

IMPLEMENTASI BIM PADA PROYEK JALAN TOL PASURUAN- PROBOLINGGO SEKSI 4 UNTUK PERHITUNGAN *QUANTITY TAKE-OFF* TIMBUNAN

Fajar Sodik Febriansyah ¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya
Jl. Sutorejo No. 5 Dukuh Suterejo, Mulyorejo, Kota Surabaya, 60113

*) emailkerjoku@gmail.com

Abstract

The progress of the construction industry in Indonesia has experienced very rapid development in the infrastructure sector, as proven by the many infrastructure developments in recent years. Quantity take-off is one of the contractor's efforts by calculating volume which will later be used as material for preparing a bill of quantity in tenders and later also used as material for procurement. This is because contractors who can accurately carry out quantity take-offs will get several benefits, such as the efficiency of incoming materials. After all, they are following actual conditions. Autodesk Civil 3D is a tool or application based on Building Information Modeling (BIM) which is capable to do quantity take-off. In this study, it will be discussed how the advantages and disadvantages of auto-desk civil 3D in carrying out quantity take-off on the volume of the stockpile compared to the method that has been used so far, namely calculating the volume using images from Autocad and with the assistance of Microsoft excel. The results of calculations using BIM in this study showed an increase in volume by 0.027%, a decrease in time by 80%, and an increase in costs by 37% when compared to conventional calculations.

Keywords: BIM, Quantity Take-off, Autodesk Civil 3D

Abstrak

Kemajuan dunia industri konstruksi di Indonesia mengalami perkembangan yang sangat pesat di sektor infrastruktur terbukti banyaknya pembangunan infrastruktur beberapa tahun ini. *Quantity Take-Off* merupakan salah satu upaya dari kontraktor dengan melakukan perhitungan volume, yang nantinya akan digunakan sebagai bahan untuk menyusun *Bill of Quantity* dalam tender dan nantinya juga dijadikan bahan untuk melakukan *procurement*. Oleh sebab kontraktor yang dapat melakukan *quantity take-off* dengan akurat akan mendapatkan beberapa keuntungan seperti pengefisienan material yang datang karena sesuai dengan aktual. Autodesk Civil 3D merupakan sebuah *tools* atau aplikasi yang berbasis *Building Information Modeling* (BIM) yang mampu melakukan *quantity take-off*. Dalam penelitian ini akan dibahas bagaimana kelebihan dan kelemahan dari Autodesk Civil 3D dalam melakukan *quantity take-off* pada volume timbunan, bila dibandingkan dengan metode yang selama ini dipakai, yaitu menghitung volume dengan menggunakan gambar dari Autocad dan dengan bantuan Microsoft Excel. Hasil perhitungan dengan menggunakan BIM pada penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan volume sebesar 0.027%, penurunan waktu sebesar 80%, dan peningkatan biaya sebesar 37% jika dibandingkan dengan perhitungan konvensional.

Kata Kunci : BIM, Quantity Take-off, Autodesk Civil 3D

PENDAHULUAN

Kemajuan dunia industri konstruksi di Indonesia mengalami perkembangan yang sangat pesat di sektor infrastruktur terbukti banyaknya pembangunan infrastruktur beberapa tahun ini. Dengan semakin banyaknya pembangunan fisik (infrastruktur) mendorong berbagai pelaksana jasa konstruksi untuk meningkatkan mutu proyek secara lebih efektif dan efisien. Disetiap proyek memiliki permasalahan yang beragam, baik dari perubahan desain maupun kondisi keuangan disuatu proyek. Dampak dari permasalahan proyek konstruksi yang timbul dapat mengakibatkan peningkatan biaya dan pergeseran waktu rencana selesai proyek serta

perbaikan mutu konstruksi. Perbaikan perencanaan dengan menggunakan teknologi informasi, telah disediakan perangkat lunak dan peralatan lainnya memungkinkan untuk menganalisis, simulasi dan fabrikasi digital dimana para *stakeholder* dapat memahami bagaimana ide-ide virtual yang tertuang dalam dimensi teknologi dapat mengerti serta memahami dalam proses pengelolaannya. BIM (*Building Information Modeling*) merupakan sebuah pendekatan desain bangunan, konstruksi, dan manajemen.

Dengan menggunakan BIM memberikan potensi untuk memodelkan informasi secara visual dalam sebuah pemodelan yang menawarkan visualisasi, deteksi konflik,

penjadwalan, dan material serta pengujian model diserahkan dari tim desain kepada kontraktor dan sub-kontraktor dan kemudian ke pemilik proyek. Keuntungan terbesar dalam penggunaan BIM pada industri konstruksi merupakan kemampuan sistem untuk mengembangkan menjadi model tiga dimensi yang realistis dan dua dimensi yang memuat informasi didalamnya. Secara global, BIM diwajibkan penggunaannya dalam suatu konstruksi karena sudah tertuang dalam peraturan di Indonesia, baik di dunia perencanaan, pengawasan dan konstruksi yang tertuang pada Peraturan Menteri PUPR nomor 22 tahun 2018.

Di Era kemajuan teknologi saat ini khususnya bidang konstruksi infrastruktur di Indonesia, penggunaan BIM dalam industri konstruksi dapat mengatasi beberapa kendala di proyek yang memudahkan perhitungan volume pada item pekerjaan secara efektif dan efisien.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan memodelkan gambar menjadi suatu model BIM dimana pada model BIM peneliti dapat melakukan *Quantity Take-Off* menggunakan BIM yang kemudian model tersebut dibuat menjadi potongan melintang agar dapat mengetahui deviasi dari perhitungan *Quantity Take-Off* tersebut.

Selain untuk mengetahui perbedaan tersebut peneliti juga melakukan analisa deviasi harga dari penggunaan BIM dengan mode konvensional dan deviasi waktu dalam penggunaan BIM dengan mode konvensional. Adapun mode konvensional tersebut menggunakan Microsoft Excel sedangkan BIM tersebut menggunakan Autodesk Civil 3D.

Metode penulisan yang digunakan dalam penyelesaian penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi masalah

- a) Bagaimana praktik *Building Information Modeling* pada industri konstruksi untuk perhitungan *Quantity Takeoff* Timbunan?
- b) Berapakah deviasi antara penggunaan perhitungan volume manual dengan penggunaan *Quantity Takeoff* menggunakan *Building Information Modeling* ?
- c) Seberapa efisien penggunaan *Building Information Modeling* untuk *Quantity Takeoff* dalam industri konstruksi ?

2. Pengumpulan Data

- a) Data primer : Didalam penelitian ini data primer merupakan data yang didapat dari pihak kontraktor pelaksana berupa Alinyemen horisontal dalam bentuk gambar DED, Alinyemen vertikal dalam

bentuk gambar DED, Tipikal perkerasan jalan dalam bentuk gambar DED, Situasi kondisi eksisting berupa softcopy dengan format pnt

- b) Data sekunder : Pengambilan data sekunder ini juga didapat dari pihak kontraktor adalah informasi proyek

3. Analisa Data

a) Reduksi data

Merupakan suatu proses yang dilakukan dengan bertujuan pemilihan, penyederhanaan, pemisahan, perangkuman, pentransformasian data kasar yang diperoleh dari kontraktor. Dalam hal ini peneliti mengumpulkan data yang berkaitan dengan proses pembuatan pemodelan BIM, kemudian menuangkannya dalam uraian dan laporan yang terperinci dan akan dilakukan tindakan perangkuman, pereduksian, penyelesaian terhadap poin-poin inti, dan memfokuskan pada hal hal penting sebelum menentukan tema dan pola penelitian

b) Penyajian data

Merupakan penyusunan dari beberapa kumpulan informasi yang memungkinkan untuk dilakukannya penarikan kesimpulan dan pengambilan tindakan. Dalam hal ini peneliti akan mengorganisir data-data yang telah ada kedalam suatu pemodelan 3D yang didalamnya memuat informasi volume yang dimana dalam pemodelan tersebut peneliti akan menyajikan deviasi antara pemodelan menggunakan BIM dengan mode konvensional (Microsoft Excel)

c) Penarikan kesimpulan dan verifikasi

Pada saat-saat awal memodelkan jalan tol menggunakan pemodelan BIM peneliti melakukan pengumpulan data untuk riset cara pemodelan yang sesuai dengan standart pemodelan tersebut agar pada hasil akhir mendapatkan hasil yang diharapkan oleh penulis

4. Pembahasan Penelitian

Urutan oembahasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Perhitungan menggunakan BIM :

- 1) Pembuatan *Alinyemen*
- 2) Pembuatan *Surface*
- 3) Pembuatan *Profile*
- 4) Pembuatan *Assembly*
- 5) Pembuatan *Corridor*
- 6) Pembuatan *Sample Line*
- 7) *Quantity Take-Off*

- b) Perhitungan menggunakan konvensional (Microsoft Excel)
- c) Deviasi penggunaan quantity take-off menggunakan bim dengan konvensional
- d) Efisiensi penggunaan BIM untuk quantity take-off
- e) Kesimpulan dan Saran

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Perhitungan *quantity take-off* menggunakan BIM dan Konvensional

Setelah pemodelan BIM sudah diselesaikan, yang kemudian akan dilakukan *quantity take-off* dari pemodelan tersebut yang berupa tabel sebagai berikut :

Tabel 1. Deviasi penggunaan BIM dan Konvensional

No	Station	Vol. BIM(m3)	Vol. Konven- sional(m3)	Deviasi (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=((4)-(3))/(3)
1	31+300	0	0	0
2	31+325	6931.74	6931.75	0.00014%
3	31+350	9142.11	9142.13	0.00022%
4	31+375	9570.67	9570.63	-0.00042%
5	31+400	9258.51	9258.5	-0.00011%
6	31+425	8823.1	8823.13	0.00034%
7	31+450	10466.16	10466.13	-0.00029%
8	31+475	12279.48	12279.38	-0.00081%
9	31+500	12416.03	12416	-0.00024%
10	31+525	13090.79	13090.88	0.00069%
11	31+550	12158.04	12158.13	0.00074%
12	31+575	10427.06	10427.13	0.00067%
13	31+600	11241.5	11241.5	0.00000%
14	31+625	11963.99	11964	0.00008%
15	31+650	11605.79	11605.88	0.00078%
16	31+675	10945.03	10945.13	0.00091%
17	31+700	10306.7	10306.75	0.00049%
18	31+725	9917.77	9917.75	-0.00020%
19	31+750	9768.85	9768.88	0.00031%
20	31+775	9504.13	9504.13	0.00000%
21	31+800	9103.11	9103.13	0.00022%
22	31+825	8816.89	8816.88	-0.00011%
23	31+850	8516.15	8516.13	-0.00023%
24	31+875	8280.29	8280.38	0.00109%
25	31+900	8043.49	8043.5	0.00012%
26	31+925	7500.63	7500.63	0.00000%

27	31+950	6962	6962	0.00000%
28	31+975	6695.88	6695.88	0.00000%
29	32+000	6349.56	6349.63	0.00110%
30	32+025	5856.57	5856.63	0.00102%
31	32+050	5411.67	5411.63	-0.00074%
32	32+075	5120.9	5120.88	-0.00039%
33	32+100	5088.5	5088.5	0.00000%
34	32+125	5280.15	5280.13	-0.00038%
35	32+150	5360.6	5360.63	0.00056%
36	32+175	5339.64	5339.63	-0.00019%
37	32+200	5531.81	5531.75	-0.00108%
38	32+225	5800.59	5800.63	0.00069%
39	32+250	5321.2	5321.25	0.00094%
40	32+275	4512.25	4512.25	0.00000%
41	32+300	4141.46	4141.5	0.00097%
42	32+325	3969	3969	0.00000%
43	32+350	3877.66	3877.63	-0.00077%
44	32+375	3836.71	3836.75	0.00104%
45	32+400	4011.01	4011	-0.00025%
46	32+425	4194.67	4194.63	-0.00095%
47	32+450	4349.78	4349.75	-0.00069%
48	32+475	4540.8	4540.75	-0.00110%
49	32+500	4710.54	4710.5	-0.00085%
50	32+525	5021.18	5021.13	-0.00100%
51	32+550	5314.57	5314.5	-0.00132%
52	32+575	5955.06	5955	-0.00101%
53	32+600	7400.68	7400.63	-0.00068%
54	32+625	10846.45	10846.38	-0.00065%
55	32+650	10066.42	10066.38	-0.00040%
56	32+675	6777.95	6778	0.00074%
57	32+700	6821.82	6821.88	0.00088%
58	32+725	6728.07	6728.13	0.00089%
59	32+750	6616.79	6616.88	0.00136%
60	32+775	6892.37	6892.38	0.00015%
61	32+800	7247.93	7247.88	-0.00069%
62	32+825	7433.89	7433.88	-0.00013%
63	32+850	7716.82	7716.88	0.00078%
64	32+875	7924.92	7925	0.00101%
65	32+900	8086.96	8076.88	-0.12465%
66	32+925	8148.08	8134.38	-0.16814%
67	32+950	8221.07	8204.88	-0.19693%
68	32+975	8249.78	8235	-0.17916%
69	33+000	8054.38	8040.5	-0.17233%
70	33+025	7992.14	7975.63	-0.20658%

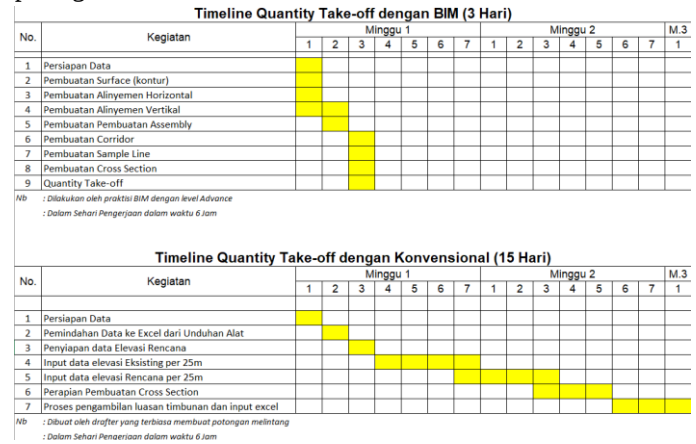
71	33+050	7854.54	7836.63	-0.22802%
72	33+075	8218.3	8202.13	-0.19676%
73	33+100	8228.26	8213	-0.18546%
74	33+125	7368.14	7351.38	-0.22747%
75	33+150	7251	7236.13	-0.20508%
76	33+175	7282.8	7274.5	-0.11397%
77	33+200	6527.83	6527.88	0.00077%
78	33+225	5406.66	5406.75	0.00166%
79	33+250	4462.7	4462.75	0.00112%
80	33+275	3867.27	3867.25	-0.00052%
81	33+300	3418.22	3418.13	-0.00263%
82	33+325	3193.29	3193.25	-0.00125%
83	33+350	3002.04	3002.13	0.00300%
84	33+375	2644.29	2644.38	0.00340%
85	33+400	2455.84	2455.88	0.00163%
86	33+425	2364.29	2364.25	-0.00169%
87	33+450	2367.67	2367.63	-0.00169%
88	33+475	2503.87	2503.88	0.00040%
89	33+500	2657.68	2657.63	-0.00188%
90	33+525	2772.96	2766.5	-0.23296%
91	33+550	3413.75	3406.13	-0.22321%
92	33+575	3902.39	3895.5	-0.17656%
93	33+600	3912.7	3903.25	-0.24152%
94	33+625	4388.98	4378	-0.25017%
95	33+650	4922.67	4910.75	-0.24215%
96	33+675	5315.63	5303.88	-0.22105%
97	33+700	5586.63	5575.63	-0.19690%
98	33+725	5841.38	5830.38	-0.18831%
99	33+750	6221.39	6209.25	-0.19513%
100	33+775	6871.68	6859	-0.18453%
101	33+800	7731.39	7787.75	0.72898%
102	33+825	7919.69	7963.13	0.54851%
103	33+850	6808.81	6779.5	-0.43047%
104	33+875	5854.46	5834.63	-0.33872%
105	33+900	5928.34	5909.25	-0.32201%
106	33+925	6044.06	6022.88	-0.35043%
107	33+950	5837.2	5816.75	-0.35034%
108	33+975	5557.9	5543.63	-0.25675%
109	34+000	5410.82	5401.25	-0.17687%
110	34+025	5064.27	5064.38	0.00217%
111	34+050	4807.22	4807.25	0.00062%
112	34+075	4743.8	4743.75	-0.00105%
113	34+100	4727.47	4727.5	0.00063%
114	34+125	5174.46	5174.5	0.00077%

115	34+150	5353.38	5353.38	0.00000%
116	34+175	7034.91	7034.88	-0.00043%
117	34+200	8761.75	8761.75	0.00000%
118	34+225	6818.31	6818.38	0.00103%
119	34+250	5012.51	5012.5	-0.00020%
120	34+275	4766.99	4767	0.00021%
121	34+300	4313.76	4313.75	-0.00023%
122	34+325	4119.87	4119.88	0.00024%
123	34+350	4111.11	4111.13	0.00049%
124	34+375	3989.72	3989.63	-0.00226%
125	34+400	3887.93	3887.88	-0.00129%
126	34+425	3661.66	3661.63	-0.00082%
127	34+450	3486	3486	0.00000%
128	34+475	3386.67	3386.75	0.00236%
129	34+500	3293.43	3293.5	0.00213%
130	34+525	3248.26	3248.25	-0.00031%
131	34+550	3190.56	3190.5	-0.00188%
132	34+575	3008.64	3008.63	-0.00033%
133	34+600	2809.41	2809.38	-0.00107%
134	34+625	2809.47	2809.38	-0.00320%
135	34+650	2708.76	2708.75	-0.00037%
136	34+675	2550.42	2550.5	0.00314%
137	34+700	2650.71	2650.75	0.00151%
138	34+725	2965.22	2965.25	0.00101%
139	34+750	3235.63	3235.63	0.00000%
140	34+775	3429.47	3429.5	0.00087%
141	34+800	3745.57	3745.63	0.00160%
142	34+825	4090.05	4090	-0.00122%
143	34+850	4257.67	4257.63	-0.00094%
144	34+875	4491.83	4491.88	0.00111%
145	34+900	4583.74	4583.75	0.00022%
146	34+925	4625.83	4625.75	-0.00173%
147	34+950	4913.28	4913.25	-0.00061%
148	34+975	5204.86	5204.88	0.00038%
149	35+000	5489.04	5489	-0.00073%
150	35+025	5536.04	5536	-0.00072%
151	35+050	5536.88	5536.88	0.00000%
152	35+075	5797.31	5797.25	-0.00103%
153	35+100	5918.09	5918	-0.00152%
154	35+125	6255.41	6255.38	-0.00048%
155	35+150	6357.64	6357.63	-0.00016%
156	35+175	6263.04	6263	-0.00064%
157	35+200	6462.35	6462.38	0.00046%
158	35+225	6559	6559	0.00000%

159	35+250	6642.24	6642.25	0.00015%
160	35+275	6992.6	6992.63	0.00043%
161	35+300	8131.93	8131.88	-0.00061%
162	35+325	9135.89	9135.88	-0.00011%
163	35+350	8669.68	8669.75	0.00081%
164	35+375	8255.23	8255.25	0.00024%
165	35+400	8218.09	8218	-0.00110%
166	35+425	7869.01	7869	-0.00013%
167	35+450	7536.56	7536.63	0.00093%
168	35+475	7769.21	7769.25	0.00051%
169	35+500	8114.66	8114.63	-0.00037%
170	35+525	7887.28	7887.25	-0.00038%
171	35+550	7647.76	7647.75	-0.00013%
172	35+575	7373.6	7373.63	0.00041%
173	35+600	7112.79	7112.88	0.00127%
174	35+625	6943.16	6943.25	0.00130%
175	35+650	6814.33	6814.38	0.00073%
176	35+675	6448.48	6448.5	0.00031%
177	35+700	6221.03	6221	-0.00048%
178	35+725	6118.92	6118.88	-0.00065%
179	35+750	5762.59	5762.63	0.00069%
180	35+775	5358.57	5358.63	0.00112%
181	35+800	5195.04	5195.13	0.00173%
182	35+825	5361.77	5361.88	0.00205%
183	35+850	5458.04	5458.13	0.00165%
184	35+875	5364.46	5364.5	0.00075%
185	35+900	5115.84	5115.88	0.00078%
186	35+925	5109.2	5109.25	0.00098%
187	35+950	5461.72	5461.75	0.00055%
188	35+975	5631.14	5631.13	-0.00018%
189	36+000	5364.53	5364.5	-0.00056%
190	36+025	4922.14	4922.13	-0.00020%
191	36+050	4773.27	4773.25	-0.00042%
192	36+075	4988.88	4988.88	0.00000%
193	36+100	5198.24	5198.25	0.00019%
194	36+125	5525.74	5525.75	0.00018%
195	36+150	5790.26	5790.25	-0.00017%
196	36+175	5990.97	5991	0.00050%
197	36+200	6150.09	6150.13	0.00065%
198	36+225	6119.48	6119.5	0.00033%
199	36+250	6596.24	6596.25	0.00015%
200	36+275	5897.59	5897.5	-0.00153%
201	36+300	4499.47	4499.38	-0.00200%
Total Volume		1225922.93	1225603.77	-0.027%

Efisiensi penggunaan BIM untuk *quantity take-off*

Dalam proses pengerjaan penulis, dari segi kecepatan dan akurasi, perhitungan *quantity take-off* menggunakan BIM dapat lebih efisien sebesar 80% daripada menggunakan mode konvensional (Microsoft Excel). Sesuai pada gambar *timeline* dibawah ini:



Gambar 1. *Timeline Quantity Take-Off*

Sedangkan untuk biaya yang dikeluarkan penggunaan *quantity take-off* menggunakan BIM lebih mahal 37% daripada penggunaan mode konvensional, tetapi menurut penulis ini lebih efektif karena bisa mengefisiensi waktu sebesar 80%, seperti pada gambar tabel dibawah ini:

Perbandingan Biaya Penggunaan BIM dan Konvensional				
Jenis	BIM		Konvensional	
	Barang	Harga	Barang	Harga
Perangkat Keras	Laptop/Komputer Spesifikasi Tinggi	Rp 13,000,000.00	Laptop/Komputer Spesifikasi Perkantoran	Rp 6,000,000.00
Perangkat Lunak	Autodesk Civil3D (per tahun)	Rp 45,167,500.00	Ms. Office (per tahun)	Rp 959,999.00
			Autocad	Rp 25,737,500.00
SDM	BIM Engineer (Advance)	Rp 6,000,000.00	Drafter	Rp 3,000,000.00
			Quantity Surveyor	Rp 4,500,000.00
Total	Rp	64,167,500.00	Rp	40,197,499.00
Deviasi BIM - Konvensional	Rp	23,970,001.00		
Deviasi %	37%			
Kesimpulan Penggunaan BIM 37% lebih mahal daripada penggunaan mode Konvensional				

Gambar 2. Perbandingan biaya *Quantity Take-Off*

KESIMPULAN

Pada pengerjaan penelitian ini penulis akan membandingkan volume dan efisiensi dari perhitungan menggunakan *Quantity Take-off* dengan menggunakan mode konvensional sebagai berikut :

1. BIM dapat dipraktikkan dalam pembuatan *Quantity Take-Off* dengan menggunakan *Software Autodesk Civil3D*.
2. Pada perhitungan *Quantity Take-Off* menggunakan BIM didapat volume sebesar 1.225.922,93 m3 sedangkan menggunakan metode konvensional

didapat volume sebesar 1.225.603,77 m³ maka dapat disimpulkan terjadi peningkatan volume 0.027% penggunaan BIM terhadap Konvensional.

3. Waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan *Quantity Take-Off* menggunakan BIM sebanyak 3 hari sedangkan menggunakan metode konvensional membutuhkan waktu 15 hari dan untuk pengeluaran biaya bilamana menggunakan BIM sebesar Rp 64.167.500,00 sedangkan menggunakan metode konvensional sebesar Rp 40.197.499,00 maka dapat disimpulkan terjadi penurunan waktu sebanyak 80 % penggunaan BIM terhadap Konvensional dan Terjadi peningkatan biaya sebesar 37% menggunakan BIM terhadap Konvensional.

Penulis disini bisa menyimpulkan penggunaan BIM lebih efisien dari penggunaan mode konvensional.

SARAN

Saran yang dapat penulis sampaikan adalah Perhitungan *Quantity Take-off* menggunakan metode BIM jauh lebih efisien dibandingkan dengan metode konvensional, sehingga penerapannya di proyek sangat membantu dalam pelaksanaan perhitungan tersebut, akan tetapi proyek juga harus mempertimbangkan terkait :

1. *Engineer* yang berpengalaman (ahli) dan bersertifikasi dalam pelaksanaan dan penerapannya di proyek agar perhitungan dapat dipertanggung jawabkan dan deviasi yang dihasilkan tidak terlalu jauh.
2. Mempertimbangkan biaya yang harus dikeluarkan untuk pengadaan *Software* maupun *hardware* yang digunakan.

Koordinasi dengan pihak *Eksternal* seperti Konsultan dan Pemilik Proyek dalam penerapan BIM di proyek karena BIM merupakan hal yang baru untuk saat ini

dan belum semua institusi menerapkannya. Adanya Peraturan Menteri PUPR nomor 22 tahun 2018 kita harus memahami BIM agar bisa bersaing di dunia konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Kepala Pusdiklat SDA dan Konstruksi. (2018, September). *Pelatihan Perencanaan Konstruksi dengan Sistem Teknologi Building Information Modeling (BIM) Modul 3*. Dari Kementerian PUPR Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi.
- Kepala Pusdiklat SDA dan Konstruksi. (2018, September). *Pelatihan Perencanaan Konstruksi dengan Sistem Teknologi Building Information Modeling (BIM) Modul 6*. Dari Kementerian PUPR Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi.
- Kuncoro, Mudrajat. (2011). *Metode Kuantitatif*. Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN.
- PT. KOBIM Mandiri Perkasa. (2020, 5 Juli). *Apa itu BIM – Building Information Modelling ?*. Diakses pada 8 Maret 2021, dari <https://archilantis.com/apa-itu-bim-building-information-modelling/>
- S.C Ugochukwu, S.C Akabogu and K.C Okolie. (2015). *Status and Perceptions of the Application of Building Information Modeling for Improved Building Projects Delivery in Nigeria*. Diakses pada 8 Maret 2021, dari [http://www.ajer.org/papers/v4\(11\)/X041101760182.pdf](http://www.ajer.org/papers/v4(11)/X041101760182.pdf)
- Tim Penyusun. (2018, Mei). *Panduan Adopsi BIM dalam Organisasi*. Dari Pusat Litbang Kebijakan dan Penerapan Teknologi.