

KAJIAN FAKTOR DAN VARIABEL PENTING PENYEBAB COST OVERRUN PADA PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG YANG DAPAT DIKENDALIKAN DENGAN PENGGUNAAN BIM

Ari Tiandaru Baskoro^{1*}, Lukas Beladi Sihombing²

^{1,2} Jurusan Manajemen Konstruksi/Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil,
Universitas Pelita Harapan

Plaza Semanggi, Jakarta Selatan, DKI Jakarta

*Email: ari.tiandaru@gmail.com

Abstrak

Pesatnya perkembangan proyek konstruksi di Indonesia diiringi pula dengan perkembangan teknologi dalam proses pelaksanaannya yang menghasilkan beberapa inovasi. Salah satu model inovasi yang berkembang adalah pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi melalui pemodelan bangunan dengan menggunakan BIM. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi sering dijumpai proyek yang mengalami pembengkakan biaya (*cost overrun*) maupun keterlambatan dalam penyelesaiannya (Remi, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor dan variabel penting apa saja yang menjadi penyebab terjadinya pembengkakan biaya (*cost overrun*) pada tahap pelaksanaan proyek konstruksi bangunan gedung dan bagaimana rekomendasi hasil penelitian dari penggunaan Building Information Modeling (BIM) dalam meminimalisir faktor dan variabel penyebab *cost overrun* dalam pelaksanaan proyek konstruksi bangunan gedung sehingga implementasi BIM diharapkan dapat membantu mengendalikan faktor dan variabel penting penyebab *cost overrun*. Metode pada penelitian kali ini menggunakan Partial Least Square untuk uji validitas faktor dan variabel penting penyebab *cost overrun* yang dapat dikendalikan dengan BIM, berdasarkan nilai tertinggi. Hasil tersebut menunjukkan 10 (sepuluh) variabel penting yang diurut berdasarkan nilai loading factor tertinggi pada Tahap Definisi / Perencanaan dan Pemantapan, 28 (dua puluh delapan) variabel penting yang juga diurut berdasarkan nilai loading factor tertinggi pada Tahap Implementasi / Pelaksanaan.

Kata kunci: *cost overrun*, proyek konstruksi bangunan gedung, building information modeling, pls, partial least square

PENDAHULUAN

Tahap yang paling menentukan pada kegiatan konstruksi adalah tahap perencanaan dan pelaksanaan, dimana kualitas keseluruhan sebuah proyek sangat bergantung pada pelaksanaan dan manajemen pada tahap tersebut (Remi, 2017).

Yang menjadi tantangan dalam pelaksanaan proyek adalah merencanakan biaya yang efektif dan waktu yang efisien tanpa mengurangi mutu. Sehubungan dengan masalah biaya, menurut Indriani Santoso, dalam pelaksanaan proyek konstruksi, masih banyak dijumpai proyek yang mengalami pembengkakan biaya (*cost overrun*) maupun keterlambatan (Remi, 2017). Perkembangan teknologi dalam proses pelaksanaan dan manajemen proyek konstruksi yang menghasilkan beberapa model inovasi terjadi beriringan dengan pesatnya perkembangan proyek konstruksi di Indonesia. Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi demi mencapai tingkat efisiensi yang tinggi dan kualitas produk yang lebih baik, merupakan indikator di era industri 4.0, termasuk juga di bidang jasa konstruksi (Handoyo, 2020).

Salah satu bentuk inovasi yang berkembang pada industri konstruksi antara lain adalah pemanfaatan teknologi informasi bangunan dengan menggunakan *Building Information Modelling (BIM)*. Penggunaan BIM sebagai bagian dari inovasi pada proses pelaksanaan proyek diharapkan dapat membantu meminimalisir terjadinya penyebab *cost overrun* dalam pelaksanaan proyek konstruksi bangunan gedung khususnya di Indonesia. Berdasarkan hal tersebut maka rumusan permasalahan yang diangkat dalam penelitian kali ini adalah faktor dan variabel penting apa saja yang menjadi penyebab terjadinya pembengkakan biaya (*cost overrun*) pada tahap pelaksanaan proyek konstruksi bangunan gedung dan bagaimana rekomendasi hasil penelitian dari penggunaan *Building Information Modeling (BIM)* dalam meminimalisir faktor dan variabel penyebab pembengkakan biaya (*cost overrun*) dalam pelaksanaan proyek konstruksi bangunan gedung.

Dari rumusan permasalahan yang ada, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor dan variabel penting apa saja yang menjadi penyebab terjadinya pembengkakan biaya (*cost overrun*) pada tahap pelaksanaan proyek konstruksi bangunan gedung serta mengetahui rekomendasi hasil penelitian dari penggunaan *Building Information Modeling* (BIM) dalam meminimalisir faktor dan variabel penyebab *cost overrun* dalam pelaksanaan proyek konstruksi bangunan gedung.

STUDI PUSTAKA

Siklus Pelaksanaan Proyek

Secara umum tahap-tahap proyek bisa dibagi menjadi: tahap konsepsi, tahap perencanaan, tahap eksekusi dan tahap operasi. Jika mengikuti sistem penahapan dari *United Nation Industrial Development* (UNIDO), seperti yang dikutip oleh (Soeharto, 1995), siklus sebuah proyek dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Tahap siklus proyek

Pada pelaksanaan proyek konstruksi bangunan gedung dengan tipe kontrak *design and build* yang menjadi bahasan pada penelitian kali ini, tahap yang menjadi bahasan berada pada Tahap Definisi / Perencanaan Dan Pemantapan dan pada Tahap Implementasi / Pelaksanan.

Proyek Konstruksi Bangunan Gedung

Berdasarkan definisinya, kegiatan proyek merupakan suatu kegiatan yang bersifat sementara, yang berlangsung dalam rentang waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dengan sasaran untuk melaksanakan misi yang tujuannya telah ditentukan secara jelas pada tahap awal (Soeharto, 1995).

Dalam UU No.2 Tahun 2017 tentang jasa konstruksi, definisi pekerjaan konstruksi adalah keseluruhan atau sebagian kegiatan yang meliputi pembangunan, pengoperasian, pemeliharaan, pembongkaran dan pembangunan kembali suatu bangunan. Sedangkan Perda Provinsi DKI No. 7 Tahun 2010 Pasal 1.8 menyebutkan bahwa Bangunan Gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau di dalam tanah dan/atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya maupun kegiatan khusus.

Berdasarkan uraian tersebut diatas dapat peneliti simpulkan bahwa proyek konstruksi bangunan gedung merupakan sebuah rangkaian aktivitas yang saling berhubungan satu sama lain untuk mencapai tujuan proyek dalam bentuk fisik yang menjadi satu dengan tempat dan kedudukannya, yang berfungsi sebagai tempat manusia berkegiatan.

Mengendalikan Biaya

Merupakan sebuah tahapan untuk memantau status pelaksanaan proyek agar informasi / data mengenai biaya proyek dapat selalu diperbarui sehingga setiap terjadi perubahan dapat dikelola sesuai biaya acuan (*cost baseline*) yang telah ditetapkan. Manfaat utama dari proses ini adalah untuk mempertahankan dasar acuan biaya selama proyek berlangsung. Proses ini dilakukan diseluruh tahapan pelaksanaan proyek (Project Management Institute, 2017). Dalam proses mengendalikan biaya, untuk mendapatkan keluaran (output) yang baik maka dibutuhkan masukan (input) yang baik pula. Adapun masukan (input) tersebut antara lain (Project Management Institute, 2017):

- 1) Rencana manajemen proyek
- 2) Mempersiapkan dokumen proyek
- 3) Persyaratan dalam pendanaan proyek
- 4) Data performa pekerjaan

5) Proses penataan aset

Cost Overrun

Pembengkakan biaya (*cost overrun*) dikenal sebagai kenaikan biaya atau pembengkakan anggaran. Ini adalah biaya yang tidak terduga, karena perkiraan yang terlalu rendah selama proses penganggaran atau dikarenakan alasan lain (Landau, 2019). Selain itu, *cost overrun* juga dapat diartikan sebagai suatu kondisi dimana biaya yang sebenarnya (*actual cost*) melebihi biaya yang direncanakan (Sahusilawane, et al., 2011). Sedangkan dalam penelitian lain, menurut Santoso pada tahun 2002, pembengkakan biaya (*cost overrun*) adalah biaya konstruksi dalam suatu proyek yang pada saat tahap pelaksanaan, melebihi anggaran (*budget*) proyek yang ditetapkan di tahap awal, sehingga menimbulkan kerugian yang signifikan bagi pihak kontraktor (Remi, 2017). Dari beberapa studi literatur dana kajian yang relevan didapat faktor dan variabel penyebab *cost overrun* seperti terlihat pada tabel berikut :

Manfaat / Kegunaan BIM

Building Information Modeling (BIM) merupakan inovasi revolusioner dalam industri konstruksi guna merancang dan mengatur proses pelaksanaan proyek secara virtual pada seluruh siklus pelaksanaan proyek bangunan (Ullah, et al., 2019). Nilai utama BIM yang perlu diperhatikan oleh industri konstruksi adalah kemampuan untuk mengumpulkan informasi dari pemodelan dan memperluas penggunaannya dengan memberinya makna untuk runtutan kerja dan proses yang saling berhubungan lainnya. Runtutan kerja ini meliputi dampak pada manfaat dasar seperti perkiraan, penjadwalan, logistik, dan keselamatan (Hardin & McCool, 2015).

Menurut Smith dan Deke pada tahun 2007, konsep dari penggunaan BIM adalah dengan membayangkan sebuah konstruksi secara virtual sebelum konstruksi fisik yang sebenarnya, yang mana hal tersebut merupakan bagian dari upaya untuk mengurangi ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, menyelesaikan masalah, dan menganalisis dampak potensial (Berlian P., et al., 2016). Dalam implementasinya, dimensi penggunaan BIM bergantung pada jenis dan fungsinya serta tahapan dari proses pekerjaan proyek konstruksi. Dimensi dari penggunaan BIM itu sendiri dapat dilihat pada tabel berikut (Kacprzyk & Kepa, 2014):

Tabel 1. Fungsi (Manfaat / Kegunaan) BIM

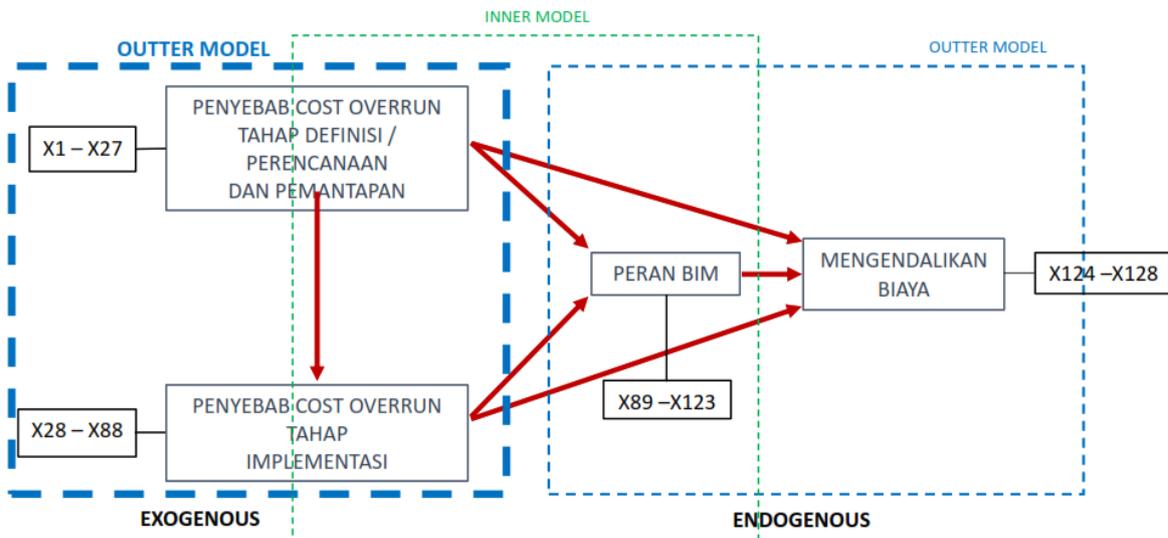
Dimensi BIM	Fungsi (Manfaat / Kegunaan)
3D	Membuat visualisasi dan melakukan analisa ketidaksesuaian melalui pemodelan 3D bangunan.
4D	Dapat membuat simulasi waktu / jadwal melalui konstruksi virtual; simulasi tahapan pelaksanaan konstruksi.
5D	Melakukan estimasi / simulasi biaya.
6D	Keberlanjutan proyek dan analisa energi.
7D	Siklus operasional bangunan; perawatan.

METODOLOGI**Proses Penelitian**

Penelitian ini dilakukan setelah penulis melihat potensi pembengkakan biaya (*cost overrun*) sebagai bagian dari permasalahan yang sering terjadi pada pelaksanaan proyek konstruksi bangunan gedung dengan tipe kontrak *design and build* dan melihat bagaimana peran penggunaan BIM dalam mengendalikan potensi tersebut. Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi faktor dan variabel penting apa saja yang menjadi penyebab terjadinya pembengkakan biaya (*cost overrun*) pada tahap perencanaan (Tahap Definisi / Perencanaan dan Pemantapan) dan tahap pelaksanaan (Tahap Implementasi) proyek konstruksi bangunan gedung berdasarkan studi literatur dan penelitian yang relevan.

Setelah melakukan proses identifikasi dari faktor dan variabel penyebab *cost overrun* dari penelitian terdahulu dilakukan, peneliti kemudian membuat daftar faktor dan variabel tersebut untuk divalidasi oleh pakar. Menurut (Kamus Besar Bahasa Indonesia, 2012-2021), yang dimaksud Pakar adalah orang yang mempunyai keahlian dalam bidang ilmu tertentu. Mengingat populasi pengguna BIM di Indonesia yang masih belum terlalu populer, maka dalam penelitian kali ini peneliti menetapkan pengalaman para pakar dalam penggunaan BIM minimal selama tiga tahun dan pernah terlibat pada proyek konstruksi bangunan gedung dengan tipe kontrak *design and build* yang menggunakan BIM.

Hasil dari validasi pakar kemudian dibuat struktur pemodelan untuk melihat hubungan antara masing - masing faktor dan variabel penyebab *cost overrun* seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Konsep pemodelan hubungan peran BIM dalam mengendalikan faktor dan variabel penyebab *cost overrun*

Faktor dan variabel hasil dari validasi pakar kemudian dibuat dalam bentuk kuesioner untuk diisi oleh responden, dimana profil responden tersebut terdiri dari:

- 1) Pihak pelaksana / kontraktor yang terlibat pada proyek konstruksi bangunan, yang menggunakan BIM dalam pelaksanaan proyeknya.
- 2) Orang - orang pada proyek tersebut memiliki pengalaman dalam menggunakan BIM minimal selama satu tahun,

Hasil data dari kuesioner yang diisi oleh responden kemudian diuji validitasnya menggunakan metode PLS (*Partial Least Square*) dengan *software* Smart PLS untuk mengidentifikasi variabel penting apa saja yang menjadi penyebab terjadinya pembengkakan biaya (*cost overrun*) pada tahap pelaksanaan proyek konstruksi bangunan gedung yang dapat dikendalikan dengan penggunaan BIM. Proses uji validitas pada penelitian kali ini dibatasi hanya pada analisa model pengukuran (*outer model*) terkait dengan faktor dan variabel penyebab *cost overrun* yang dapat dikendalikan dengan penggunaan BIM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengidentifikasi faktor dan variabel penyebab *cost overrun* dilakukan kajian terhadap studi yang relevan dari empat penelitian terdahulu baik dari dalam maupun luar negeri, dimana dari data tersebut, setelah dilakukan validasi pakar maka didapat faktor dan variabel penyebab *cost overrun* yang dapat dikendalikan oleh penggunaan BIM seperti pada Tabel 3. Hasil pengujian dengan metode *PLS Algorithm* menggunakan SmartPLS kemudian didapat hasil seperti tabel berikut:

Tabel 3. Nilai *loading factor* dari faktor dan variabel hasil validasi pakar

No.	Kode	Faktor dan Variabel Yang Berpengaruh Terhadap Pembengkakan Biaya	Referensi	Nilai Loading Factor
Tahap Definisi / Perencanaan dan Pemantapan (Tahap Perencanaan)				
1	X1	Desain yang buruk dan keterlambatan dalam Desain	4	0,594
2	X2	Kesalahan dalam desain	4	0,708
3	X3	Desain yang rumit	4	0,481
4	X4	Lambat dalam persiapan dan persetujuan gambar	4	0,340
5	X5	Perubahan tipe dan spesifikasi material	4	0,395
6	X6	Desain tidak lengkap pada saat tender	4	0,496
7	X7	Sering terjadi perubahan desain	1,4	0,299
8	X8	Kesalahan dalam menentukan jenis-jenis pekerjaan yang	1	0,703

No.	Kode	Faktor dan Variabel Yang Berpengaruh Terhadap Pembengkakan Biaya	Referensi	Nilai Loading Factor
9	X9	akan disubkontrakkan Kesalahan dalam menentukan kuantitas pekerjaan yang akan disubkontrakkan	1	0,660
10	X10	Kesalahan dalam memprediksi kondisi lapangan dan kejadian yang akan datang	1,2,3	0,537
11	X11	Kurang jelasnya gambar kerja dan spesifikasi yang ada	1	0,751
12	X12	Estimasi biaya pekerjaan subkontraktor yang kurang tepat/ kurang realistis	1,3,4	0,674
13	X13	Pengaturan waktu dan lahan yang kurang baik untuk pekerjaan subkontraktor yang akan bekerja	1	0,691
14	X14	Kesalahan dalam pemilihan subkontraktor	1	0,647
15	X15	Data dan informasi tentang kinerja subkontraktor yang kurang lengkap	1	0,673
16	X16	Data dan informasi proyek yang kurang lengkap.	2,3	0,551
17	X18	Kurangnya perhitungan terhadap antisipasi biaya tak terduga (<i>contigency</i>).	2,3	0,680
18	X19	Estimasi biaya yang tidak tepat.	2,4	0,416
19	X20	Birokrasi dalam tahap pelaksanaan tender	4	0,450
20	X21	Kurang lengkapnya klausul-klausul subkontrak	1	0,728
21	X24	Durasi kontrak yang tidak realistis dan persyaratan yang diberlakukan	4	0,507
22	X25	Manajemen kontrak yang buruk	4	0,529
23	X26	Klaim yang berhubungan dengan kontrak, seperti perpanjangan waktu dengan biaya klaim	4	0,671
24	X27	Tidak adanya penjelasan pada klausul dalam subkontrak apabila terjadi pekerjaan tambah kurang (<i>change orders</i>)	1	0,586
Tahap Implementasi (Tahap Pelaksanaan)				
25	X28	Masalah kesulitan terhadap arus kas dan keuangan yang dihadapi kontraktor	4	0,436
26	X29	Kontrol keuangan yang buruk di lapangan	3,4	0,812
27	X33	Sistem pembiayaan, jaminan dan pembayaran	4	0,683
28	X36	Terlambatnya pengiriman / kekurangan bahan pada saat pelaksanaan.	2,4	0,798
29	X37	Kekurangan material	4	0,765
30	X38	Kelebihan material	4	0,424
31	X39	Kurangnya tenaga kerja.	2,4	0,624
32	X42	Produktifitas tenaga kerja	4	0,713
33	X44	Penempatan pengawas yang tidak sesuai dengan kualifikasi	1	0,799
34	X47	Pengiriman peralatan yang terlambat	4	0,787
35	X49	Jumlah peralatan yang tidak mencukupi	4	0,788
36	X51	Kurang baiknya komunikasi dan koordinasi antara kontraktor utama dan subkontraktor	1,3	0,692
37	X52	Pemberian sanksi yang kurang tegas oleh kontraktor utama atas pelanggaran yang dilakukan oleh subkontraktor.	1	0,650
38	X53	Sangat kurangnya penyelenggaraan rapat koordinasi.	1	0,588
39	X54	Hubungan antara manajemen dan tenaga kerja	4	0,586
40	X55	Manajemen dan pengawasan lapangan yang buruk	4	0,752
41	X56	Hubungan yang kurang baik antara <i>owner</i> , perencana dan kontraktor.	2	0,578
42	X58	Kurangnya koordinasi antara pihak manajemen konstruksi, perencana dan kontraktor.	2	0,708
43	X59	Adanya perbedaan/perselisihan yang terjadi pada proyek.	2	0,736
44	X60	Lambat dalam pengambilan keputusan	4	0,713
45	X61	Kontrol dan monitoring yang tidak memadai	3,4	0,815
46	X62	Manajemen proyek yang buruk	4	0,616
47	X64	Arus informasi yang lambat diantara para pihak	4	0,706

No.	Kode	Faktor dan Variabel Yang Berpengaruh Terhadap Pembengkakan Biaya	Referensi	Nilai Loading Factor
48	X65	Kurangnya komunikasi dan koordinasi diantara para pihak	3,4	0,649
49	X66	Campur tangan owner	4	0,488
50	X67	Terjadi keterlambatan pada kegiatan yang dilaksanakan sebelumnya (<i>predecessor</i>)	1	0,826
51	X68	Tingginya frekuensi <i>change order</i> pada saat pelaksanaan pekerjaan.	2,3,4	0,819
52	X69	Tingginya tingkat pengulangan pekerjaan karena mutu pekerjaan yang kurang baik.	1,2,3,4	0,636
53	X70	Banyaknya proyek yang ditangani dalam waktu yang bersamaan.	2,4	0,618
54	X71	Perencanaan dan penjadwalan yang tidak memadai	4	0,850
55	X72	Kesalahan selama konstruksi	4	0,690
56	X73	Estimasi Waktu yang tidak akurat	4	0,749
57	X74	Analisa kondisi lapangan yang tidak akurat	4	0,820
58	X75	Pekerjaan tambah	4	0,586
59	X76	Jadwal terlambat	4	0,817
60	X77	Volume pekerjaan yang tidak akurat pada saat dilaksanakannya pekerjaan	4	0,670
61	X78	Penundaan dalam pengecekan dan persetujuan pekerjaan yang telah selesai	3,4	0,841
62	X79	Metode / teknologi konstruksi yang usang atau tidak sesuai	1,4	0,726
63	X80	Kurangnya produktivitas lapangan dari subkontraktor	1	0,711
64	X81	Kurangnya pengetahuan subkontraktor mengenai karakteristik proyek	1	0,668
65	X88	Kondisi lokasi yang tidak terduga	4	0,698

Referensi: 1. Achirwan dkk (2013); 2. Sahusilawane dkk (2011); 3. Dapu dkk (2016); 4. Memon dkk (2011)

Dalam SmartPLS, suatu variabel / indikator dinyatakan valid jika mempunyai *loading factor* di atas 0,5 terhadap konstruk / faktor yang dituju. Adapun *output* SmartPLS untuk *loading factor* dari *outer loading* faktor dan variabel penyebab *cost overrun* yang dapat dikendalikan dengan penggunaan BIM hasil dari validasi dapat dilihat pada Tabel 3 diatas.

Menurut (Hair et al., 2014: 103) seperti yang dikutip oleh G. David Garson, aturan praktis lain dalam penggunaan PLS adalah bahwa variabel / indikator *path loading* dengan *loading factor* dalam kisaran 0,40 hingga 0,70 harus dihapus jika penghapusan tersebut akan meningkatkan keandalan komposit (Garson, 2016). Sedangkan pada penelitian ini, peneliti menetapkan nilai untuk *loading factor* dari masing – masing faktor dan variabel adalah di atas 0,65 sebagai dasar untuk dijadikan rekomendasi kepada para pemangku kepentingan. Dari Tabel 3 tersebut di atas terlihat bahwa beberapa item memiliki nilai *loading factor* dibawah 0.65. Oleh karenanya item – item tersebut harus dihapus demi meningkatkan validitas dari tiap variabel / indikator.

Hasil dari penghapusan tersbut kemudian disusun kembali berdasarkan sepuluh peringkat tertinggi nilai *loading factor* dari masing – masing faktor dan variabel sehingga didapatkan hasil seperti pada tabel berikut:

Tabel 4. Faktor dan variabel berdasarkan nilai *loading factor*

No.	Kode	Faktor dan Variabel Yang Berpengaruh Terhadap Pembengkakan Biaya	Nilai Loading Factor
Tahap Definisi / Perencanaan dan Pemantapan (Tahap Perencanaan)			
1	X11	Kurang jelasnya gambar kerja dan spesifikasi yang ada	0,751
2	X21	Kurang lengkapnya klausul-klausul subkontrak	0,728
3	X2	Kesalahan dalam desain	0,708
4	X8	Kesalahan dalam menentukan jenis-jenis pekerjaan yang akan disubkontrakkan	0,703
5	X13	Pengaturan waktu dan lahan yang kurang baik untuk pekerjaan subkontraktor yang akan bekerja	0,691
6	X18	Kurangnya perhitungan terhadap antisipasi biaya tak terduga (<i>contingency</i>).	0,680
7	X12	Estimasi biaya pekerjaan subkontraktor yang kurang tepat/ kurang realistis	0,674
8	X15	Data dan informasi tentang kinerja subkontraktor yang kurang lengkap	0,673
9	X26	Klaim yang berhubungan dengan kontrak, seperti perpanjangan waktu dengan biaya klaim	0,671
10	X9	Kesalahan dalam menentukan kuantitas pekerjaan yang akan disubkontrakkan	0,660
Tahap Implementasi (Tahap Pelaksanaan)			
1	X71	Perencanaan dan penjadwalan yang tidak memadai	0,850
2	X78	Penundaan dalam pengecekan dan persetujuan pekerjaan yang telah selesai	0,841
3	X67	Terjadi keterlambatan pada kegiatan yang dilaksanakan sebelumnya (<i>predecessor</i>)	0,826
4	X74	Analisa kondisi lapangan yang tidak akurat	0,820
5	X68	Tingginya frekuensi <i>change order</i> pada saat pelaksanaan pekerjaan.	0,819
6	X76	Jadwal terlambat	0,817
7	X61	Kontrol dan monitoring yang tidak memadai	0,815
8	X29	Kontrol keuangan yang buruk di lapangan	0,812
9	X44	Penempatan pengawas yang tidak sesuai dengan kualifikasi	0,799
10	X36	Terlambatnya pengiriman / kekurangan bahan pada saat pelaksanaan.	0,798

KESIMPULAN

Dari uraian di atas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa berdasarkan Tabel 4 di atas dapat diketahui faktor dan variabel penting apa saja yang menjadi penyebab terjadinya pembengkakan biaya (*cost overrun*) pada tahap pelaksanaan proyek konstruksi bangunan gedung dari penyebab, berdasarkan sepuluh peringkat tertinggi nilai *loading factor* dari masing – masing faktor dan variabel baik pada Tahap Definisi / Perencanaan dan Pemantapan (Tahap Perencanaan) maupun Tahap Implementasi (Tahap Pelaksanaan). Sementara hasil analisis dan wawancara Pakar, terhadap masing – masing faktor dan variabel dengan peringkat tertinggi dapat diketahui bahwa implementasi BIM menunjukkan adanya hasil yang positif dalam meminimalisir faktor dan variabel penyebab *cost overrun* pada pelaksanaan proyek konstruksi bangunan gedung dan pengaruh implementasi BIM pada faktor dan variabel tersebut dapat memberikan dampak langsung dalam mengendalikan faktor dan variabel tersebut. Hal ini disebabkan karena faktor dan variabel tersebut dapat diprediksi dari awal sejak penyusunan *BIM Execution Plan* sehingga pada pelaksanaannya dapat dimonitor langsung dengan penggunaan BIM. Oleh karena itu, sebagai rekomendasi, penggunaan BIM di Indonesia diharapkan dapat lebih dimaksimalkan oleh para pemangku kepentingan yang terlibat di industri konstruksi di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Achirwan, Latief, Y. & Abidin, I. S., 2013. Pola Hubungan Antara Kinerja Biaya Proyek Dan Dampak Penyimpangan Biaya Proyek Dengan Pendekatan Indikator Cost Overrun Pada Pengelolaan Sub Kontraktor. *Konstruksia*, 4(2), pp. 62-75.
- Berlian P., C. A., Adhi, R. P., Hidayat, A. & Nugroho, H., 2016. Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya, Dan Sumber Daya Manusia Antara Metode Building Information Modelling (BIM) Dan Konvensional (Studi Kasus: Perencanaan Gedung 20 Lantai). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 5(2), pp. 220-229.
- Dapu, Y. C., Dundu, A. & Walangitan, R., 2016. Faktor – Faktor Yang Menyebabkan Cost Overrun Pada Proyek Konstruksi. *Jurnal Sipil Statik*, 4(10), pp. 641-647.
- Garson, G. D., 2016. *Partial Least Squares: Regression & Structural Equation Models*. 2016 ed. Asheboro, NC 27205 USA: Statistical Associates Publisher.
- Handoyo, 2020. *Kontan.co.id*. Available at: <https://industri.kontan.co.id/news/kementerian-pupr-dorong-pemanfaatan-teknologi-konstruksi-berbasis-industri-40> [Accessed 20 May 2021].
- Hardin, B. & McCool, D., 2015. *BIM and Construction Management - Proven Tools, Methods and Workflows*. Indianapolis, Indiana, John Wiley & Sons, Inc..
- Hussein, A. S., 2015. *Modul Ajar - Penelitian Bisnis dan Manajemen Menggunakan Partial Least Squares (PLS) dengan smartPLS 3.0*, Malang: Jurusan Manajemen Fakultas Ekonomi Dan Bisnis - Universitas Brawijaya.
- Kacprzyk, Z. & Kepa, T., 2014. *Building Information Modelling – 4D Modelling Technology on the Example of the Reconstruction Stairwell*. s.l., s.n.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia, 2012-2021. *kbbi.web.id*. Available at: <https://kbbi.web.id/pakar> [Accessed 19 May 21].
- Landau, P., 2019. *Projectmanager.com*. Available at: <https://www.projectmanager.com/blog/7-tips-for-preventing-cost-overrun-on-projects> [Accessed 24 May 2021].
- Memon, A. H., Rahman, I. A. & Azis, A. A. A., 2011. Preliminary Study on Causative Factors Leading to Construction Cost Overrun. *International Journal of Sustainable Construction Engineering & Technology*, 2(1), pp. 57-71.
- Project Management Institute, 2017. *A Guide To The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK Guide)*. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc..
- Remi, F. F., 2017. Kajian Faktor Penyebab Cost Overrun Pada Proyek Konstruksi Gedung. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, Volume 06, pp. 33-40.
- Sahusilawane, T., Bisri, M. & Rachmansyah, A., 2011. Analisis Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Pembengkakan Biaya (Cost Overrun) Pada Proyek Konstruksi Gedung Di Kota Ambon. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 5(2), pp. 118-128.
- Soeharto, I., 1995. *Manajemen Proyek - Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Penerbit erlangga.
- Ullah, K., Lill, I. & Witt, E., 2019. *An Overview of BIM Adoption in the Construction Industry: Benefits and Barriers*. Tallin, Emerald Publishing Limited.
- Wisudanto, A. W., 2012. *Faktor-faktor Penyebab Keterlambatan pada Proyek Konstruksi Gedung di Kediri*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.