM & IPD
(setelah clash detection)

AUTODESK® NAVISWORKS® Clash Report

Test 1	Tolerance	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved	Type	Status
	0.050m	101	0	0	0	0	101	Hard	OK

Sempat terjadi kesalahan pada saat proses memperbaiki semua clash yang terjadi sehingga terjadi penambahan 5 clash. Namun setelah kesalahan tersebut diperbaiki, tidak ditemukan lagi clash pada model ini.

Gambar 3 Pengecekan Clash Kedua
Sumber : Hasil Penelitian tahun 2020

Berdasarkan hasil pengecekan yang telah dilakukan dengan Naviswork 2020, terlihat bahwa penggunaan BIM dalam hal ini penggunaan clash detection dapat mempermudah perencana untuk mengontrol data yang ada didalam bangunan. Sehingga memperkecil kemungkinan kesalahan dan revisi akibat data yang tidak tepat. Hal ini tentunya akan lebih menghemat biaya dan waktu daripada harus melakukan pengecekan secara manual dengan basis pengecekan gambar kerja.

Simulasi Estimasi Biaya

Simulasi perbandingan estimasi biaya dilakukan dengan menggunakan data berupa ukuran elemen struktur baja berupa panjang yang didapatkan dari software Archicad dan dikalikan dengan biaya pengerjaan struktur baja. Tentunya dengan mengkomparasikan antara data awal dan data yang telah dilakukan pengecekan clash detection dengan menggunakan software Naviswork 2020.

Harga satuan didapatkan berdasarkan data spesifikasi material pada studi pustaka, serta survey lapangan dan beberapa market place yang ada di internet yang lakukan oleh penulis, dan didapatkan perkiraan biaya pekerjaan dan pemasangan bata Hebei sebagai berikut:

Tabel 3 Analisa Harga Satuan Pemasangan Hebel

pemasangan dinding hebel 10 cm	m2				Rp. 117.900
sub material					
bata ringan 10 cm		0,105	m3	700.000	Rp. 73.500
Mortar thin bed		0,1	zak	80.000	Rp. 8.000
Sub Upah					
Pekerja		0,3	OH	80.000	Rp. 24.000
Tukang Batu		0,1	OH	100.000	Rp. 10.000
Kepala Tukang		0,01	OH	115.000	Rp. 1.150
Mandor		0,01	OH	125.000	Rp. 1.250

Sumber : Survey tahun 2020

Berdasarkan AHS (Analisa Harga Satuan) yang dijabarkan pada table di atas, maka dapat disimulasikan komparasi harga dari model yang belum dan telah dilakukan pengecekan dengan fitur clash detection. Adapun hasil komparasi yang didapat adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Perbandingan Harga Berdasarkan Model 3 Dimensi Sebelum dan Sesudah Clash Detection

Model	Luas Permukaan Dinding (m2)	AHS	Jumlah Harga
A	788,01	Rp117.900	Rp92.906.379
B	782,77	Rp117.900	Rp92.288.583
Selisih			Rp617.796
% penghematan biaya pemasangan hebel			1%

Sumber : Analisa Penulis tahun 2020

Dari hasil analisis perbandingan harga pemasangan hebel yang dilakukan oleh penulis, didapatkan penghematan sebesar Rp.617.767,-. atau dengan presentase sebanyak 1 persen. Tentunya tidak terlalu signifikan, namun perlu digaris bawahi bahwa perbandingan ini baru sebatas perbandingan yang dilihat dari pekerjaan pemasangan hebel.

Simulasi Lama Pengerjaan yang Terpengaruh Setelah Clash Detection

Berdasarkan data yang dihimpun dari (transaksiroperty.com, 2017), lama waktu pemasangan Hebel per m2 adalah +/- 40 menit. Maka jika disimulasikan akan didapatkan perbandingan sebagai berikut:

Tabel 5 Perbandingan Waktu Pengerjaan Hebel

Model	Luas Permukaan Dinding (m2)	Penyelesaian per m2	Total
A	788,01	40	31520,4
B	782,77	40	31310,8
Selisih Waktu			209,6
			Jam
			3,493333333

Sumber : Analisa Penulis tahun 2020

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan penulis terdapat efisiensi pada estimasi waktu sebesar 209,6 menit atau 3,5 jam jika model terlebih dahulu dilakukan pengecekan dengan clash detection.

KESIMPULAN

Berdasarkan komparasi yang dilakukan penulis dapat menyimpulkan beberapa hal yang ditemukan dari penelitian ini, diantaranya:

1. Penggunaan BIM yaitu pada kasus ini adalah pengecekan kesalahan yang terjadi dalam sebuah model dengan clash detection dapat mempermudah perencana untuk mengontrol data yang ada didalam bangunan
2. Pengecekan dengan clash detection dapat menghemat waktu dan biaya jika dibandingkan cara konvensional dalam melakukan pengecekan secara manual yang membutuhkan print out gambar kerja.
3. Pada studi kasus efisiensi biaya yang didapatkan dalam pengerjaan hebel didapatkan efisiensi biaya sebesar 1%. Hal ini diasumsikan masih dapat meningkat jika dilakukan simulasi yang lebih komprehensif terhadap semua elemen bangunan
4. Pada simulasi efisiensi waktu, ditemukan selisih waktu sebesar 3,5 jam. Perbandingan juga diasumsikan akan meningkat jika dilakukan simulasi yang lebih komprehensif terhadap semua elemen bangunan.

Saran

Penelitian ini masih dapat dikembangkan lagi secara lebih komprehensif dengan meningkatkan tingkat toleransi yang pada penelitian ini adalah 0,050 mm menjadi 0,001 mm sehingga didapatkan hasil yang lebih akurat. Pengembangan penelitian berdasarkan peningkatan jumlah elemen yang diujikan juga di rekomendasikan agar dapat melihat sejauh apa efisiensi yang dapat dihasilkan jika sebuah proyek menggunakan clash detection sebagai sistem kolaborasi didalam IPD.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Allah *Subhanahu wa ta'ala* yang mana berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan paper ini dengan baik. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah mendukung dan berkontribusi bagi penulis dalam menyelesaikan paper ini.

DAFTAR PUSTAKA

Artikel Jurnal

- Terborgh, J. 1974. Preservation of natural diversity: The problem of extinction-prone species. *Bioscience* 24:715-22.
- Azhar, S., Nadeem, A., Mok, N., & Leung, B., 2008. Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects, First International Conference on Construction in Developing Countries (ICCIDC±I). Karachi: 4-5 Agustus
- Abdelmohsen Sherif, Lee Jinkook and Eastman Chuck. 2011. Automated Cost Analysis of Concept Design BIM Models. CAAD Futures 2011 : Designing Together 403-4018
- Bhamre Guarav Shyamkant, A. P. S. P., 2017. Cost and Time Optimization for Construction of Building Information Modeling (BIM). International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET).
- Vitásek, Stanislav, dan Josef Zak. 2018. BIM for Cost Estimation: *In Proceedings of 3rd International Conference on Engineering Sciences and Technologies*. Košice: the Grant Agency of the Czech Technical University in Prague. 1-6.
- Ganesh, Ramya. 2020. Overcoming the Impact of COVID-19 Using Integrated Project Delivery *Project*. Vol. 1. Research Square.
- Savitri, D. M., Juliastuti, dan A. A. Pramudya. 2020. Clash detection analysis with BIM-based software on midrise. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing.

Situs Web

Citiconindonesia.com. 2020. Bata Ringan Citicon: Spesifikasi Teknis. <https://www.citiconindonesia.com/bata-ringan/> (accessed November 24, 2020).

Faizal. 2017. Hebel Potong Waktu Kerja Konstruksi Dinding Hingga 33,3%. <https://transaksiproperty.com/2017/04/02/hebel-potong-waktu-kerja-konstruksi-dinding-hingga-333/>. (accessed November 24, 2020).