



BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab ini membahas mengenai hasil penelitian dan pembahasan yang memiliki keterkaitan pada bab-bab sebelumnya. Berdasarkan hasil penelitian dan pemodelan dengan metode BIM (*Building Information Modeling*) berbasis 4D menggunakan Synchro Pro 2017, maka hasil penelitian dapat dijabarkan sebagai berikut:

4.1.1. Perbandingan dan analisis antara penggunaan BIM dan non-BIM

Konsep BIM (*Building Information Modeling*) membayangkan konstruksi virtual sebelum konstruksi fisik yang sebenarnya untuk mengurangi ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, menyelesaikan masalah, dan menganalisis dampak potensial.

Penggunaan BIM terdapat beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi dalam penggunaannya, yaitu *software* atau teknologi yang digunakan harus sudah memenuhi persyaratan, lalu ada keahlian penggunaannya yang harus memiliki *extra skill* agar tidak terjadi kesalahan, dan yang terakhir adalah proses pemakaian *building information modeling* sendiri. Berdasarkan hasil penelitian maka Pada Tabel 4.1 diperlihatkan perbandingan antara penggunaan BIM dan non-BIM.

Tabel 4.1. Perbandingan Antara Penggunaan BIM dan non-BIM

No	Aspek	Non-BIM	Dengan BIM
1	Biaya	Biaya yang dibutuhkan lebih murah karena tidak membeli lisensi <i>software</i>	Biaya yang dibutuhkan lebih mahal karena membeli lisensi <i>software</i>
2	Waktu	- Waktu yang dibutuhkan lebih lama (Pengerjaan Manual) - Waktu pengerjaan tidak dapat dipastikan - Waktu pengerjaan yang lama dapat mempengaruhi biaya	- Waktu yang dibutuhkan lebih singkat (Pengerjaan dengan <i>software</i>) - Waktu pengerjaan dapat diintegrasikan dengan teknologi BIM secara komputerisasi - Waktu yang lebih singkat dapat mempengaruhi biaya
3	SDM	Dibutuhkan lebih dari satu orang dengan keahlian yang berbeda-beda	Dibutuhkan satu orang yang dapat menguasai teknologi BIM
4	Risiko	-Pekerjaan tidak dapat diprediksi	-Pekerjaan dapat diprediksi dengan virtualisasi dan animasi secara komputerisasi.



Tugas Akhir

Evaluasi Penataan Pelaksanaan Pekerjaan Pada Sebuah *Site Layout*
 Proyek Konstruksi dari Aspek Waktu dan Biaya Dengan
Building Information Modeling 4D (Studi Kasus Proyek X dan Proyek Y)

	- Kesalahan data dapat ditemukan karena faktor <i>human error</i>	- <i>Human error</i> dapat diminimalisir karena dikerjakan secara komputerisasi
	- <i>Error reports</i> berdasarkan pemahaman manusia	- <i>Error reports</i> di proses secara AI (<i>Artificial Intelligence</i>)

Berdasarkan hasil penelitian Pada Tabel 4.1 diperlihatkan perbandingan antara penggunaan BIM dan non-BIM yang akan dijabarkan sebagai berikut:

1. Aspek Biaya

Penggunaan BIM dapat membuat biaya operasional lebih mahal dikarenakan dalam penggunaan teknologi BIM dibutuhkan *software* BIM. *Software* BIM dibeli menggunakan lisensi secara resmi. Sedangkan biaya operasional penggunaan non-BIM dapat lebih murah karena tidak memerlukan pembelian lisensi *software* BIM. Biaya pada penggunaan non-BIM juga tidak dapat dikatakan selalu lebih murah, karena pada hakikatnya penggunaan non-BIM dikerjakan secara manual.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapat biaya tambahan untuk membeli *licence cost* Synchro Pro 2017 sebesar \$4000 USD (Harga dapat berubah sewaktu-waktu) untuk pemakaian *software* selama 12 bulan. Penggunaan *software* BIM seperti Synchro Pro 2017 tentunya akan menambah biaya operasional pada sebuah pekerjaan proyek konstruksi. Pada Gambar 4.1 diperlihatkan *licence cost* Synchro Pro 2017.

SYNCHRO 4D
\$4,000
Project Planners, Engineers, Estimators
Field, Project, Performance, Cost and Virtual Construction Management
Includes Field + Control + Perform + Cost <ul style="list-style-type: none"> • 4D Scheduling and Simulation • Model Based QTO • Construction Modeling

Gambar 4.1. *Licence Cost* Synchro Pro 2017 (Sumber: Diperoleh dari situs internet <https://www.bentley.com/en/products/brands/synchro> pada tanggal 23 Juni 2022 pukul 10.58 WIB)



2. Aspek Waktu

Penggunaan BIM dapat mempersingkat waktu pelaksanaan pekerjaan. Hal tersebut dikarenakan teknologi BIM menawarkan efisiensi pekerjaan karena proses pekerjaan dikerjakan secara bersamaan dalam satu *software* BIM, sedangkan penggunaan non-BIM dikerjakan secara terpisah pada *software* yang berbeda-beda. Berdasarkan penelitian yang dilakukan *software* BIM (Synchro Pro 2017) mampu mengerjakan pekerjaan *scheduling management* dan animasi 3D secara bersamaan sehingga menciptakan efisiensi waktu daripada penggunaan non-BIM yang dikerjakan melalui beberapa *software* seperti penggunaan Microsoft Project untuk menyusun jadwal, kemudian penggunaan *software* Revit untuk membuat animasi visual. Berdasarkan hal tersebut penggunaan non-BIM tidak cukup efisien karena dikerjakan secara berbeda pada masing-masing jenis pekerjaan.

3. SDM (Sumber Daya Manusia)

Penggunaan metode BIM dapat mempengaruhi sumber daya manusia (SDM) agar lebih efisien dalam pelaksanaan pekerjaan, seperti contoh dibutuhkan beberapa orang dalam membuat sebuah penjadwalan dan animasi dengan keahlian pada masing-masing bidang pada metode non-BIM, sedangkan penggunaan BIM hanya dibutuhkan satu orang yang menguasai teknologi BIM sehingga pekerjaan dapat dikerjakan secara bersamaan dalam satu *software*.

4. Risiko (Risiko pekerjaan)

Risiko pekerjaan menggunakan metode BIM dapat diprediksi dengan virtualisasi dan animasi secara komputersasi sehingga pekerjaan yang dilaksanakan dapat dikontrol secara aktual maupun yang akan datang. Risiko pekerjaan juga dapat diminimalisir dengan BIM dikarenakan dapat mengurangi kesalahan *human error*. Proses *error reports* diolah secara komputersasi.

Contoh penjabaran penjelasan diatas seperti misalnya pembuatan direksi *keet* tidak dapat diketahui akan menjadi seperti apa tanpa dilakukannya pembuatan direksi *keet* terlebih dahulu, namun dengan adanya BIM (Synchro Pro 2017) pembuatan direksi *keet* dapat diolah secara 4D dan di virtualisasikan berupa animasi video

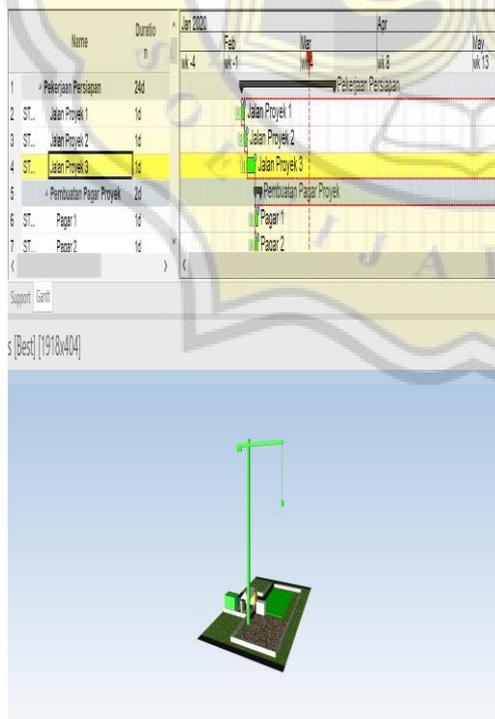


sehingga kesalahan dalam proses pengerjaan direksi *keet* dana diminimalisir sebelum pekerjaan dilapangan dikerjakan.

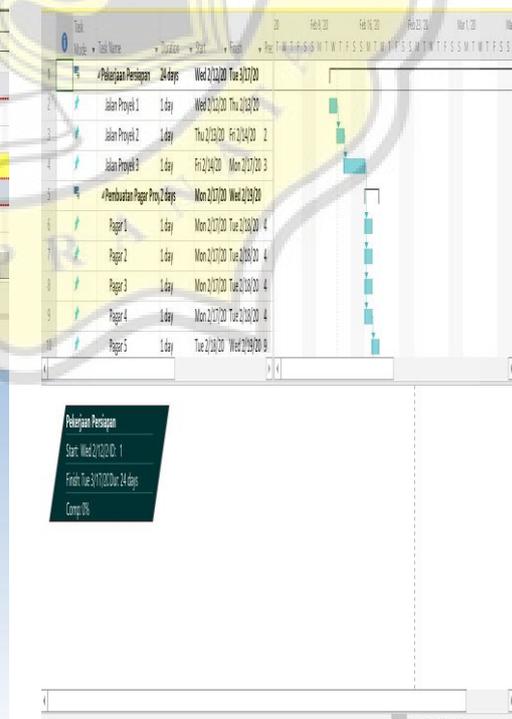
4.1.2. Pemodelan BIM 4D dengan menggunakan *software* Synchro Pro 2017

Proses pemodelan BIM 4D menggunakan Synchro Pro 2017 pada Proyek X dan Proyek Y memiliki penjabaran sebagai berikut:

1. Proses pemodelan 3D pada *software* Synchro Pro 2017 tidak dapat dilakukan secara langsung di dalam *software*. Pemodelan 3D di *design* secara terpisah dengan *software* Synchro Pro 2017. Pemodelan 3D dalam pembuatan *design site layout* Proyek X dan Proyek Y sebagai fitur utama yang ditawarkan oleh *software* Synchro Pro 2017 ternyata membutuhkan *software* pihak kedua. *Software* yang digunakan sebagai *software* pihak kedua dalam membuat *design* 3D adalah *software* Sketchup 3D, namun kelebihan dari *software* Synchro Pro 2017 mampu menjalankan 3D *file* dan penjadwalan secara bersamaan sehingga dapat mensinkronisasikan animasi 3D dan penjadwalan. Pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 diperlihatkan keunggulan antara *software* Synchro Pro 2017 dengan MS Project sebagai perbandingan.



Gambar 4.2. Microsoft Project



Gambar 4.3. Microsoft Project



Pada Gambar 4.1 diperlihatkan bahwa *software* BIM Synchro Pro 2017 mampu menjalankan objek 3D dan penjadwalan secara bersamaan, sedangkan Pada Gambar 4.2 diperlihatkan Microsoft Project hanya mampu mengerjakan penjadwalan saja.

2. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, proses *import file* 3D dari *software* pihak kedua tidak dapat menampilkan secara detail objek-objek tambahan contohnya seperti *design* detail rumput dan pohon. Proses *import file* 3D hanya menampilkan objek-objek yang dibuat secara manual di dalam *software* pihak kedua (Sketchup 3D).
3. Penggunaan *software* Synchro Pro sangat jarang digunakan, sehingga beberapa referensi sangat sulit diperoleh. Referensi yang sangat sedikit menyebabkan proses penelitian ini memerlukan waktu lebih dalam pengerjaannya.
4. *Hardware* yang digunakan pada penelitian ini adalah ASUS VivoBook 14/15 telah memenuhi kriteria minimum untuk menjalankan *software* Synchro Pro 2017, namun dalam pengoperasiannya *hardware* yang digunakan masih tidak maksimal dalam menjalankan *software* Synchro Pro 2017. Contohnya pada saat proses *rendering* animasi 3D *file* menjadi sedikit lambat. Berdasarkan kendala tersebut, hal ini juga tidak dapat menjadi dasar bahwa *hardware* dengan spesifikasi serupa tidak dapat digunakan untuk melakukan pemodelan dan penjadwalan di *software* Synchro Pro 2017 dengan baik.
5. Perencanaan sumber daya dapat dibuat menggunakan *software* Synchro Pro 2017. Perencanaan sumber daya yang direncanakan dalam *software* Synchro Pro 2017 seperti merencanakan kebutuhan material, kebutuhan alat, dan pekerja.

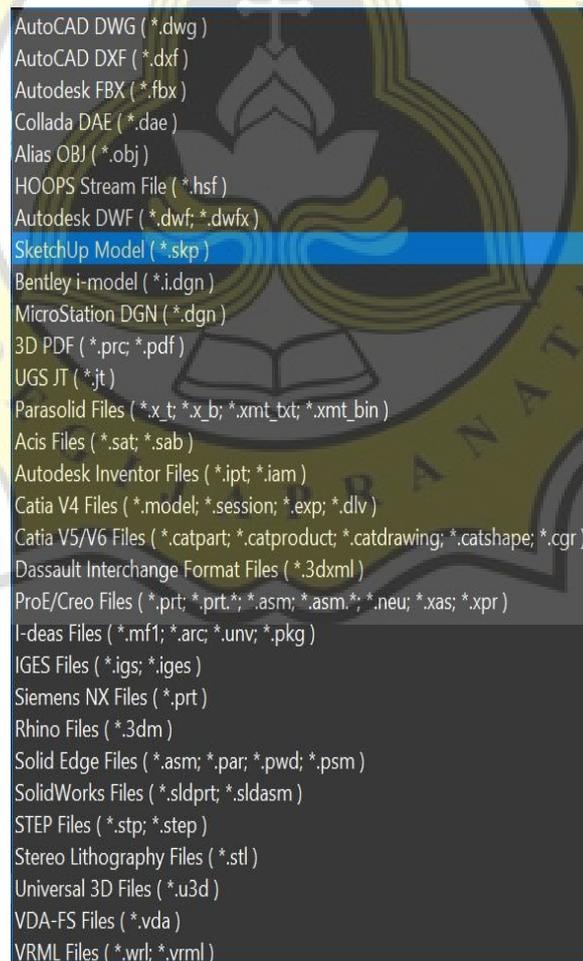
4.1.3. Kolaborasi *software* Synchro Pro 2017 dan 3D *software*

Aplikasi BIM umumnya mendukung *software* lain untuk saling berkolaborasi, sehingga dapat mempermudah dalam penggunaannya. *Software* BIM Synchro Pro 2017 mendukung kolaborasi antar *software*. Synchro Pro 2017 mendukung format *file* berbasis SKP. Format SKP adalah format untuk *software* Sketchup 3D, sehingga memungkinkan Synchro Pro 2017 untuk *import* atau *ekspor* 3D *file* dari



atau ke *software* Sketchup 3D. *Software* Synchro Pro 2017 juga mendukung beberapa format *file*, sehingga mempermudah penggunaannya untuk menggabungkan beberapa *file* dari *software* atau aplikasi lain.

Beberapa jenis *file* yang didukung oleh Synchro Pro yaitu; Autocad DWG; Autocad DXF; Autodesk FBX; Collada DAE; Alias OBJ; HOOPS Stream *File*; Autodesk DWF; SketchUp Model; Bentley i-model; Microstation DGN; 3D PDF; UGS JT; Parasolid Files; Acis *Files*; Autodesk Inventor *File*; Catia V4 *Files*; Catia V5/V6 *Files*; Dassault Interchange Format *Files*; ProE/Creo *Files*; I-deas *Files*; IGES *Files*; Siemens NX *Files*; Rhino *Files*; Solid Edge *Files*; Solidworks *Files*; STEP *Files*; Stereo Lithography *Files*; Universal 3D *Files*; VDA-FS *Files*; VRML *Files*. Pada Gambar 4.4 diperlihatkan beberapa format yang didukung atau dikolaborasikan dengan *software* Synchro Pro 2017.



Gambar 4.4. *File Format Yang Compatible Dengan Synchro Pro 2017*



4.1.4. Perbandingan antara metode konvensional dengan penggunaan Synchro Pro 2017 Pada Proyek X dan Proyek Y

Pendesainan *site layout* dan pembuatan *time schedule* secara konvensional umumnya dikerjakan secara manual oleh beberapa orang. Proses pendesainan *site layout* dan pembuatan *time schedule* secara konvensional umumnya dibuat secara terpisah contohnya pembuatan *site layout* secara 3D dimodelkan menggunakan Sketchup 3D dan pembuatan *time schedule* dibuat menggunakan MS Project.

Pendesainan *site layout* dan pembuatan *time schedule* secara terpisah seringkali menimbulkan *dispute*. Berdasarkan permasalahan tersebut menimbulkan potensi adanya kesalahan dan *human error* serta membuat pengerjaan di lapangan membutuhkan waktu yang lama. Proses pengerjaan dengan menggunakan BIM 4D dengan *software* Synchro Pro 2017 dapat mengurangi potensi terjadinya *human error*, disebabkan BIM dapat menjadi sumber informasi terpercaya yang dapat diakses selama proses pelaksanaan pekerjaan *site layout* Pada Proyek X dan Proyek Y dibandingkan dengan menggunakan cara konvensional. Pada Tabel 4.2 diperlihatkan perbandingan antara penggunaan *software* Synchro Pro 2017 dengan cara konvensional pada Proyek X.

Tabel 4.2. Perbandingan Antara Penggunaan *Software* Synchro Pro 2017 Dengan Cara Konvensional Pada Proyek X

No	Metode Konvensional	No	Synchro Pro 2017
1	Memeriksa kelengkapan gambar	1	Memeriksa kelengkapan gambar
2	Mempelajari gambar kerja dan standar detail setiap elemen	2	Mempelajari gambar kerja dan standar detail setiap elemen
3	Pembuatan gambar <i>site layout</i> di AutoCad	3	Pembuatan gambar <i>site layout</i> di Autocad
4	Pembuatan <i>time schedule</i> menggunakan MS Project, Microsoft Excel.	4	Pembuatan <i>time schedule</i> menggunakan Synchro Pro 2017
5	Tidak ada animasi pelaksanaan pekerjaan	5	Animasi pelaksanaan pekerjaan di animasikan di Synchro Pro 2017
6	Input harga satuan pekerjaan pada beberapa <i>software</i> contohnya MS Project, MS Excel	6	Input harga satuan pekerjaan dapat dikombinasikan dengan gambar animasi 3D dan <i>time schedule</i>
7	Tidak ada proses untuk melihat pelaksanaan pekerjaan secara 3D dengan <i>time schedule</i> secara bersamaan	7	Proses pelaksanaan pekerjaan dan <i>time schedule</i> dapat divisualisasikan secara 4D secara bersamaan

Berdasarkan analisis penelitian Pada Proyek X maka Pada Tabel 4.2 dapat dijabarkan sebagai berikut:



1. Metode konvensional dan metode Synchro Pro 2017 mempunyai kesamaan dalam memeriksa kelengkapan gambar seperti gambar *site layout*.
2. Metode konvensional dan metode Synchro Pro 2017 mempunyai kesamaan dalam mempelajari gambar kerja dan standar detail setiap elemen seperti contoh memeriksa detail-detail ukuran pada *site layout*, elevasi setiap *temporary building*.
3. Metode konvensional dan metode Synchro Pro 2017 mempunyai kesamaan dalam proses pembuatan *site layout* yang dikerjakan menggunakan *software* Autocad
4. Metode konvensional dan metode Synchro Pro 2017 mempunyai perbedaan, metode konvensional menggunakan Microsoft Excel dan Microsoft Project dalam membuat penjadwalan sehingga dibutuhkan beberapa *software* untuk membuat penjadwalan pekerjaan, sedangkan Synchro Pro 2017 membuat penjadwalan secara langsung di dalam *software* (Synchro Pro 2017) tersebut.
5. Metode konvensional tidak dapat menampilkan animasi pelaksanaan pekerjaan sehingga antisipasi kesalahan tidak dapat diprediksi, sedangkan Synchro Pro 2017 mampu membuat animasi penjadwalan dan 3D *object* berjalan secara bersamaan sehingga dapat meminimalisir risiko dalam pelaksanaan pekerjaan karena proses pekerjaan dapat di animasikan secara komputerisasi berbasis 4D.
6. Proses input harga satuan masing-masing pekerjaan dilakukan secara terpisah dalam metode konvensional dengan menggunakan Microsoft Excel dan Microsoft Project, sedangkan input harga satuan dapat dikerjakan secara langsung di dalam *software* Synchro Pro 2017 dan dapat di kombinasikan dengan animasi penjadwalan.
7. Metode konvensional tidak dapat melihat proses pelaksanaan pekerjaan ketika sedang merencanakan pelaksanaan pekerjaan sehingga risiko kesalahan pekerjaan lebih besar dibandingkan dengan Synchro Pro 2017 karena *software* Synchro Pro 2017 mampu membuat animasi berupa video. Berdasarkan hal tersebut maka Synchro Pro 2017 dapat meminimalisir risiko kesalahan pekerjaan yang akan dilakukan.



Berdasarkan penelitian menggunakan *software* Synchro Pro 2017 yang dikerjakan pada Proyek X mempunyai kendala sebagai berikut:

- a. *Time schedule site layout* yang diberikan dari lapangan kurang lengkap sehingga beberapa pekerjaan menggunakan data berdasarkan informasi-informasi pihak lapangan.
- b. Pemodelan 3D dibuat secara sederhana karena pihak kontraktor tidak ingin visualisasi 3D yang dikerjakan pada penelitian ini dapat disalah artikan sebagai desain utama pada Proyek X oleh pembaca.

Pada Tabel 4.3 diperlihatkan perbandingan antara penggunaan *software* Synchro Pro 2017 dengan cara konvensional pada Proyek Y.

Tabel 4.3. Perbandingan Antara Penggunaan *software* Synchro Pro 2017 Dengan Cara Konvensional Pada Proyek Y

No	Metode Konvensional	No	Synchro Pro 2017
1	Memeriksa kelengkapan gambar	1	Memeriksa kelengkapan gambar
2	Mempelajari gambar kerja dan standar detail setiap elemen	2	Mempelajari gambar kerja dan standar detail setiap elemen
3	Pembuatan gambar <i>site layout</i> di AutoCad	3	Pembuatan gambar <i>site layout</i> di Autocad
4	Pembuatan <i>time schedule</i> menggunakan MS Project	4	Pembuatan <i>time schedule</i> menggunakan Synchro Pro 2017
5	Tidak ada animasi pelaksanaan pekerjaan	5	Animasi pelaksanaan pekerjaan di animasikan di Synchro Pro 2017
6	<i>Input</i> harga satuan pekerjaan pada beberapa <i>software</i> contohnya MS Project, MS Excel	6	<i>Input</i> harga satuan pekerjaan dapat dikombinasikan dengan gambar animasi 3D dan <i>time schedule</i>
7	Tidak ada proses untuk melihat pelaksanaan pekerjaan secara 3D dengan <i>time schedule</i> secara bersamaan	7	Proses pelaksanaan pekerjaan dan <i>time schedule</i> dapat divisualisasikan secara 4D secara bersamaan

Berdasarkan analisis penelitian Pada Proyek Y maka Pada Tabel 4.3 dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Metode konvensional dan metode Synchro Pro 2017 mempunyai kesamaan dalam memeriksa kelengkapan gambar seperti gambar *site layout*.
2. Metode konvensional dan metode Synchro Pro 2017 mempunyai kesamaan dalam mempelajari gambar kerja dan standar detail setiap elemen seperti contoh memeriksa detail-detail ukuran pada *site layout*, elevasi setiap *temporary building*.



3. Metode konvensional dan metode Synchro Pro 2017 mempunyai kesamaan dalam proses pembuatan *site layout* yang dikerjakan menggunakan *software* Autocad
4. Metode konvensional dan metode Synchro Pro 2017 mempunyai perbedaan, metode konvensional menggunakan Microsoft Excel dan Microsoft Project dalam membuat penjadwalan sehingga dibutuhkan beberapa *software* untuk membuat penjadwalan pekerjaan, sedangkan Synchro Pro 2017 membuat penjadwalan secara langsung di dalam *software* (Synchro Pro 2017) tersebut.
5. Metode konvensional tidak dapat menampilkan animasi pelaksanaan pekerjaan sehinggaantisipasi kesalahan tidak dapat diprediksi, sedangkan Synchro Pro 2017 mampu membuat animasi penjadwalan dan 3D *object* berjalan secara bersamaan sehingga dapat meminimalisir risiko dalam pelaksanaan pekerjaan karena proses pekerjaan dapat di animasikan secara komputerisasi berbasis 4D.
6. Proses input harga satuan masing-masing pekerjaan dilakukan secara terpisah dalam metode konvensional dengan menggunakan Microsoft Excel dan Microsoft Project, sedangkan input harga satuan dapat dikerjakan secara langsung di dalam *software* Synchro Pro 2017 dan dapat di kombinasikan dengan animasi penjadwalan.
7. Metode konvensional tidak dapat melihat proses pelaksanaan pekerjaan ketika sedang merencanakan pelaksanaan pekerjaan sehingga risiko kesalahan pekerjaan lebih besar dibandingkan dengan Synchro Pro 2017 yang karena *software* Synchro Pro 2017 mampu membuat animasi berupa video. Berdasarkan hal tersebut maka Synchro Pro 2017 dapat meminimalisir risiko kesalahan pekerjaan yang akan dilakukan.

Berdasarkan penelitian menggunakan *software* Synchro Pro 2017 yang dikerjakan pada Proyek Y mempunyai kendala sebagai berikut:

1. *Site layout* sebagai acuan utama pembuatan visualisasi 3D tidak terlihat dengan jelas, sehingga beberapa objek di ilustrasikan secara konvensional.
2. Penjadwalan pada lembar kerja Synchro pada Proyek Y sedikit mengalami kendala saat proses pekerjaan, karena beberapa *time schedule site layout* tidak



dapat diterbitkan oleh pihak kontraktor, sehingga perlu waktu lebih untuk menyusun *time schedule* pada Synchro Pro 2017.

Pada Tabel 4.4 diperlihatkan perbandingan secara menyeluruh antara penggunaan *software* Synchro Pro 2017 dengan cara konvensional pada Proyek X dan Proyek Y.

Tabel 4.4. Perbandingan Antara Penggunaan *Software* Synchro Pro 2017 Dengan Cara Konvensional Pada Proyek X dan Proyek Y

No	Metode Konvensional	No	Synchro Pro 2017
1	Memeriksa kelengkapan gambar	1	Memeriksa kelengkapan gambar
2	Mempelajari gambar kerja dan standar detail setiap elemen	2	Mempelajari gambar kerja dan standar detail setiap elemen
3	Pembuatan gambar <i>site layout</i> di AutoCad	3	Pembuatan gambar <i>site layout</i> di Autocad
4	Pembuatan <i>time schedule</i> menggunakan MS Project	4	Pembuatan <i>time schedule</i> menggunakan Synchro Pro 2017
5	Tidak ada animasi pelaksanaan pekerjaan	5	Animasi pelaksanaan pekerjaan di animasikan di Synchro Pro 2017
6	<i>Input</i> harga satuan pekerjaan pada beberapa <i>software</i> contohnya MS Project, MS Excel	6	<i>Input</i> harga satuan pekerjaan dapat dikombinasikan dengan gambar animasi 3D dan <i>time schedule</i>
7	Tidak ada proses untuk melihat pelaksanaan pekerjaan secara 3D dengan <i>time schedule</i> secara bersamaan	7	Proses pelaksanaan pekerjaan dan <i>time schedule</i> dapat divisualisasikan secara 4D secara bersamaan

Berdasarkan analisis penelitian Pada Proyek X dan Proyek Y maka Pada Tabel 4.4 dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Metode konvensional dan metode Synchro Pro 2017 mempunyai kesamaan dalam memeriksa kelengkapan gambar seperti gambar *site layout*.
2. Metode konvensional dan metode Synchro Pro 2017 mempunyai kesamaan dalam mempelajari gambar kerja dan standar detail setiap elemen seperti contoh memeriksa detail-detail ukuran pada *site layout*, elevasi setiap *temporary building*.
3. Metode konvensional dan metode Synchro Pro 2017 mempunyai kesamaan dalam proses pembuatan *site layout* yang dikerjakan menggunakan *software* Autocad
4. Metode konvensional dan metode Synchro Pro 2017 mempunyai perbedaan, metode konvensional menggunakan Microsoft Excel dan Mircosoft Project dalam membuat penjadwalan sehingga dibutuhkan beberapa *software* untuk



- membuat penjadwalan pekerjaan, sedangkan Synchro Pro 2017 membuat penjadwalan secara langsung di dalam *software* (Synchro Pro 2017) tersebut.
5. Metode konvensional tidak dapat menampilkan animasi pelaksanaan pekerjaan sehingga antisipasi kesalahan tidak dapat diprediksi, sedangkan Synchro Pro 2017 mampu membuat animasi penjadwalan dan 3D *object* berjalan secara bersamaan sehingga dapat meminimalisir risiko dalam pelaksanaan pekerjaan karena proses pekerjaan dapat di animasikan secara komputerisasi berbasis 4D.
 6. Proses input harga satuan masing-masing pekerjaan dilakukan secara terpisah dalam metode konvensional dengan menggunakan Microsoft Excel dan Microsoft Project, sedangkan input harga satuan dapat dikerjakan secara langsung di dalam *software* Synchro Pro 2017 dan dapat di kombinasikan dengan animasi penjadwalan.
 7. Metode konvensional tidak dapat melihat proses pelaksanaan pekerjaan ketika sedang merencanakan pelaksanaan pekerjaan sehingga risiko kesalahan pekerjaan lebih besar dibandingkan dengan Synchro Pro 2017 karena *software* Synchro Pro 2017 mampu membuat animasi berupa video. Berdasarkan hal tersebut maka Synchro Pro 2017 dapat meminimalisir risiko kesalahan pekerjaan yang akan dilakukan.

Berdasarkan penelitian menggunakan *software* Synchro Pro 2017 terhadap Proyek X dan Proyek Y dihasilkan sebuah mekanisme pekerjaan. Mekanisme pekerjaan dapat divisualisasikan dalam bentuk 4D sehingga proses pelaksanaan pekerjaan *site layout* dan penjadwalan pekerjaan dapat dikontrol untuk menghindari permasalahan yang dapat menghambat pekerjaan di lapangan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Santosa (2009), proyek terdiri dari langkah-langkah yang terus berkembang dan berlanjut sampai pekerjaan proyek berakhir. Dengan adanya langkah-langkah dalam pekerjaan proyek, diharapkan semakin memperjelas proses pekerjaan proyek di *site layout*.

Visualisasi animasi yang dihasilkan dalam penelitian ini mampu merekonstruksi perencanaan *site layout* berdasarkan jadwal yang telah disusun sehingga dapat meminimalisir kendala-kendala yang dapat menyebabkan keterlambatan proyek.



Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Santosa (2009), yaitu manajemen proyek merupakan aplikasi pengetahuan (*knowledges*), keterampilan (*skills*), alat (*tools*), serta teknik (*techniques*) di dalam aktivitas proyek untuk memenuhi kebutuhan – kebutuhan proyek.

Manajemen proyek dilaksanakan melalui aplikasi dan integrasi terhadap proses manajemen proyek contohnya seperti memulai (*initiating*), merencanakan (*planning*), mengeksekusi (*executing*), memantau (*monitoring*), dan mengatur (*controlling*), serta penutup (*closing*) keseluruhan proses proyek tersebut.

4.1.5. Perbandingan penggunaan Synchro Pro 2017 Pada Proyek X dan Proyek Y dengan penggunaan Synchro Pro yang sudah ada

Pada penelitian yang sudah ada *software* Synchro Pro 2017 digunakan untuk mengontrol *time space conflict and quantification system for building construction project* namun ternyata setelah melakukan penelitian ini penggunaan *software* Synchro Pro 2017 BIM 4D dapat digunakan untuk mendesain mekanisme proses pelaksanaan pekerjaan pada *site layout* Pada Proyek X dan Proyek Y.

Penelitian yang dilakukan pada Proyek X dan Y memiliki batasan yang tidak sama dari sumber jurnal yang menjadi acuan untuk menjadi dasar penulisan tugas akhir ini. Menurut Mirzaei, dkk (2018) menyatakan bahwa ruang kerja di dalam proyek konstruksi dan pergerakan tenaga kerja sangat berpengaruh terhadap optimal konflik ruang dan waktu, sehingga mengakibatkan konflik di dalam proses pekerjaan pada sebuah proyek konstruksi. Penelitian yang dilakukan menggunakan metode pemodelan *Building Information Modeling* 4D untuk mendeteksi konflik yang akan terjadi. Sedangkan penelitian yang dilakukan pada tugas akhir di Proyek X dan Proyek Y hanya terbatas pada proses evaluasi penataan pelaksanaan pekerjaan pada sebuah *site layout* proyek konstruksi dari aspek waktu dan biaya dengan *Building Information Modeling* 4D. Penelitian yang dilakukan Pada Proyek X dan Proyek Y tidak merubah *site layout* asli yang diperoleh dari proyek. Penelitian yang dilakukan lebih memfokuskan kepada proses evaluasi sinkronisasi antara *progress time schedule* dengan gambar 3D *site layout* dengan metode



Building Information Modeling 4D di dalam satu *software*. Tujuannya untuk mempermudah melakukan pengawasan terhadap masalah yang akan terjadi pada sebuah proyek konstruksi baik yang akan dan sedang berlangsung dikerjakan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada *site layout* Proyek X dan Proyek Y dari aspek waktu dan biaya dengan menggunakan *software* Synchro Pro 2017 *Building Information Modeling* 4D memiliki kesimpulan bahwa dengan menggunakan *software* Synchro Pro 2017 *Building Information Modeling* 4D sangat membantu untuk menghemat waktu di dalam pengawasan progres berjalannya sebuah pekerjaan proyek konstruksi sehingga akan berpengaruh juga kepada aspek biaya yang akan di keluarkan di dalam pengerjaan sebuah proyek konstruksi.

4.1.6. Perbandingan biaya antara penggunaan BIM 4D dan non-BIM berdasarkan data sekunder

Penggunaan teknologi *Building Information Modeling* (BIM) 4D belum dilakukan Pada Proyek X dan Proyek Y. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, teknologi BIM 4D memberikan pengaruh pada aspek biaya pada pelaksanaan alur pekerjaan *site layout* Pada Proyek X dan Proyek Y. Perbandingan biaya pelaksanaan penataan alur pekerjaan *site layout* Pada Proyek X dan Proyek Y dibahas secara singkat, karena terdapat keterbatasan data terutama pada besaran biaya. Pembahasan biaya menggunakan data-data sekunder seperti perbandingan biaya antara penggunaan teknologi BIM 4D dengan non-BIM 4D (tanpa *software* Synchro Pro 2017).

Perbandingan estimasi biaya berdasarkan data sekunder dapat diperlihatkan Pada Tabel 4.5. Pada Tabel 4.5 diperlihatkan perbandingan estimasi biaya antara penggunaan teknologi BIM 4D dengan non-BIM 4D (tanpa *software* Synchro Pro 2017).

Tabel 4.5. Perbandingan Estimasi Biaya Antara Penggunaan Teknologi BIM 4D Dengan Non-BIM 4D (tanpa *software* Synchro Pro 2017)

No	Data Sekunder	Tanpa BIM 4D	Dengan BIM 4D	Selisih (%)
1	Pekerjaan <i>site layout</i>	Rp 1.606.968.009	Rp 1.635.750.000	0.4%
2	Sumber Daya Manusia	Rp 1.651.254.000	Rp 1.586.254.000	1%
	TOTAL	Rp 3.333.222.009	Rp 3.222.004.000	2%

Sumber: Nindyapradana dan Sabela (2021)



Pada Tabel 4.5. didapatkan perbandingan estimasi biaya antara penggunaan teknologi BIM 4D dengan non-BIM 4D (tanpa *software* Synchro Pro 2017). Persentase perbandingan estimasi biaya dikonversi menjadi persentase (%) sehingga dapat diketahui selisih antara penggunaan BIM 4D dengan non-BIM 4D.

Pada pekerjaan *site layout* didapatkan estimasi biaya tanpa teknologi BIM 4D sebesar Rp 1.606.968.009 sedangkan dengan BIM 4D sebesar Rp 1.635.750.000, sehingga untuk menjadikan masing-masing biaya ke dalam persentase maka estimasi biaya tanpa BIM dijumlahkan dengan biaya menggunakan teknologi BIM 4D yaitu sebesar Rp 3.317.718.009. Berdasarkan jumlah tersebut maka didapatkan 50,7% dari total untuk tanpa BIM 4D dan 49,3% untuk penggunaan teknologi BIM 4D. Pada aspek sumber daya manusia menggunakan cara yang sama maka didapatkan 51% tanpa BIM 4D dan 49% untuk penggunaan teknologi BIM 4D.

Berdasarkan perbandingan estimasi biaya antara penggunaan teknologi BIM 4D dengan non-BIM 4D Pada Tabel 4.5, diperoleh selisih biaya pada masing-masing aspek. Pada estimasi biaya pekerjaan *site layout* didapatkan selisih sebesar 0,4%, estimasi biaya dengan menggunakan teknologi *Building Information Modeling* 4D lebih besar sebesar Rp 28.781.991. Pada aspek sumber daya manusia juga didapatkan selisih sebesar 1%, estimasi biaya dengan menggunakan BIM 4D jauh lebih efisien sebesar Rp 65.000.000. Penyebab terjadinya selisih 0,4% didapatkan dari penambahan biaya pada penggunaan *software* BIM 4D sebesar 4000 USD sedangkan selisih pada sumber daya manusia didapatkan dari jumlah sumber daya manusia yang bekerja pada pekerjaan *site layout*.