

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TINGKAT PENERAPAN BIM (BUILDING INFORMATION MODELLING) 4D DI BUMN KONSTRUKSI

Samrotul Fuad¹, dan Agus Suroso²

¹Prodi Magister Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana, Jl. Meruya Selatan No.1, Kembangan, Jakarta Barat 11650

Email korespondensi: samrotul2001@l2yahoo.com

²Prodi Magister Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana, Jl. Meruya Selatan No.1, Kembangan, Jakarta Barat 11650

Email : agussrs@yahoo.com

ABSTRAK

Peraturan Pemerintah No. 16 tahun 2021 dengan jelas mewajibkan penggunaan BIM dalam jasa konstruksi di Indonesia. Salah satu Dimensi BIM adalah BIM 4D untuk urutan dan simulasi pekerjaan. Penerapan BIM dalam jasa konstruksi telah diinisiasi oleh BUMN-BUMN Jasa Konstruksi. Namun dalam penerapannya masih ada kendala-kendala yang terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi dan faktor-faktor yang mempengaruhi penerapan tersebut. Faktor-Faktor yang diteliti dalam penelitian ini adalah Peraturan dan Regulasi Pemerintah, Sumber Daya Manusia, Biaya dan Investasi, Organisasi dan manajemen serta Perangkat Lunak, Sumber data penelitian ini adalah kuesioner yang telah diisi para praktisi BIM 4D di BUMN Konstruksi. Kemudian diolah menggunakan Regresi Linear Berganda dengan Program SPSS 26. Penerapan BIM 4D diukur berdasarkan tingkat Fungsi BIM, LOD BIM dan Maturity BIM. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi masih belum optimal dan faktor yang paling mempengaruhi adalah faktor Sumber Daya Manusia dimana setiap peningkatan sebesar 1 maka akan meningkatkan Penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi sebesar 0.415, kemudian faktor yang paling berpengaruh selanjutnya adalah Perangkat Lunak/*Software* BIM dimana setiap peningkatan sebesar 1 maka akan meningkatkan Penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi sebesar 0.239.

Kata kunci: BIM 4D, BUMN Konstruksi, Tingkat Penerapan, Pengaruh Faktor, LOD.

ABSTRACT

Government Regulation No. 16 of 2021 clearly requires the use of BIM in construction services in Indonesia. One of the dimensions of BIM is 4D BIM for job sequencing and simulation. The application of BIM in construction services has been initiated by Construction BUMN. However, in its implementation there are still obstacles that occur. This study aims to determine how the implementation of 4D BIM in Construction BUMN and the factors that influence the application. The factors studied in this study are Government Regulations and Regulations, Human Resources, Costs and Investments, Organization and management and Software, The source of the data for this research is a questionnaire that has been filled out by 4D BIM practitioners in Construction BUMN. Then processed using Multiple Linear Regression with SPSS 26 Program. The implementation of BIM 4D is measured based on the level of BIM Function, BIM LOD and BIM Maturity. The results of this study indicate that the implementation of 4D BIM in Construction BUMN is still not optimal and the most influencing factor is the Human Resources factor where every increase of 1 will increase the 4D BIM Implementation in Construction BUMN by 0.415, then the next most influential factor is the BIM Software where every increase of 1 will increase the Implementation of 4D BIM in Construction SOEs by 0.239.

Keywords: 4D BIM, Construction BUMN, Level of Application, Factor Influence, LOD.

1. PENDAHULUAN

Peraturan Pemerintah No. 16 tahun 2021 tentang peraturan pelaksanaan Undang-Undang No 28 tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung dengan jelas mewajibkan penggunaan BIM minimal sampai dimensi 5D untuk bangunan bertingkat menengah dan tinggi. Untuk bangunan pencakar langit dan super tinggi wajib menggunakan sampai Dimensi 8D.

Dari Laman sibima.pu.go.id Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Mendefinisikan BIM sebagai “Representasi digital dari karakter fisik dan karakter fungsional suatu bangunan. Karena itu di dalamnya terkandung semua informasi mengenai elemen-elemen bangunan tersebut yang digunakan sebagai basis pengambilan keputusan dalam kurun waktu siklus umur bangunan, sejak konsep hingga demolisi”. Sehingga dengan menerapkan BIM akan mempercepat dan mengurangi resiko kesalahan pada penyelenggaraan konstruksi. Potensi ini telah dilihat oleh BUMN Konstruksi untuk mulai menerapkan BIM dalam Proses bisnis nya.

BIM 4D mengungkapkan informasi dimensi tambahan, yang dikenal sebagai data penjadwalan atau elemen waktu. BIM 4D dapat meningkatkan perencanaan Waktu, memvisualisasikan hubungan waktu terhadap ruang pada aktifitas konstruksi, menganalisa schedule konstruksi, mengurangi kesalahan pada saat pelaksanaan konstruksi. [7]

BUMN Konstruksi mempunyai peran yang sangat penting dalam Industri Jasa Konstruksi di Indonesia, jika merujuk pada data Gapensi tahun 2018 dan 2019, jumlah Kontraktor Nasional skala besar, menengah dan kecil sebanyak 136.662 Badan usaha. Dimana hanya 1% yang merupakan kontraktor besar, termasuk didalamnya BUMN Konstruksi. Walaupun hanya berjumlah 1% dari keseluruhan Kontraktor nasional, tetapi kontraktor besar ini mengerjakan 85% anggaran infrastruktur Nasional. maka dapat disimpulkan bahwa BUMN konstruksi

memegang peranan besar dalam Industri jasa Konstruksi di Indonesia.

Pada beberapa Proyek Pembangunan jalan, infrastruktur dan Gedung Kementrian PUPR telah diterapkan Penggunaan BIM (*Building Information Modelling*). Hal ini tentu merupakan hal yang positif bagi perkembangan BIM di Indonesia, mengingat baru pada tahun 2018 melalui Permen PUPR No 22 tahun 2018, BIM menjadi *mandatory* bagi Pembangunan bangunan negara. Dalam waktu 2 tahun dari terbitnya Permen Tersebut, BUMN Konstruksi telah menjalankan BIM pada proses jasa konstruksi di Indonesia.

Tabel 1. Proyek PUPR yang Menggunakan BIM.

<i>Nama Proyek</i>	<i>Kontraktor Pelaksana</i>
Renovasi Gelora Bung Karno (2017)	PT. Adhi Karya (Persero) Tbk
Stadion Manahan Solo (2018)	PT. Adhi Karya (Persero) Tbk
Pasar Atas Bukit Tinggi (2018)	PT. Brantas Abipraya (Persero) Tbk
Aquatic Arena Papua (2018)	PT. Waskita Karya (Persero) Tbk
Stadion Papua Bangkit (2019)	PT. Pembangunan Perumahan (Persero) Tbk
Pasar Renteng Lombok NTB (2019)	PT. Nindya karya (Persero)
Jalan Pekanbaru-Dumai (2017)	PT. Hutama Karya (Persero)

Sumber: <https://bpjt.pu.go.id> & ciptakarya.pu.go.id

Diluar perusahaan BUMN hanya beberapa perusahaan swasta yang mengadopsi BIM sepenuhnya [10] hal ini sejalan dengan tujuan BUMN Konstruksi menjadi pelopor dalam kegiatan yang belum dapat dilakukan pihak swasta.

Agirachman dalam penelitiannya menyatakan BIM merupakan sarana penunjang yang berkelanjutan dalam

bisnis Arsitektur, *Engineering* dan Konstruksi dan di Indonesia masih dalam tahap pengembangan tetapi menunjukkan potensi besar. Selanjutnya dalam penelitian tersebut juga disampaikan bahwa Kurangnya kesadaran dan pemahaman tentang BIM di Indonesia, khususnya di sektor pendidikan, merupakan faktor kunci yang menghambat adopsi BIM dan hal ini bisa diatasi dengan memasukan BIM dalam kurikulum Arsitektur, *Engineering* dan Konstruksi. [1]

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi.

2. METODOLOGI

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa faktor-faktor yang berpengaruh pada Penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi. Dari penelitian-penelitian terdahulu didapatkan Faktor-faktor yang menjadi variabel bebas dan variabel terikat dalam penelitian ini.

Variabel-variabel tersebut kemudian dilakukan Validasi Pakar yang terdiri dari Tenaga Ahli dan Manager BIM yang sudah mempunyai Pengalaman lebih dari 3 tahun dalam Pengelolaan BIM di BUMN Konstruksi. Tujuan dari validasi pakar ini adalah untuk memvalidasi variabel-variabel yang masih relevan dengan kondisi saat ini dan dengan penerapan BIM di BUMN Konstruksi.

Variabel-variabel yang telah divalidasi kemudian disusun menjadi Kuesioner.

Variabel penelitian

Dari hasil Validasi Pakar didapatkan variabel terikat dan variabel bebas.

Tabel 2. Variabel bebas

No	Variabel Terikat
X.1.	<i>Peraturan dan Regulasi</i>
X.1.1	Adanya permasalahan terkait hukum (Belum matangnya mekanisme

No	Variabel Terikat
	pemecahan masalah jika terdapat perselisihan dan kurangnya perangkat hukum untuk melindungi produk Intelektual BIM)[4]
X.1.2	Kurangnya regulasi dan standart dari Pemerintah.[5]
X.1.3	Kurangnya persyaratan kontraktual untuk penggunaan BIM[6]
X.1.4	Tidak ada standart baku dalam mengevaluasi proses penerapan BIM [4]
X.1.5	Kurangnya Standarisasi dalam perangkat dan aturan BIM[7]
X.2	<i>Sumber daya manusia</i>
X.2.1	Kurangnya Personil dalam menjalankan BIMu[2], [6]-[8]
X.2.2	Personil Tidak mau berubah dari metode atau cara kerja lama/konvensional[6], [9], [10]
X.2.3	Waktu yang diperlukan untuk merekrut dan melatih personil[4], [10]
X.2.4	Belum dimasukkannya kompetensi BIM dalam kurikulum program studi yang berhubungan dengan industry jasa konstruksi[2]
X.2.5	Kurangnya pelatihan terkait BIM[5], [6]
X.2.6	Kurangnya pengalaman dalam menggunakan software BIM[5]
X.2.8	Waktu yang lama untuk membuat Model BIMullah[6], [8], [10]
X.2.9	Kompleksitas Pekerjaan pada bidang jasa konstruksi menjadi beban bagi Pengguna BIM [11]
X.3	<i>Perangkat Lunak/ Software BIM</i>
X.3.2	Software yang saat ini digunakan dirasa sudah mencukupi untuk menjalankan pekerjaan [9], [10]
X.3.3	Tidak ada Parametric Library untuk Model BIM[8]
X.3.4	Kurangnya data yang tersedia untuk membuat Model BIM[5]
X.4	<i>Biaya dan Investasi</i>
X.4.1	Tingginya biaya dalam penerapan BIM[2], [4], [6], [7]

No	Variabel Terikat
X.4.2	BIM tidak memberi banyak nilai tambah bagi perusahaan[8]
X.4.3	Adanya keraguan Return Of Investment (ROI)[6]
X.5	Organisasi dan Manajemen Perusahaan
X.5.1	Permasalahan Organisasi (Kurangnya motivasi dari Top Manajemen, Kurangnya target tujuan dalam penerapan Teknologi BIM, Tidak ada rencana jangka panjang dari penerapan BIM di organisasi) [5], [6], [11]
X.5.3	Membangun system implementasi BIM disuatu perusahaan membutuhkan 'steep learning curve' sekitar 1-2 tahun untuk dapat diterapkan sepenuhnya[2]
X.5.4	Kurangnya minat mengenai BIM dari pelanggan, owner atau klien[6], [8]
X.5.5	Subkontraktor tidak berminat dan tidak menggunakan BIM[6]
X.5.6	Kurangnya kesadaran mengenai manfaat BIM[6]

Sedangkan untuk Variabel terikat pada penelitian ini merupakan Penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi, variabel terikat mempunyai 3 indikator yang digunakan untuk mengukur seberapa baik Penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi.

Indikator pertama adalah fungsi BIM, semakin banyak fungsi BIM 4D yang digunakan suatu Proyek atau Perusahaan maka penerapan BIM 4D semakin baik.[5]

Indikator kedua adalah *Level Of Development* BIM 4D, dimana *Level Of Development* 100 yang paling rendah dan *Level Of Development* 400 yang paling tinggi. Semakin tinggi *Level Of Development* yang digunakan maka penerapan BIM semakin baik.[4]

Indikator terakhir adalah *Maturity* BIM, dimana digunakan *BIM Maturity Level* yang dibuat oleh M.Richard dan M. Bew tahun 2008 [9], dimana semakin tinggi *maturity* BIM 4D maka akan semakin baik penerapan BIM 4D.

Variabel-variabel tersebut kemudian dibuat menjadi kuesioner yang disebarakan kepada responden. Persepsi atau jawaban dari responden kemudian dianalisis Regresi Linear Berganda.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik responden

Pada penelitian ini terdapat 50 responden dimana sebagian besar responden berusia antara 31-40 tahun

Tabel 3. Umur Responden

Usia Responden	Jumlah	Persentase
Usia 20-30 tahun	21	42.0%
Usia 31-40 tahun	23	46.0%
Usia 41-50 tahun	6	12%

Pada Tabel 4 dapat dilihat jabatan responden pada BUMN Konstruksi. Sebagian besar adalah SEM (*Site Engineering Manager*) atau PEM (*Project Engineering Manager*).

Tabel 4. Jabatan Responden

Jabatan	Jumlah	Persentase
Manager BIM	4	8%
Project Manager/DPM	4	8%
SEM/PEM	16	32%
BIM Koordinator	5	10%
BIM Modeller	15	30%
Staff Engineering	6	12%

Responden pada penelitian ini sebagian besar mempunyai pengalaman 5-10 tahun dan pengalaman pada BIM selama 1-2 tahun.

Tabel 5. Pengalaman Kerja Responden

<i>Pengalaman Kerja</i>	<i>Jumlah</i>	<i>Persentase</i>
< 5 tahun	15	30.0%
5 - 10 tahun	18	36.0%
11-20 tahun	13	26.0%
Diatas 20 tahun	4	8.0%

Tabel 6. Pengalaman Kerja BIM Responden

<i>Pengalaman Kerja BIM</i>	<i>Jumlah</i>	<i>Persentase</i>
< 1 tahun	11	22.0%
1-2 tahun	25	50.0%
2-3 tahun	9	18.0%
3-5 tahun	5	10.0%

Uji validitas dan reliabilitas

Pada uji validitas nilai r didapatkan dari tabel nilai distribusi r dengan jumlah N=50 dan Signifikasi 5% adalah 0.279. dari tabel 7 dapat terlihat nilai r hitung seluruh variabel lebih besar 0,279 sehingga dapat disimpulkan data yang ada valid.

Tabel 7. Hasil Uji Validitas.

<i>Variabel</i>	<i>r hitung</i>	<i>Keterangan</i>
X.1 Peraturan dan Regulasi	> 0,724	Valid
X.2 Sumber Daya Manusia	>0,526	Valid
X.3 Perangkat Lunak	>0,633	Valid
X.4 Biaya dan Investasi	>0,708	Valid
X.5 Manajemen	>0,417	Valid
Y.1 Penerapan BIM 4D	>0,822	Valid

Pada tabel 8 dapat terlihat bahwa seluruh Variabel penelitian nilai *Cronbach Alfa* > 0.6 sehingga Variabel penelitian *Reliable*

Tabel 8. Hasil Uji Realibilitas

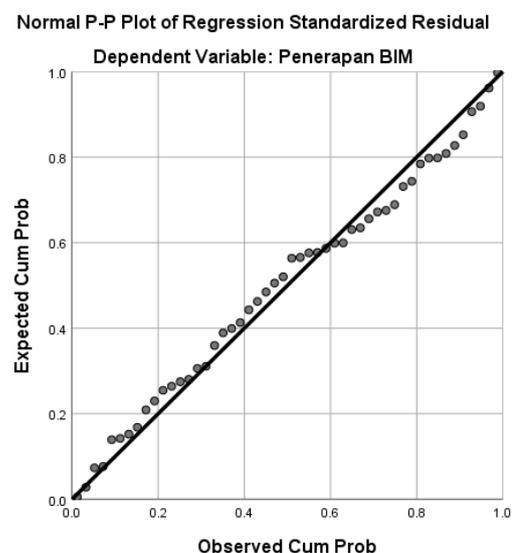
<i>Variabel</i>	<i>Cronbach Alfa</i>	<i>Keterangan</i>
X.1 Peraturan dan Regulasi	0.764	Valid
X.2 Sumber Daya Manusia	0.759	Valid
X.3 Perangkat Lunak	0.683	Valid
X.4 Biaya dan Investasi	0.703	Valid
X.5 Manajemen	0.744	Valid
Y.1 Penerapan BIM 4D	0.829	Valid

Uji asumsi klasik

Uji normalitas menggunakan uji Kolmogrov-Smirnov dan Diagram Distribusi Normal.

Dari hasil pengolahan data didapatkan hasil uji normalitas pada tabel 4.23. Dimana didapatkan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) = 0.200, sehingga nilai residual data terdistribusi dengan normal.

Pada Gambar 1. menunjukkan titik-titik data plotting mengikuti garis diagonal sehingga dari diagram tersebut dapat ditunjukkan bahwa model regresi berdistribusi Normal.



Gambar 1. Diagram Distribusi Normal

Hasil uji multikolinearitas dapat dilihat pada tabel 9, bahwa semua variabel berada pada nilai toleransi > 0,1 dan berada pada nilai VIF < 10, yang artinya tidak ada gejala multikolinearitas pada data.

Tabel 9. Hasil Uji Multikolinearitas

Variabel	Tolerance	VIF
X.1 Peraturan dan Regulasi	0,807	1,239
X.2 Sumber Daya Manusia	0,654	1,530
X.3 Perangkat Lunak	0,628	1,593
X.4 Biaya dan Investasi	0,584	1,712
X.5 Manajemen	0,624	1,602

Uji Heterokedasitas menggunakan diagram scatter plot dimana pada diagram tersebut tidak ada pola yang jelas serta titik-titik menyebar diatas dan dibawah angka 0 pada sumbu Y sehingga tidak terjadi heteroskedastisitas. Cara lain untuk Uji heterokedasitas adalah dengan menggunakan Uji Glejser.

Pada Tabel 10 terlihat nilai signifikansi semua variabel lebih besar dari 0.05 sehingga tidak terjadi heteroskedastisitas

Tabel 10. Koefisien RES_2 Regresi Linear

Variabel	Sig
X.1 Peraturan dan Regulasi	0,713
X.2 Sumber Daya Manusia	0,292
X.3 Perangkat Lunak	0,509
X.4 Biaya dan Investasi	0,464
X.5 Manajemen	0,285

Uji F simultan di gunakan untuk melihat pengaruh Variabel bebas terhadap Variabel terikat secara simultan.

Tabel 11. Hasil Uji F Simultan

Model	Sum of square	df	Mean Square	F	Sig.
Regresi	184,595	5	36,919	10,622	0,000
Residual	152,925	44	3,476		
Total	337,520	49			

Dari tabel 11 didapatkan nilai Sig. < 0.005 sehingga Variabel semua variabel yang diukur secara simultan atau bersama-sama memiliki pengaruh yang signifikan terhadap Penerapan BIM.

Uji t parsial digunakan untuk melihat pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat secara individual.

- Jika nilai sig. < 0,05 maka variabel independen (X) secara parsial berpengaruh terhadap variabel dependet (Y).
- Jika t hitung > t tabel, dimana diketahui t tabel = $(\alpha/2; n-k-1) = (0,05/2; 50-5-1) = (0,025; 54) = 2,005$.

Tabel 12. Hasil Uji t Parsial

Variabel	t	Sig.
X.1 Peraturan dan Regulasi	1,199	0,237
X.2 Sumber Daya Manusia	4,980	0,000
X.3 Perangkat Lunak	1,298	0,201
X.4 Biaya dan Investasi	-1,246	0,219
X.5 Manajemen	0,587	0,560

Dari hasil uji t parsial hanya variabel Sumber Daya Manusia (X2) yang berpengaruh secara parsial terhadap variabel Penerapan BIM (Y) seperti pada Tabel 12.

Pengaruh variabel terhadap penerapan BIM 4D di BUMN konstruksi

Setelah dianalisa menggunakan Regresi Linear Berganda, Pengaruh Faktor-faktor terhadap penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi dari penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Y = -8.969 + 0.128X_1 + 0.415X_2 + 0.240X_3 - 0.174X_4 + 0.062X_5 \quad (1)$$

Dengan Y = Penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi, X₁ = Peraturan dan Regulasi, X₂ = Sumber Daya Manusia, X₃ = Software, X₄ = Biaya dan Investasi, X₅ = Manajemen.

Dari rumusan tersebut dapat disampaikan bahwa faktor-faktor X₁ Peraturan dan Regulasi, X₂ Sumber Daya Manusia, X₃ Software dan X₅ Manajemen mempunyai pengaruh yang positif terhadap penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi. Artinya Semakin tinggi faktor-faktor tersebut maka berpengaruh meningkatkan penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi.

Untuk Faktor X₄ Biaya dan Investasi mempunyai Pengaruh negatif terhadap Penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi. Dimana semakin tinggi Nilai Biaya dan Investasi maka akan berpengaruh mengurangi tingkat Penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi.

Faktor yang paling berpengaruh dalam Penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi adalah X₂ Faktor Sumber Daya Manusia, hal ini sesuai dengan uji parsial t Parsial dimana nilai t untuk X₂ Sumber Daya Manusia adalah 4.002 lebih besar dari 2.005 dan nilai signifikasinya 0.000 lebih kecil dari 0.05. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa salah satu faktor yang berpengaruh besar terhadap Penerapan BIM adalah Faktor Sumber Daya Manusia.[10], [3], [2]

Selain Faktor X₂ Sumber daya Manusia, faktor berikutnya yang berpengaruh adalah Faktor X₃ Perangkat Lunak/Software BIM Hal ini sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa salah satu faktor yang berpengaruh terhadap penerapan BIM adalah Perangkat Lunak/Software BIM[14]

Faktor Peraturan dan Regulasi Pemerintah berpengaruh positif terhadap Penerapan BIM 4D di BUMN. Hal ini menguatkan dengan Penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa regulasi dari pemerintah mempunyai pengaruh terhadap Penerapan BIM[12]

Faktor X₅ Organisasi dan Manajemen Perusahaan berpengaruh Positif Terhadap Penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi Rizky Utama and Sekarsari Pada penelitiannya menyatakan bahwa Organisasi dan Manajemen Perusahaan merupakan faktor terbesar dalam penerapan BIM di Indonesia [8]. Selain itu Heryanto pada penelitiannya menyebutkan bahwa Organisasi dan Manajemen Perusahaan merupakan salah satu factor yang mempengaruhi penerapan BIM di Indonesia. [10]

Faktor X₄ Biaya dan Investasi berbeda dengan Faktor lain, dimana Faktor X₄ Biaya dan Investasi ini bernilai negatif sehingga setiap peningkatan Faktor X₄ Biaya dan Investasi maka akan menurunkan Penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi, hal ini berarti semakin mahal biaya dan investasi maka akan menurunkan Penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi, hasil ini sejalan dengan penelitian dari Stanley and Thurnell yang menyatakan bahwa mahal nya biaya dan investasi akan menghambat penerapan BIM.[11]

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Faktor-faktor pada penelitian ini berpengaruh secara simultan terhadap penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi.
2. Faktor X₁ Peraturan dan Regulasi, X₂ Sumber Daya Manusia, X₃ Software dan X₅ Manajemen mempunyai pengaruh yang positif terhadap penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi.
3. Faktor X₄ Biaya dan Investasi mempunyai Pengaruh negatif

terhadap Penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi.

4. Faktor yang berpengaruh paling besar terhadap penerapan BIM 4D di BUMN Konstruksi adalah Faktor X2. Sumber Daya Manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agirachman, F. A., Putra, I. F., and Angkawijaya, A. (2018). "Initial Study on Building Information Modeling Adoption Urgency for Architecture Engineering and Construction Industry in Indonesia". MATEC Web of Conferences, Vol. 147, 1-6.
- [2] Alhumayn, S., Chinyio, E., and Ndekugri, I. (2017). "The barriers and strategies of implementing BIM in Saudi Arabia". WIT Transactions on the Built Environment, Vol. 169, 55-67.
- [3] Both, P. V. (2012). "Potentials and Barriers for Implementing BIM in the German AEC Market". Digital Applications in Construction, Vol. 2, 141-148.
- [4] Boton, C., and Kubicki, S., and Halin, G. (2015). "4D/BIM simulation for pre-construction and construction scheduling. Multiple levels of development within a single case study". Creative Construction Conference, June, 500-505.
- [5] Charlesraj, V. P. C., and Dinesh, T. (2020). "Status of 4D BIM Implementation in Indian Construction". Proceedings of the 37th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC), October, 199-206.
- [6] Criminale, A., and Langar, S. (2017). "Challenges with BIM Implementation: A Review of Literature". 53rd ASC Annual International Conference Proceedings, 329-335.
- [7] Gledson, B. J., and Greenwood, D. J. (2016). "Surveying the extent and use of 4D BIM in the UK". ITcon, Vol. 21, 57-71.
- [8] Hutama, H. R., dan Sekarsari, J. (2019). "Analisa Faktor Penghambat Penerapan Building Information Modeling Dalam Proyek Konstruksi". Jurnal Infrastruktur, Vol. 4 No. 1, 25-31.
- [9] Prušková, K., and Nývlt, V. (2017). "Issue of Building Information Modelling Implementation into the Czech Republic's Legislation using the Level of Development". IOP Conf Ser Mater Sci Eng, Vol. 245 No. 8, 1-8.
- [10] S. Heryanto *et al.* (2020). "Kajian Penerapan Building Information Modelling (BIM) di Industri Jasa Konstruksi Penerapan teknologi informasi dalam proses bangunan gedung (building delivery menggunakan software Information Modelling penting dalam industry jasa konstruksi BIM telah". Vol 4 No. 2.
- [11] Stanley, R., and Thurnell, D. (2014). "The benefits of, and barriers to, implementation of 5D BIM for quantity surveying in New Zealand". Australasian Journal of Construction Economics and Building, Vol. 14 No. 1, 105-117.
- [12] Ullah, K., Lill, I., and Witt, E. (2019). "An Overview of BIM Adoption in the Construction Industry: Benefits and Barriers". Emerald Reach, Vol. 2, 297-303.
- [13] Yan, H., and Damian, P. (2017). "Benefits and Barriers of Building Information Modelling. United Kingdom". Proceedings of the 12th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE XII) & 2008 International Conference on Information Technology in Construction (INCITE 2008), 19-01-2017, 16-18.

- [14] Zhou, Y., Yang, Y., and Yang, J. B. (2019). "Barriers to BIM implementation strategies in China," *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 26 No. 3, 554–574.