

**PERENCANAAN *4D SCHEDULING SIMULATION* DENGAN
MENGUNAKAN *BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)* PADA
GEDUNG 6 (ENAM)
RUMAH SAKIT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI NEGERI
UNIVERSITAS LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

**ALDA ALFIAH DZAKIROH
NPM 1815011099**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**PERENCANAAN *4D SCHEDULING SIMULATION* DENGAN
MENGUNAKAN *BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)* PADA
GEDUNG 6 (ENAM)
RUMAH SAKIT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI NEGERI
UNIVERSITAS LAMPUNG**

Oleh

ALDA ALFIAH DZAKIROH

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PERENCANAAN *4D SCHEDULING SIMULATION* DENGAN MENGUNAKAN *BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)* PADA GEDUNG 6 (ENAM) RUMAH SAKIT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI NEGERI UNIVERSITAS LAMPUNG

Oleh
Alda Alfiah Dzakiroh

Penggunaan *Building Information Modeling (BIM)* merupakan solusi alternatif untuk pengoptimalan penggunaan waktu tiap tahap pekerjaan dalam suatu proyek. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan dan mengetahui durasi penjadwalan dengan metode normal dan lembur yang disertai penambahan alat berat serta mengetahui tahapan perencanaan dengan penerapan BIM 4 Dimensi. Metode analisis yang digunakan yaitu dengan penerapan *4D Scheduling Simulation* pada Gedung 6 Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri (RSPTN) Universitas Lampung. Hasil perhitungan dengan menggunakan skenario penggunaan tenaga kerja dengan durasi normal selama 8 jam/hari menunjukkan bahwa penyelesaian pekerjaan membutuhkan waktu selama 272 hari. Setelah dilakukan *crashing* dengan penambahan jam kerja (lembur) selama 3 jam serta penambahan alat berat didapat pengurangan durasi menjadi 200 hari dengan perbedaan selisih waktu 72 hari. Berdasarkan penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwasannya penggunaan metode *crashing* meningkatkan efisiensi waktu 36% lebih tinggi dibandingkan dengan perencanaan durasi menggunakan metode normal serta penerapan BIM 4D dapat memberikan solusi yang dapat dijadikan acuan dalam pemahaman teknik dan rencana konstruksi.

Kata kunci: *Building Information Modeling (BIM)*, *4D Scheduling Simulation*, Gedung 6 RSPTN.

ABSTRACT

4D SCHEDULING SIMULATION PLANNING USING BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) IN BUILDING 6TH OF THE STATE UNIVERSITY EDUCATION HOSPITAL UNIVERSITY OF LAMPUNG

By

Alda Alfiah Dzakiroh

The use of Building Information Modeling (BIM) is an alternative solution to optimize the time for each step of work in a project. This study aims to determine the duration of scheduling with the normal and overtime method accompanied by the addition of heavy equipment and to determine the stages of planning with the application of 4-Dimensional BIM. The analytical method used is the implementation of a 4D Scheduling Simulation in Building 6th of the State University Education Hospital (RSPTN), University of Lampung. The calculation result by using the scenario of labor use with a normal duration of 8 hours/day showed that the completion of the work takes 272 days. After crashing with the addition of working hours (overtime) for 3 hours and the addition of heavy equipment, the duration was reduced to 200 days with a difference of 72 days. Based on this research, it can be concluded that the use of crashing method increases time efficiency by 36% higher than duration planning using the normal method and the application of BIM 4D can provide solutions that can be used as a reference in understanding engineering and construction plans.

Keywords: Building Information Modeling (BIM), 4D Scheduling Simulation, Building 6th RSPTN.

Judul Skripsi

**: PERENCANAAN 4D SCHEDULING
SIMULATION DENGAN MENGGUNAKAN
BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)
PADA GEDUNG 6 (ENAM) RUMAH SAKIT
PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI NEGERI
UNIVERSITAS LAMPUNG**

Nama Mahasiswa

: Alda Alfiah Dzakiroh

Nomor Pokok Mahasiswa : 1815011099

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik



1. Komisi Pembimbing

Bayzoni, S.T., M.T.
NIP 19730514 200003 1 001

Ir. Amril Ma'ruf Siregar, S.T., M.T.
NIP 19850228 201212 1 001

2. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19720829 199802 1 001

3. Ketua Jurusan Teknik Sipil

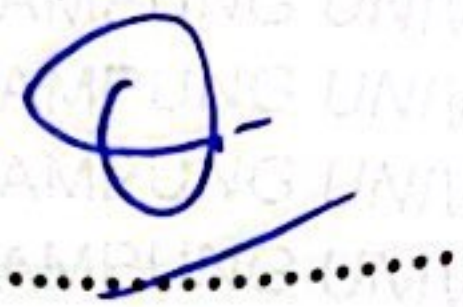
Ir. Laksmi Irianti, M.T.
NIP 19620408 198903 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

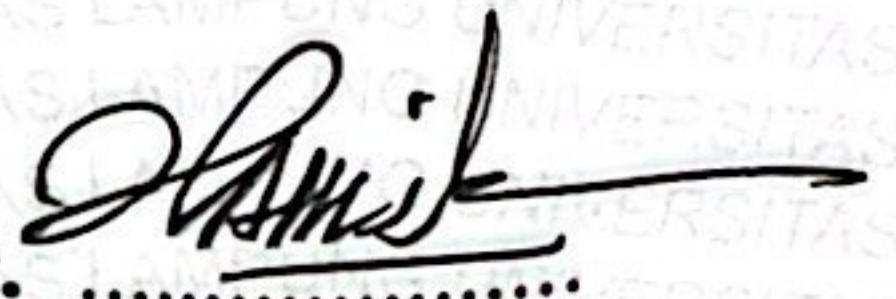
Ketua

: **Bayzoni, S.T., M.T.**



Sekretaris

: **Ir. Amril Ma'ruf Siregar, S.T., M.T.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Hasti Riakara Husni, S.T., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.

NIP. 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **16 Maret 2023**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, adalah:

Nama : Alda Alfiah Dzakiroh

NPM : 1815011099

Prodi/jurusan : S1/Teknik Sipil

Fakultas : Teknik Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Atas pertanyaan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Randa Lampung, 13 April

2023

Penulis,



Alda Alfiah Dzakiroh
Alda Alfiah Dzakiroh

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Gadingrejo, Pringsewu, Provinsi Lampung pada tanggal 29 Desember 1999 sebagai anak kedua dari tiga bersaudara, dari Bapak Yudi Widodo dan Ibu Siti Mutmainah.

Pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK Aisyah yang diselesaikan pada tahun 2006, Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Wates yang diselesaikan pada tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Gadingrejo yang diselesaikan pada tahun 2015, dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Gadingrejo yang diselesaikan pada tahun 2018.

Pada tahun 2018, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Pada tahun 2019 sampai 2021 penulis tercatat sebagai anggota Departemen Kesekretariatan pada Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung. Penulis telah melaksanakan Kerja Praktik (KP) selama 3 bulan pada September hingga Desember tahun 2021 di Proyek Pembangunan Gedung Sistem Ujian Online dan Arsip Unit Program Belajar Jarak Jauh Universitas Terbuka (UPBJJ-UT) Lampung.

Persembahan

Alhamdulillahirobbilalamin

Puji dan syukur tercurahkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala Rahmat dan Karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu Alaihi Wasallam.

Kupersembahkan karya ini kepada:

Kedua Orang Tuaku Tercinta

Yang senantiasa memberikan yang terbaik, dan melantunkan do'a yang selalu menyertaiku. Kuucapkan pula terima kasih sebesar-besarnya karena telah mendidik dan membesarkanku dengan cara yang dipenuhi kasih sayang, dukungan, dan pengorbanan yang belum bisa terbalaskan.

Dosen Pembimbing dan Penguji

Yang sangat berjasa dan selalu memberikan ilmu dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.

Seluruh Keluarga Besar Teknik Sipil Angkatan 2018

Yang selalu memberikan semangat dan dukungan.

Almamater Tercinta, Universitas Lampung dan Jurusan Teknik Sipil

Tempat bernaung mengemban semua ilmu untuk menjadi bekal hidup.

Motto

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Ia mendapat pahala dari kebajikan yang dikerjakannya dan ia mendapat siksa dari kejahatan yang dikerjakannya”

(Al-Baqarah ayat 286)

“Memang sulit untuk bersabar, tetapi menyalakan pahala dari sebuah kesabaran itu jauh lebih buruk”

(Abu Bakar Asshidiq)

“Dan tiadalah kehidupan dunia ini melainkan senda gurau dan main-main. Dan sesungguhnya akhirat itulah sebenarnya kehidupan, kalau mereka mengetahui.”

(Al-'Ankabut : 64)

“Jalani kehidupan di dunia ini tanpa membiarkan dunia hidup di hatimu, abaikan rasa sakitnya atau kamu tidak akan bahagia.”

(Sayidina Ali bin Abi Thalib)

“Ubahlah setiap tragedi dalam hidupmu menjadi komedi, bangkit dari setiap kekalahan dan lupakan kegagalan dengan tawa, setelah itu baru berusaha lagi”

(2521)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
2. Ibu Ir. Laksmi Irianti, M.T., selaku Ketua Bidang Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Bapak Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
4. Bapak Bayzoni, S.T., M.T., selaku Pembimbing Utama yang sudah memberikan banyak ilmu pengetahuan, saran, kritik, serta semangat dalam membimbing penelitian ini.
5. Bapak Amril Maruf Siregar, S.T., M.T., selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan ilmu pengetahuan, saran, kritik, semangat dan bimbingan dalam penelitian ini.
6. Ibu Hasti Riakara Husni, S.T., M.T., selaku Penguji yang telah memberikan saran, kritik, dan bimbingan dalam penelitian ini.
7. Ibu Yuda Romdania, S.T., M.T., selaku Pembimbing Akademik (PA) yang telah memberikan saran, kritik, dan bimbingan dalam akademik saya.
8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung atas ilmu bidang sipil yang telah diberikan selama perkuliahan.
9. Terima kasih kepada ayah saya Yudi widodo, ibu saya Siti Mutmainah, kakak saya Nabila Aisyah Romadhona dan adik saya Diana Nafisah Azzahra yang selalu mendukung dan memberikan do'a kepada saya.

10. Terima kasih kepada Alka, Bunga, Enggar, Berti, Wati, Windi, Farah, Rani, Ola sebagai 9 Orang Hebat yang selalu berada disamping saya dan menemani saya menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman-teman new normal, u smw g nrml yang telah mendukung saya yaitu Khofifah, Sukma, Adhan, Aweng, Nia, Dinda, Kepin, Tasya, Nabila, Yudha.
12. Terima Kasih untuk MPPK guys kalian juga jadi bagian dari skripsi ini untuk Frendi, Bagus, Nasri.
13. Terima kasih untuk teman seperjuangan BIM untuk Mellynia, Wati, Felin, Windi.
14. Terimakasih juga kepada rekan-rekan angkatan 2018 Teknik Sipil Universitas Lampung untuk Aisyah, Awo, Riri, Cepe, Indun, Safinah, Tutia, Abdul, Lulu, Nurul, Rafly, Imel, Prabu, Agung, Musabiq, Ojan, Ajo, Lutfi, Rudi, Rahma, Indra, Ivan, Hafid, Ichsan, Aan, Ebi, Aziz, Bongok, Fatur, Alex, Wibi, Tatan, Bopeng, Bhisma, Fauzi, Ance, Eca, Komang, Sinung, Eko, Wirawan, Lucky, Okta, Daffara, Roni, Azmi, Davin, Susanto, Suwardi, Opi, Agnes, Aqila, Arie, Basten, Rifqi, Dicko, Edo, Faiz, Nuril, Filza, Firas, Mayang, Yoga, Oskhar, Rara, Rivaldo, Shandra, Usi, Yeshe, Yosafat, Zui, Dimas, Novan, Devina, Irsyad, Moch, Riyan, Kuncoro, Ajib, Harvian, Thifal, Flo.
15. Terima kasih untuk teman-teman saya Rieke, Meliya, Tia, Amal, Fida, Nufus, El, Uli dan semua teman saya yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
16. Skripsi ini saya persembahkan juga untuk semua orang yang menanyakan kapan saya wisuda.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semoga Tuhan selalu melindungi kita semua.

Bandar Lampung, 2023

Penulis,

Alda Alfiah Dzakiroh

DAFTAR ISI

	Halaman
SANWACANA	i
DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	x
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. <i>Building Information Modeling (BIM)</i>	5
2.2. <i>4D Building Information Modeling (BIM)</i>	8
2.3. Manajemen Proyek	9
2.4. Penjadwalan.....	10
2.5. <i>Work Breakdown Structure (WBS)</i>	10
2.6. <i>Microsoft Excel</i>	11
2.7. <i>Microsoft Project</i>	12
2.8. <i>Autodesk Navisworks Manage</i>	16
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Objek Penelitian.....	21
3.2. Data Penelitian.....	21
3.3. Perangkat Lunak	22
3.4. Tahapan Penelitian.....	23
3.5. Diagram Alir Penelitian	25

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Penelitian.....	27
4.2. Analisis Data	28
4.3. Menghitung Durasi Seluruh Pekerjaan	29
4.4. Rencana Jadwal dengan <i>Microsoft Project</i>	40
4.5. <i>4D Scheduling Simulation</i> dengan <i>Software Navisworks</i>	44

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	59
5.2. Saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA

**LAMPIRAN A (ANALISIS PERHITUNGAN DURASI NORMAL DENGAN
SOFTWARE MICROSOFT EXCEL)**

**LAMPIRAN B (HASIL PERHITUNGAN DURASI LEMBUR DAN
PENAMBAHAN ALAT BERAT DENGAN *SOFTWARE
MICROSOFT EXCEL*)**

**LAMPIRAN C (HASIL *SCHEDULING* PEKERJAAN STRUKTUR DAN
ARSITEKTUR PADA *SOFTWARE MICROSOFT PROJECT*)**

LAMPIRAN D (LEMBAR ASISTENSI)

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Tampilan awal <i>Microsoft Project</i>	13
2.2. FS (<i>Finish to Start</i>).....	15
2.3. FF (<i>Finish to Finish</i>)	15
2.4. SS (<i>Start to Start</i>)	15
2.5. SF (<i>Start to Finish</i>).....	16
2.6. Tampilan awal <i>Navisworks Manage</i> tahun 2023	18
3.1. Denah lokasi objek penelitian.....	21
3.2. Hasil <i>output</i> dari <i>Revit</i> 2019 Gedung Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri Universitas Lampung (Khairi dkk., 2022)	22
3.3. Diagram alir penelitian tugas akhir.	25
3.4. Lanjutan diagram alir penelitian tugas akhir	26
4.1. Tampilan <i>Tool</i> NWC pada <i>software Revit</i>	28
4.2. Tampilan <i>Save As 3D modelbase</i> pada <i>software Revit</i>	28
4.3. Tampilan <i>3D modelbase</i> di <i>software Navisworks</i>	29
4.4. Tampilan <i>Quantification Workbook</i>	29
4.5. Detail <i>Quantity Takeoff</i> tiap pekerjaan.....	30
4.6. <i>Export Quantity Takeoff</i> ke <i>software Ms.Excel</i>	30
4.7. Koefisien tenaga kerja pada <i>Ms.Excel</i>	31
4.8. <i>Input</i> informasi pada <i>tab Project Information</i>	40

4.9. <i>Input informasi project pada tab Change Working Time.</i>	41
4.10. <i>Input details pada tab Change Working Time.</i>	41
4.11. <i>Input pekerjaan pada Tabel Ms.Project</i>	41
4.12. <i>Merubah Task Mode menjadi Auto Schedule</i>	42
4.13. <i>Menginput hubungan antarpekerjaan</i>	42
4.14. <i>Gantt Chart pekerjaan struktur dan arsitektur</i>	42
4.15. <i>Menampilkan jalur kritis pada diagram batang</i>	43
4.16. <i>Menampilkan jalur kritis pada Task Name</i>	43
4.17. <i>Tampilan Selection Tree</i>	45
4.18. <i>Tampilan jendela Sets</i>	45
4.19. <i>Tampilan Selection Set yang tersimpan</i>	46
4.20. <i>Tampilan rekapitulasi Set Object</i>	46
4.21. <i>Tampilan Timeliner</i>	47
4.22. <i>Tampilan Data Sources</i>	47
4.23. <i>Tampilan data schedule pada Data Sources</i>	47
4.24. <i>Tampilan Refresh Data Source</i>	48
4.25. <i>Tampilan Schedule pada Timeliner</i>	48
4.26. <i>Tampilan pengaturan Auto Attach Using Rules</i>	49
4.27. <i>Tampilan Timeliner Rules</i>	49
4.28. <i>Tampilan Timeliner dengan Selection Set</i>	49
4.29. <i>Tampilan pengaktifkan perintah Construct pada Task</i>	50
4.30. <i>Tampilan Tab Simulate</i>	50
4.31. <i>Tampilan Save Viewpoint dan Animation</i>	51
4.32. <i>Tampilan jendela Setting</i>	51

4.33. Tampilan <i>Tools Interval Size</i>	52
4.34. Tampilan jendela <i>Animation Export</i>	52
4.35. Tampilan simulasi penjadwalan pada hari ke-1	53
4.36. Tampilan simulasi penjadwalan pada hari ke-20	54
4.37. Tampilan simulasi penjadwalan pada hari ke-40	54
4.38. Tampilan simulasi penjadwalan minggu ke-60	55
4.39. Tampilan simulasi penjadwalan pada hari ke-80	55
4.40. Tampilan simulasi penjadwalan pada hari ke-100	56
4.41. Tampilan simulasi penjadwalan pada hari ke-120	56
4.42. Tampilan simulasi penjadwalan pada hari ke-140	57
4.43. Tampilan simulasi penjadwalan pada hari ke-160	57
4.44. Tampilan simulasi penjadwalan pada hari ke-180	58
4.45. Tampilan simulasi penjadwalan pada hari ke-200	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1. Perhitungan durasi normal dengan <i>software Microsoft Excel</i>	33
4.2. Koefisien Penurunan Produktivitas	34
4.3. Faktor Efisiensi Kerja	37
4.4. Perhitungan durasi lembur dan penambahan alat berat.....	39
4.5. <i>Scheduling</i> pekerjaan struktur dan arsitektur.....	44

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada saat ini pembangunan infrastruktur menjadi sangat pesat karena merupakan bagian penting dalam kemajuan suatu negara. Pembangunan infrastruktur pada dasarnya memiliki tujuan untuk menunjang kebutuhan infrastruktur yang terus bertambah. Inovasi-inovasi terus dikembangkan seiring dengan kemajuan teknologi yang semakin bertambah pesat. Berbagai inovasi ini menunjang setiap sektor pembangunan mulai dari kecepatan pembangunan, kemudahan dalam pelaksanaan, sampai dengan proses pemeliharaan pasca pembangunan.

Pembangunan Gedung 6 Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri (RSPTN) Universitas Lampung merupakan sebuah kawasan rumah sakit yang terdiri dari beberapa Gedung, mulai dari Gedung 1 sampai dengan Gedung 6. Rumah Sakit tersebut akan dilengkapi dengan fasilitas pendukung lainnya yang digunakan sesuai dengan fungsinya masing-masing, salah satunya terdapat Gedung 6 yang diperuntukan sebagai Rumah Sakit dengan proses perencanaan pada Gedung 6 tersebut masih menggunakan metode konvensional. Proses desain dan perencanaan bangunan menggunakan metode konvensional membutuhkan proses yang rumit dan sangat rentan terjadi *clash* antar desain yang dibuat karena belum terintegrasi antara setiap unsur dalam proses perencanaan baik dimulai dari gambar desain, penjadwalan, perencanaan biaya, dan lainnya. Oleh karena itu, penerapan metode *Building Information Modeling* (BIM) pada pembangunan Rumah Sakit ini akan mempermudah dalam proses perencanaan dan pelaksanaan konstruksi.

Proyek konstruksi selalu diawali dengan proses perencanaan. Tahap awal perencanaan diantaranya penjadwalan yang dimaksudkan agar dalam proses pelaksanaan menjadi lebih terarah, terkontrol, dan tepat waktu. Penjadwalan bertujuan agar tidak terjadi masalah akibat tertundanya suatu pekerjaan karena tidak direncanakan dengan baik. Oleh sebab itu, penggunaan konsep *Building Information Modeling* (BIM) merupakan solusi alternatif untuk pengoptimalan penggunaan waktu tiap tahap pekerjaan dalam suatu proyek.

Konsep *Building Information Modeling* (BIM) membayangkan konstruksi virtual sebelum konstruksi fisik yang sebenarnya, untuk mengurangi ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, menyelesaikan masalah, dan menganalisis dampak potensial suatu proyek konstruksi (Smith., 2007). BIM saat ini sudah berkembang di negara-negara maju. Sebagian besar perusahaan konstruksi di Indonesia masih menggunakan perangkat lunak konvensional seperti *AutoCad* untuk mendesain gambar, *SAP* untuk analisis struktur, *Microsoft Excel* untuk perhitungan volume dan biaya, dan *Microsoft Project* untuk penjadwalan. BIM mengubah seluruh konsep perencanaan dengan memperkenalkan suatu proses untuk mengembangkan desain dan dokumentasi konstruksi seperti gambar, rincian pengadaan, dan spesifikasi lainnya dapat dengan mudah saling terkait (S. Azhar et al., 2008).

Building Information Modeling (BIM) dapat menciptakan kesatuan arsitektur, struktur, MEP (*Mechanical, Electrical, Plumbing*), penjadwalan proyek, hingga estimasi harga pada sebuah proyek. BIM saat ini semakin populer dan diyakini akan mempercepat proses perencanaan dan pengerjaan proyek. Dalam sebuah proyek seringkali mengalami perubahan-perubahan dalam pengerjaannya yang seringkali memakan waktu yang cukup lama dan tidak efisien dalam penjadwalan serta perhitungan biaya, untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan penggunaan metode *Building Information Modeling* (BIM). Penelitian akhir ini akan membahas penerapan metode *Building Information Modeling* (BIM) pada Gedung 6 Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri Universitas Lampung dengan alat bantu *software Autodesk Navisworks Manage 2023* sehingga diharapkan

akan mendapatkan hasil penjadwalan proyek yang telah terkoneksi ke pemodelan dan menampilkan penjadwalan dalam bentuk visual 4 Dimensi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas diatas dapat diambil rumusan masalah diantaranya:

1. Bagaimana cara merencanakan penjadwalan proyek dengan metode *Building Information Modeling* (BIM) menggunakan *software Navisworks Manage*?
2. Bagaimana cara menghitung durasi pekerjaan menggunakan metode normal dan metode lembur yang disertai dengan penambahan alat berat?
3. Berapa lama durasi total hasil analisis penerapan *4D Scheduling Simulation* dengan konsep *Building Information Modeling* (BIM)?

1.3. Batasan Masalah

Pembahasan dalam penelitian ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut:

1. Gedung yang dimodelkan adalah Gedung 6 Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri (RSPTN) Universitas Lampung.
2. Pengolahan data berdasarkan data *3D BIM Revit* yang diperoleh dari penelitian sebelumnya dalam memperoleh *quantity takeoff* pada Gedung 6 Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri (RSPTN) Universitas Lampung.
3. Penjadwalan proyek dilakukan dengan menggunakan *software Autodesk Navisworks Manage 2023*.
4. Penelitian tidak mencakup perhitungan untuk analisis struktur dan pekerjaan MEP (*Mechanical, Electrical, Plumbing*).
5. Penjadwalan proyek tidak mencakup pekerjaan struktur pondasi.
6. Perhitungan bekisting disesuaikan dengan RAB dari proyek yang sudah ditetapkan sebelumnya.

7. Perhitungan durasi alat berat hanya digunakan pada pekerjaan pengecoran.
8. Analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) yang digunakan tahun 2016 dikarenakan pembangunan dilaksanakan pada tahun 2018.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk memenuhi persyaratan akademis Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Lampung, sedangkan secara khusus adalah sebagai berikut:

1. Memodelkan Gedung 6 Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri (RSPTN) Universitas Lampung dengan menerapkan konsep *Building Information Modeling* (BIM) dalam 4D.
2. Mengetahui cara memperoleh durasi pekerjaan pada proyek menggunakan metode normal dan metode lembur yang disertai penggunaan alat berat.
3. Mengetahui penjadwalan dan tahapan pelaksanaan pekerjaan dengan penerapan *Building Information Modeling* (BIM) dalam analisis 4D *Scheduling Simulation* menggunakan *software Navisworks Manage*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui hal-hal yang perlu diperhatikan dalam merencanakan Gedung dengan menerapkan konsep *Building Information Modeling* (BIM).
2. Sebagai bahan pembelajaran dalam memahami konsep *Building Information Modeling* (BIM) dalam 4D.
3. Referensi untuk melihat pengaruh penjadwalan dan kinerja waktu terhadap pelaksanaan proyek konstruksi Gedung.
4. Mengetahui progres pekerjaan selama pelaksanaan proyek.
5. Sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Building Information Modeling (BIM)*

Building Information Modeling (BIM) merupakan salah satu perkembangan yang paling menjanjikan dalam industri arsitektur, rekayasa dan konstruksi (AEC). Dengan teknologi BIM, model bangunan yang akurat dalam bentuk virtual dibangun secara digital. Model ini dikenal sebagai model informasi bangunan yang dapat digunakan untuk perencanaan, desain, konstruksi, dan pengoperasian fasilitas. Hal ini membantu arsitek, insinyur, dan kontraktor dalam memvisualisasikan apa yang akan dibangun untuk mengidentifikasi potensi desain, konstruksi, atau masalah operasional (Azhar., 2011).

Building Information Modeling (BIM) mengandung geometri yang tepat dan data relevan yang diperlukan untuk mendukung kegiatan konstruksi, fabrikasi, dan pengadaan yang diperlukan untuk mewujudkan bangunan. BIM juga mengakomodasi banyak fungsi yang diperlukan untuk memodelkan siklus bangunan dan memfasilitasi desain yang lebih terintegrasi rendah serta durasi proyek berkurang (Eastman et al., 2008). BIM adalah seperangkat teknologi, proses, kebijakan yang seluruh prosesnya berjalan secara kolaborasi dan integrasi dalam sebuah model digital. Penggunaan BIM dalam pekerjaan konstruksi, proses desain, pengadaan, dan pelaksanaan konstruksi dapat dengan mudah terhubung. Selain itu, memungkinkan pelaku yang terlibat dalam suatu proyek bekerja secara kolaborasi (Eastman et al., 2011).

Bentuk pengaplikasian BIM untuk perencanaan sebuah proyek merupakan penggabungan dari hasil beberapa perangkat lunak konvensional sekaligus, hal ini merupakan sebuah kemajuan efisiensi perencanaan proyek (Berlian et al., 2016). Penggunaan BIM pada konstruksi dapat diperoleh *3D*, *4D*, *5D*,

6D, dan bahkan sampai 7D. 3D adalah obyek pemodelan; 4D adalah urutan penjadwalan material, pekerja, luasan waktu; 5D termasuk estimasi biaya dan part-list; 6D mempertimbangkan dampak lingkungan termasuk analisis energi dan deteksi konflik; 7D adalah untuk fasilitas manajemen.

2.1.1. Manfaat *Building Information Modelling* (BIM)

Menurut (Eastman et al., 2011) manfaat penggunaan BIM berupa:

1. Manfaat pra konstruksi untuk *owner*
 - a. Peningkatan kolaborasi dengan *Integrated Project Delivery*.
 - b. Peningkatan kinerja dan kualitas bangunan.
2. Manfaat desain
 - a. Visualisasi desain yang lebih akurat.
 - b. Tingkat koreksi tinggi ketika membuat perubahan desain.
 - c. Menghasilkan gambar 2D yang akurat dan konsisten disetiap tahap desain.
 - d. Beberapa kolaborasi disiplin desain.
 - e. Memudahkan pemeriksaan terhadap desain.
 - f. Memperkirakan biaya selama tahap desain.
 - g. Meningkatkan efisiensi energi dan keberlanjutan energi.
3. Manfaat konstruksi dan fabrikasi
 - a. Menemukan kesalahan desain sebelum konstruksi/mengurangi konflik.
 - b. Bereaksi cepat untuk desain atau masalah proyek.
 - c. Menggunakan model desain sebagai dasar komponen fabrikasi.
 - d. Implementasi yang lebih baik dan teknik konstruksi ramping.
 - e. Sinkronisasi pengadaan dengan desain dan konstruksi.
4. Manfaat setelah konstruksi
 - a. Mengelola dan mengoperasikan fasilitas yang lebih baik.
 - b. Mengintegrasikan dengan operasi sistem manajemen fasilitas.
 - c. Peningkatan komisioning dan serah terima informasi fasilitas.

Building Information Modelling (BIM) telah berkembang dari dimensi dasar 3D dan 4D ke dimensi 5D, 6D, dan 7D yang lebih canggih dengan tujuan

untuk meningkatkan tingkat pemahaman suatu proyek konstruksi (Panteli, Kylili and Fokaides., 2020). Berikut penjelasan dimensi-dimensi pada BIM:

a. *3D/ parametric data for collaborative work*

BIM 3D membantu pihak terkait proyek untuk mengelola kolaborasi multidisiplin secara lebih efektif dalam memodelkan dan menganalisis masalah spasial dan struktural yang kompleks. Manfaat dominannya adalah peningkatan visualisasi dan komunikasi maksud desain, peningkatan kolaborasi multidisiplin dan mengurangi pengerjaan ulang karena kesalahan komunikasi pada tahap desain.

b. *4D/scheduling*

BIM 4D memungkinkan untuk mengekstraksi dan memvisualisasikan progres kegiatan selama masa proyek sehingga dari pembuatan hingga pengawasan jadwal pekerjaan menjadi lebih optimal.

c. *5D/estimating*

BIM 5D digunakan untuk pelacakan anggaran dan kegiatan biaya terkait proyek. 5D dilakukan bersamaan dengan 3D (model) dan 4D (waktu) memungkinkan pihak terkait proyek untuk memvisualisasikan data kemajuan kegiatan mereka dan biaya dari waktu ke waktu.

d. *6D/sustainability*

6D BIM, mengacu pada pemodelan informasi bangunan 6 dimensi yang banyak digunakan yang diterapkan dalam industri konstruksi. Dimensi ini menghubungkan komponen CAD 3D dengan semua aspek informasi manajemen siklus hidup proyek. Beberapa elemen utama yang termasuk dalam analisis BIM 6D adalah analisis emisi CO², pengelolaan limbah, analisis energi, dan analisis termal.

e. *7D/building management*

BIM 7D memungkinkan pihak terkait manajemen bangunan untuk mengetahui dan melacak data aset yang relevan seperti status komponen, spesifikasi, manual pemeliharaan/operasi, dan lainnya dengan lebih detail serta relevan terhadap kondisi bangunan.

2.2. 4D Building Information Modeling (BIM)

BIM 4D termasuk kedalam elemen dari dimensi *Building Information Modeling* (BIM) yang memanifestasikan penjadwalan proyek yang terintegrasi dengan model yang telah dibuat. Dapat disimpulkan bahwa 4D BIM merupakan penyatuan antara 2D model dengan 3D model terhadap penjadwalan. 4D BIM digunakan untuk memperoleh informasi program yang akurat dan visualisasi yang menunjukkan bagaimana proyek akan berkembang secara berurutan. Informasi terkait waktu untuk elemen tertentu dapat mencakup informasi tentang waktu tunggu, berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk memasang/membangun, waktu yang diperlukan untuk mengoperasikan, urutan dimana komponen harus dipasang, dan ketergantungan pada area lain dari proyek.

Building Information Modeling (BIM) 4D adalah kombinasi antara model 3D dengan penjadwalan guna menggambarkan serta menyimulasikan proses tahapan pada suatu proyek konstruksi. Model 4D memungkinkan bagi perancang untuk melakukan komunikasi berbentuk visual serta merancang kegiatan dalam kondisi ruang dan waktu (Adriyansyah., 2019). BIM 4D memungkinkan untuk mengekstraksi dan memvisualisasikan progres kegiatan selama masa proyek sehingga dari pembuatan hingga pengawasan jadwal pekerjaan menjadi lebih optimal. Menurut (Garrido et al., 2017) simulasi dan visualisasi BIM 4D dapat meningkatkan efisiensi dalam proses perencanaan proyek konstruksi dan Simulasi 4D dalam hal kontrol visual dinyatakan 40% lebih tinggi dibandingkan dengan perencanaan konvensional. BIM 4D dapat mengidentifikasi aktivitas *overlapping* dan menganalisis tingkat risiko untuk masalah *overlap* jadwal (Moon et al., 2015).

Ada beberapa aspek yang ada pada 4 dimensi, diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. *Project schedule and phasing.*
- b. *Just in time schedule.*
- c. *Installation schedule*

d. Payment visual approval

e. Last planner schedule

f. Critical point

2.3. Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah ilmu tentang manajemen yang diterapkan dalam kegiatan berupa proyek yang mana menggambarkan kesepakatan antar sumber daya dan manusia untuk melaksanakan suatu kegiatan dalam jangka waktu yang relatif, dan setelah kegiatan ini berakhir maka manajemen proyek pun ikut dibubarkan (Heizer & Render., 2006). Manajemen proyek merupakan semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal perencanaan proyek hingga berakhirnya proyek yang menjamin pelaksanaan proyek terhadap waktu, biaya dan mutu (Wulfarm I., 2004). (Prasetya dkk., 2009) menyatakan bahwa terdapat tiga fase yang dibahas sebagai garis besar dalam manajemen proyek untuk memperlancar berlangsungnya sebuah proyek, yaitu:

1. Perencanaan

Tahap ini mencakup tentang menetapkan tujuan akhir, mendefinisikan proyek dan organisasi timnya.

2. Penjadwalan

Tahap dimana orang, uang, dan bahan saling berhubungan untuk kegiatan khusus yang saling berkaitan dengan kegiatan lainnya.

3. Pengendalian

Tahap dimana perusahaan melakukan pengawasan terhadap anggaran, sumber daya dan mutu. Perusahaan juga dapat mengubah kembali rencana dan mengelola sumber daya yang ada agar dapat memenuhi kebutuhan waktu dan biaya.

Dalam manajemen proyek, Suatu proyek dikatakan baik jika penyelesaian proyek tersebut efisien ditinjau dari segi waktu dan biaya serta mencapai efisiensi kerja, baik manusia maupun alat.

2.4. Penjadwalan

Menurut (Husen., 2011) penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian proyek. Penjadwalan termasuk kegiatan pengalokasian waktu yang tersedia untuk masing – masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada.

Pengelolaan waktu dalam proyek bertujuan agar proyek dapat diselesaikan tepat waktu bahkan lebih cepat dari rencana dengan memperhatikan segi biaya, mutu dan waktu. Secara garis besar penjadwalan proyek digunakan sebagai acuan kapan dan bagaimana proyek harus dilaksanakan oleh *project team* untuk mencapai target sesuai dengan *project scope*. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penyusunan penjadwalan proyek yaitu durasi pekerjaan, urutan pekerjaan, dan produktivitas. Dalam perhitungan dan penyusunan jadwal pelaksanaan proyek pada umumnya dibantu dengan penggunaan aplikasi *Microsoft Excel* dan *Microsoft Project*.

2.5. *Work Breakdown Structure* (WBS)

Work Breakdown Structure (WBS) merupakan cara yang digunakan untuk mengelompokkan pekerjaan - pekerjaan dari sebuah proyek menjadi bagian paling kecil sehingga mudah untuk diatur (Soeharto., 2012). WBS digunakan untuk memecah tiap proses pekerjaan menjadi tingkat yang lebih detail yang dimaksudkan agar tingkat keakuratan terhadap proses perencanaan lebih baik. Namun terlalu sering melakukan *breakdown*, maka semakin rumit juga *schedule* yang akan dibuat (Husen., 2009).

Salah satu *software* yang biasa digunakan untuk membuat WBS yaitu *Microsoft Project*. WBS mengurai atau membagi proyek kedalam komponen yang lebih kecil dan lebih mudah diatur yang biasa disebut *work packages*. *Work package* memberikan dasar logis untuk mendefinisikan kegiatan proyek dan menugaskan sumber daya yang dimiliki kedalam setiap kegiatan tersebut menjadi seluruh pekerjaan proyek teridentifikasi,

(Husen., 2009) membagi manfaat WBS dalam proses perencanaan menjadi tiga, yaitu:

1. Menganalisis WBS dapat melibatkan manajer fungsional dan personel yang lain dalam meningkatkan setiap detail dan kelengkapan aktivitas proyek.
2. Menjadi dasar penjadwalan dan perencanaan anggaran proyek.
3. Menjadi pengontrol dalam pelaksanaan proyek, karena dapat dibandingkan dengan jadwal aktivitas dan penyimpanan biaya.

Tujuan *Work Breakdown Structure* (WBS) adalah:

1. Mengurangi kompleksitas
2. Fasilitas penjadwalan dan pengendalian
3. Estimasi biaya (*Cost Estimation*)
4. Penyusunan anggaran (*Cost budgeting*)
5. Identifikasi aktivitas (*Activity Defenation*)

2.6. Microsoft Excel

Microsoft Excel adalah sebuah program aplikasi lembar kerja *spreadsheet* yang menjadi salah satu bagian dalam *Microsoft Office* yang dibuat dan didistribusikan oleh *Microsoft Corporation* untuk sistem operasi *Microsoft Windows* dan *Mac OS*. *Microsoft Excel* digunakan untuk mengolah data secara otomatis yang dapat berupa perhitungan dasar, rumus, pemakaian fungsi-fungsi, pengolahan data dan Tabel, pembuatan grafik dan manajemen data. Pemakaian rumus sendiri dapat berupa penambahan, pengurangan, perkalian dan lain sebagainya.

Microsoft Excel memiliki fitur kalkulasi dan pembuatan grafik dengan menggunakan strategi marketing *Microsoft* yang agresif dan menjadikan *Microsoft Excel* sebagai salah satu program komputer yang populer digunakan dalam komputer mikro hingga saat ini. *Microsoft Excel* berada dibawah sistem operasi *windows* yang memiliki keunggulan berbasis grafik (*Grafic user interface/GUI*) yang dikembangkan oleh *Microsoft*, artinya sistem ini selain digunakan untuk mode grafis juga memiliki kelebihan untuk melaksanakan tugas ganda/*multitasking*.

2.7. *Microsoft Project*

Microsoft Project merupakan *software* yang membantu dalam bidang manajemen proyek dalam hal mengembangkan rencana, mengelola anggaran dan menganalisis beban kerja (Napsiyana, 2014). *Microsoft Project* digunakan untuk pengolah data administrasi yang digunakan untuk melakukan suatu perencanaan, pengelolaan, pengawasan, dan pelaporan dari suatu proyek. Metode kerja program *Microsoft Project* ini dapat membuat jalur kritis berdasarkan prioritas (*Critical Path*) yang ditampilkan dalam *Gantt chart*, mengatur durasi dan jadwal aktivitas, mengatur hubungan antar aktivitas, menentukan *milestone* dan *constraint* dari sebuah proyek, melakukan *tracking* pada jadwal proyek, menentukan target proyek.

Hasil keluaran dari program *Microsoft Project* dapat berupa tampilan Tabel, grafik *Gantt Chart*, kemajuan dan optimasi proyek serta dapat berkolaborasi dengan *Microsoft Office* seperti *Microsoft Excel*. Keunggulan dalam *Microsoft Project* adalah kemampuannya dalam menangani perencanaan suatu kegiatan, pengorganisasian, dan pengendalian waktu serta biaya yang mengubah input data menjadi output data sesuai tujuannya.

Keuntungan dalam *Microsoft Project* adalah dapat melakukan penjadwalan produksi secara efektif dan efisien, informasi biaya dapat diperoleh secara langsung selama periode, mudah untuk melakukan modifikasi dan penyusunan jadwal produksi yang tepat akan lebih mudah dihasilkan dalam waktu yang cepat.

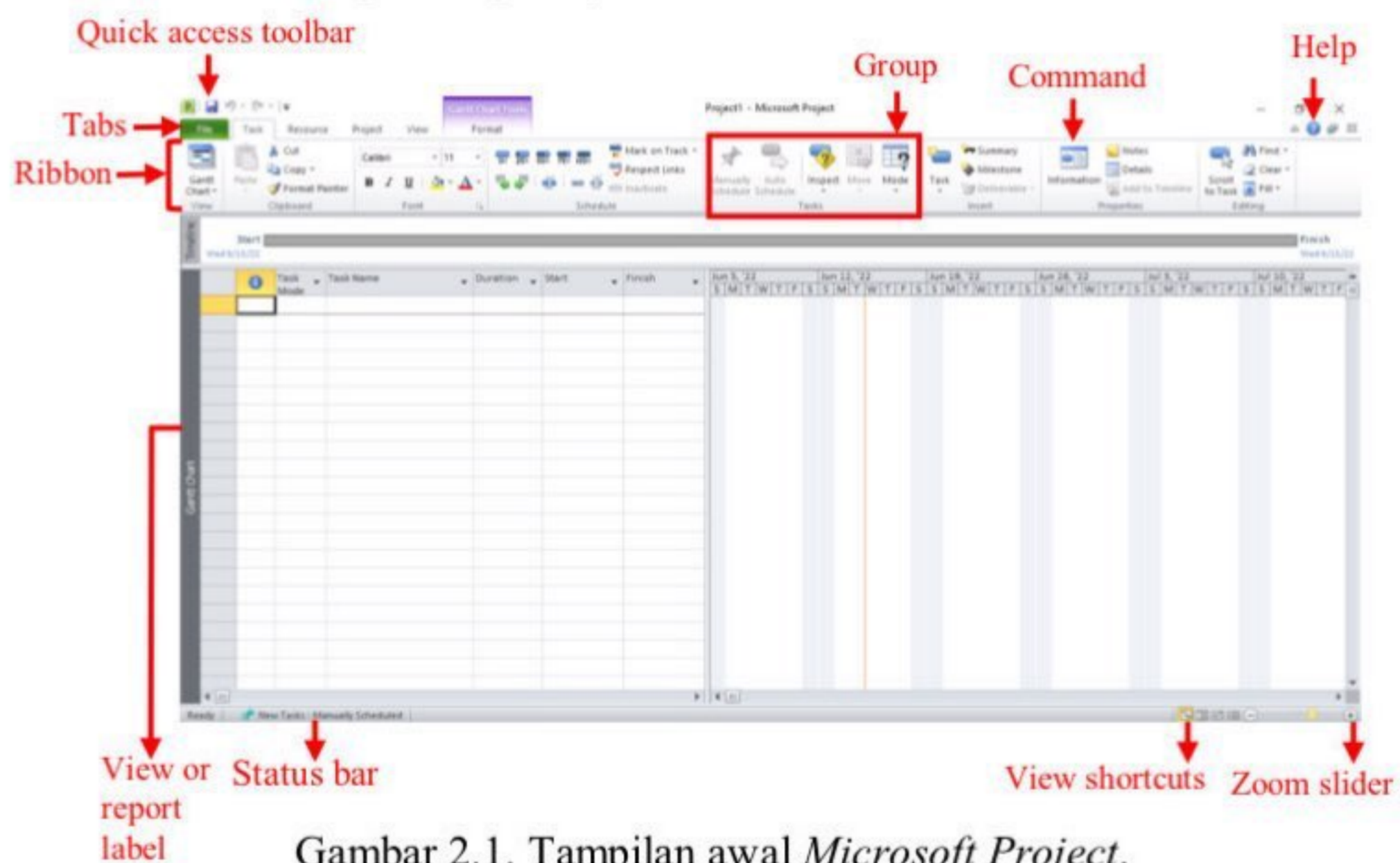
Tujuan penjadwalan dalam *Microsoft Project* yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui durasi proyek
2. Mengendalikan jadwal yang dibuat
3. Membuat durasi optimal
4. Mengalokasikan sumber daya (*resource*) yang digunakan

Komponen yang dibutuhkan pada jadwal yaitu sebagai berikut.

1. Kegiatan (rincian tugas dan tugas utama)
2. Durasi kerja tiap kegiatan
3. Hubungan antar tiap pekerjaan
4. *Resource* (tenaga kerja, pekerja, bahan).

Pada gambar dibawah ini terdapat tampilan awal halaman *Microsoft Project* tahun 2010 dan bagian-bagiannya.



Gambar 2.1. Tampilan awal *Microsoft Project*.

Beberapa istilah yang sering digunakan dalam pengoperasian Program *Microsoft Project* seperti yang tertera pada gambar 2.1. sebagai berikut :

- a. *Quick Access Toolbar*, yaitu area yang dapat disesuaikan dimana dapat ditambahkan perintah yang sering digunakan.
- b. *Tabs* pada *ribbon* mengganti menu *pull-down* dan *toolbar* yang mungkin sudah dikenal. *Ribbon* berisi perintah yang akan digunakan selama pengerjaan proyek.

- c. *Group*, adalah kumpulan perintah yang terkait. Setiap tab dibagi menjadi beberapa kelompok.
- d. *Command*, yaitu fitur spesifik yang digunakan untuk melakukan tindakan dalam proyek. Setiap tab berisi beberapa *command*. Beberapa perintah, seperti *Cut* yang ada di *tab Task*, *Change Working Time* pada *tab Project*, dan sebagainya.
- e. *View or Report Label*, muncul disepanjang tepi kiri tampilan aktif *Microsoft project*. Proyek mencakup puluhan tampilan, jadi ini adalah pengingat praktis tentang tampilan aktif.
- f. *View Shortcuts*, memungkinkan untuk beralih dengan cepat antara beberapa tampilan yang sering digunakan di Proyek.
- g. *Zoom Slider*, memperbesar tampilan aktif yang masuk atau keluar.
- h. *Status Bar*, menampilkan beberapa detail penting seperti mode penjadwalan tugas baru (manual atau otomatis) dan apakah filter telah diterapkan pada tampilan aktif.
- i. Menu *Shortcut* dan *Mini Toolbar* dapat diakses dengan mengklik kanan sebagian besar item pada sebuah tampilan aktif.
- j. Nama Tugas (*Task Names*)
Task merupakan lembar kerja yang berisi tentang rincian pekerjaan. Jenis pekerjaan dalam suatu proyek sering disebut dengan istilah *Task*. Jenis pekerjaan ini ada yang bersifat global, bahkan sampai pada rincian pekerjaan yang bersifat detail. Nama tugas harus mudah dikenali dan masuk akal bagi orang-orang yang akan mengerjakan proyeknya.
- k. Durasi (*Duration*)
Durasi merupakan jangka waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Proyek dapat bekerja dengan durasi tugas yang berkisar dari menit ke bulan, tergantung pada cakupan rencana yang disepakati. Memberikan durasi pada tugas adalah satu manfaat penggunaan *Microsoft Project* dan pekerjaan dapat lebih terorganisir.
- l. *Start*
Start adalah tanggal dimulainya aktifitas atau pekerjaan. Nilai *start* dapat diisi pada saat awal pengisian *microsoft project*, yaitu pada saat

perencanaan. *Microsoft project* dapat dibuat *auto-scheduled*, sehingga tanggal mulai pada semua aktivitas dapat terisi secara otomatis dengan adanya relasi antar pekerjaan.

m. *Finish*

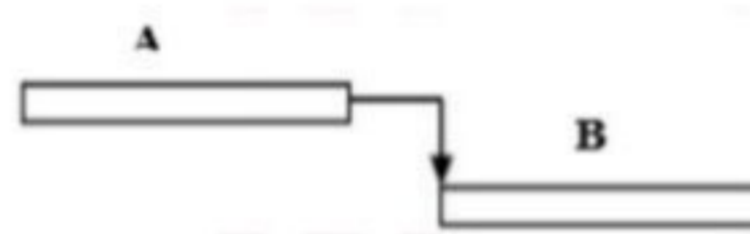
Finish adalah tanggal berakhirnya pekerjaan. Tanggal *finish* juga akan terisi secara otomatis jika pada aktifitas sudah diisi tanggal *start* dan durasi.

n. *Predecessor*

Predecessor merupakan hubungan keterkaitan antara suatu pekerjaan dengan pekerjaan yang lainnya. Dalam *Microsoft Project* ada 4 macam hubungan antar pekerjaan, yaitu:

a. FS (*Finish to Start*)

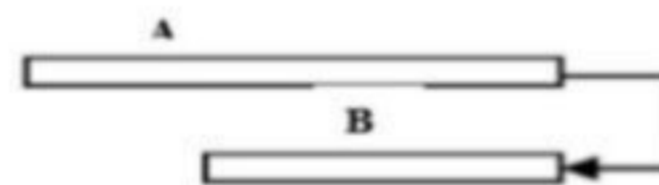
Suatu pekerjaan baru boleh dimulai (B) jika pekerjaan yang lain (A) selesai.



Gambar 2.2. FS (*Finish to Start*).

b. FF (*Finish to Finish*)

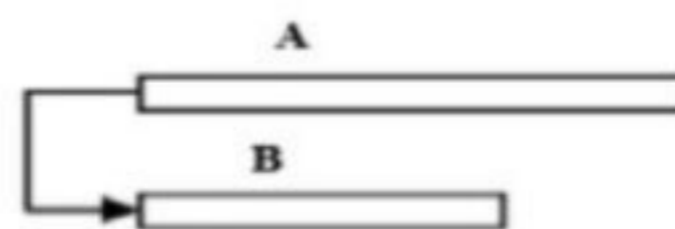
Suatu pekerjaan (A) harus selesai bersamaan dengan pekerjaan lain (B).



Gambar 2.3. FF (*Finish to Finish*).

c. SS (*Start to Start*)

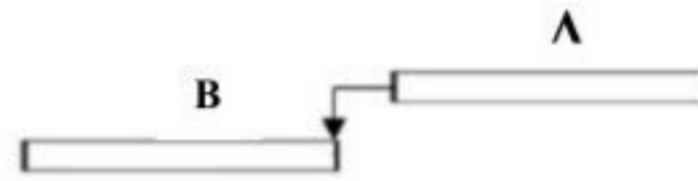
Suatu pekerjaan (A) harus dimulai bersamaan dengan pekerjaan lain (B).



Gambar 2.4. SS (*Start to Start*).

d. SS (*Start to Finish*)

Suatu pekerjaan (b) baru boleh diakhiri jika pekerjaan lain (A) dimulai.



Gambar 2.5. SF (*Start to Finish*).

6. *Resources*

Sumber daya, baik sumber daya manusia maupun material dalam *Microsoft Project* disebut dengan *resources*.

7. *Baseline*

Baseline adalah suatu rencana baik jadwal maupun biaya yang telah ditetapkan.

8. *Gantt Chart*

Gantt Chart merupakan salah satu bentuk tampilan dari *Microsoft Project* yang berupa batang-batang horizontal yang menggambarkan masing-masing pekerjaan beserta durasinya.

2.8. *Autodesk Navisworks Manage*

Navisworks sangat penting dalam tahap pertama proyek yaitu tahap pra-konstruksi, mengontrol, dan memprediksi hasil proyek dari awal perencanaan. Koordinasi model dan deteksi benturan disertakan untuk membantu mendeteksi masalah apapun sebelum konstruksi sebenarnya dimulai. Ada juga simulasi model, animasi, agregasi data dalam satu model, dan banyak fitur lainnya.

Fitur-fitur dalam *software Navisworks* dapat memperoleh lebih banyak kontrol pada proyek konstruksi. *Tool-tool* pada *Navisworks* memungkinkan memperoleh koordinasi yang lebih baik, konstruksi simulasi, dan analisis keseluruhan proyek untuk mereview proyek yang terintegrasi. Beberapa *products Navisworks* menyertakan simulasi tingkat lanjut dan *validation tools*. *Product software Navisworks* yang tersedia ada 3 yaitu : *Navisworks Freedom*, *Navisworks Manage* dan *Navisworks Simulate*.

Berikut beberapa fitur-fitur yang terdapat pada *software Navisworks*

1. *BIM 360 Glue Integration*

Integrasi yang lebih jauh dengan menggunakan *BIM 360 Glue* yang menyediakan *cloud connectivity* serta membagikan data dan *workflows* dengan *BIM 360 project*.

2. *Detect clashes and check interference*

Antisipasi yang lebih baik dan membantu mengurangi terjadinya *clash* dan gangguan dari masalah-masalah sebelum konstruksi bangunan, serta meminimalisir keterlambatan serta pengerjaan ulang.

3. *Model file and data aggregation*

Menggabungkan beberapa desain dan data konstruksi bangunan menjadi satu model dengan menggunakan model *publishing*, data dan model *aggregation tools*.

4. *Simulate animation and models*

Menganimasikan serta menginteraksikan dengan objek untuk simulasi model yang lebih baik.

Software Navisworks memiliki beberapa fungsi didalamnya yang mendukung kinerja menjadi lebih baik. Berikut beberapa fungsi dari *software Navisworks*:

1. *Coordination*

- a. Berbagi data dan arus pekerjaan menggunakan *BIM 360 projects*.
- b. Membuka *software Navisworks* kedalam AutoCAD.
- c. Melihat *clashes* dalam konteks untuk membantu menemukan serta menyelesaikan konflik.
- d. Membuat *views* dan membagikannya dengan menggunakan *Navisworks* ataupun *BIM 360 Glue*.
- e. *Clash and interference management*.
- f. Mendeteksi, dan mengidentifikasi dan mengatur *clashes* yang lebih efektif.

2. *Model Review*

- a. Model file dan pengumpulan data untuk menggabungkan desain dan data konstruksi menjadi satu model.

- b. Objek animasi 3D dan simulasi suatu model.
- c. *Whole-team project review* untuk menyediakan akses yang sama guna melihat keseluruhan tampilan *project* secara 3D.

3. Model *simulation and analysis*

- a. Penjadwalan suatu proyek (4D) yang mencakup waktu dan biaya.
- b. Mengembangkan animasi dan gambar 3D yang menarik
- c. Menganimasikan dan berinteraksi dengan model-model

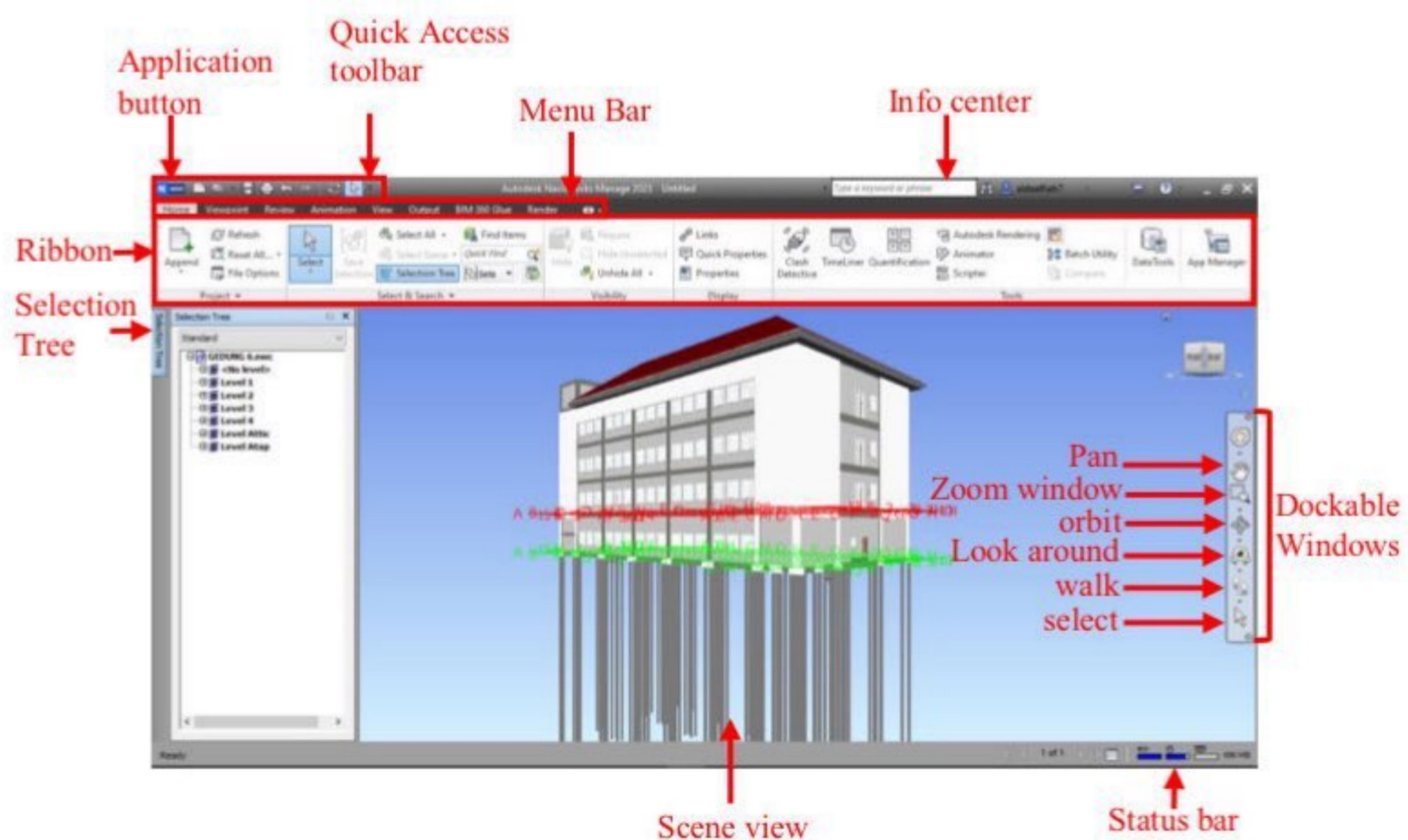
4. *Project Viewing*

- a. Membuat render untuk model proyek secara keseluruhan
- b. Meninjau sebuah proyek yang terintegrasi selama pembangunan
- c. Mendukung berbagai format dan aplikasi

5. *Quantification*

- a. Mendukung dalam bentuk 2D dan 3D
- b. Menghasilkan jumlah *workbooks*
- c. Didukung dalam bentuk *Adobe PDF Files*
- d. Didukung untuk *PDF Sheets 2D*

Dibawah ini tampilan awal halaman *Navisworks Manage* tahun 2023 dan bagian-bagiannya:



Gambar 2.6. Tampilan awal *Navisworks Manage* tahun 2023.

Beberapa istilah yang sering digunakan dalam pengoperasian Program *Navisworks Manage* seperti yang tertera pada gambar 2.6. sebagai berikut:

a. *Application button*

Dalam menu utama ini Anda akan menemukan menu yang biasa kita temukan pada hampir semua aplikasi *windows*, seperti *new, open, save, save as, export, publish, print, send by email, recent documents and options*.

b. *Quick access toolbar*

Terletak pada bagian atas jendela aplikasi, *Quick access toolbar* menampilkan beberapa menu seperti *new, open, save, print, undo, redo, refresh*, dan *select*.

c. *Info center*

Info center membantu untuk mencari informasi mengenai panduan atau permasalahan yang ditemui dalam menggunakan *Navisworks*, cukup ketikkan sebuah kata maka secara otomatis akan membawa ke bagian *Help*.

d. *Ribbon*

Ribbon adalah palet yang menampilkan semua tombol tugas dan kontrol. *Ribbon* dibagi beberapa *tab* dengan masing-masing *tab* yang mendukung kegiatan tertentu. Beberapa *tab* yang ada pada *Navisworks* yaitu *home, viewpoint, review, animation, view, output, bim 360 glue*, dan *render*.

e. *Scene View*

Scene View adalah area dimana kita melihat dan berinteraksi dengan model 3D pada tampilan *Navisworks*.

f. *Dockable Windows*

Fitur *Dockable Windows* terdiri atas menu *pan, zoom window, orbit, look around, walk, select* yang digunakan untuk melihat model 3D dengan berbagai sisi.

g. *Selection Tree*

Menu yang menampilkan seluruh item pekerjaan berdasarkan urutan kerja beserta informasinya.

h. Clash detection

Fitur yang digunakan untuk mendeteksi adanya tabrakan yang terjadi antar objek yang sedang dimodelkan.

i. TimeLiner

Fitur yang berisi menu *tasks, data sources, configure, simulate*. Fitur ini digunakan untuk menyimulasikan *3D* model kedalam bentuk *4D simulation scheduling*.

j. Quantification

Fitur yang digunakan untuk menghitung *quantity* elemen secara otomatis. Dengan cara *drag and drop* tiap item pekerjaan pada menu *selection tree* kedalam *quantification workbook*.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah berasal dari Gedung 6 Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri (RSPTN) Universitas Lampung yang berlokasi di Jalan Prof. Dr. Ir. Soemantri Brojonegoro No. 1, Kota Bandar Lampung.



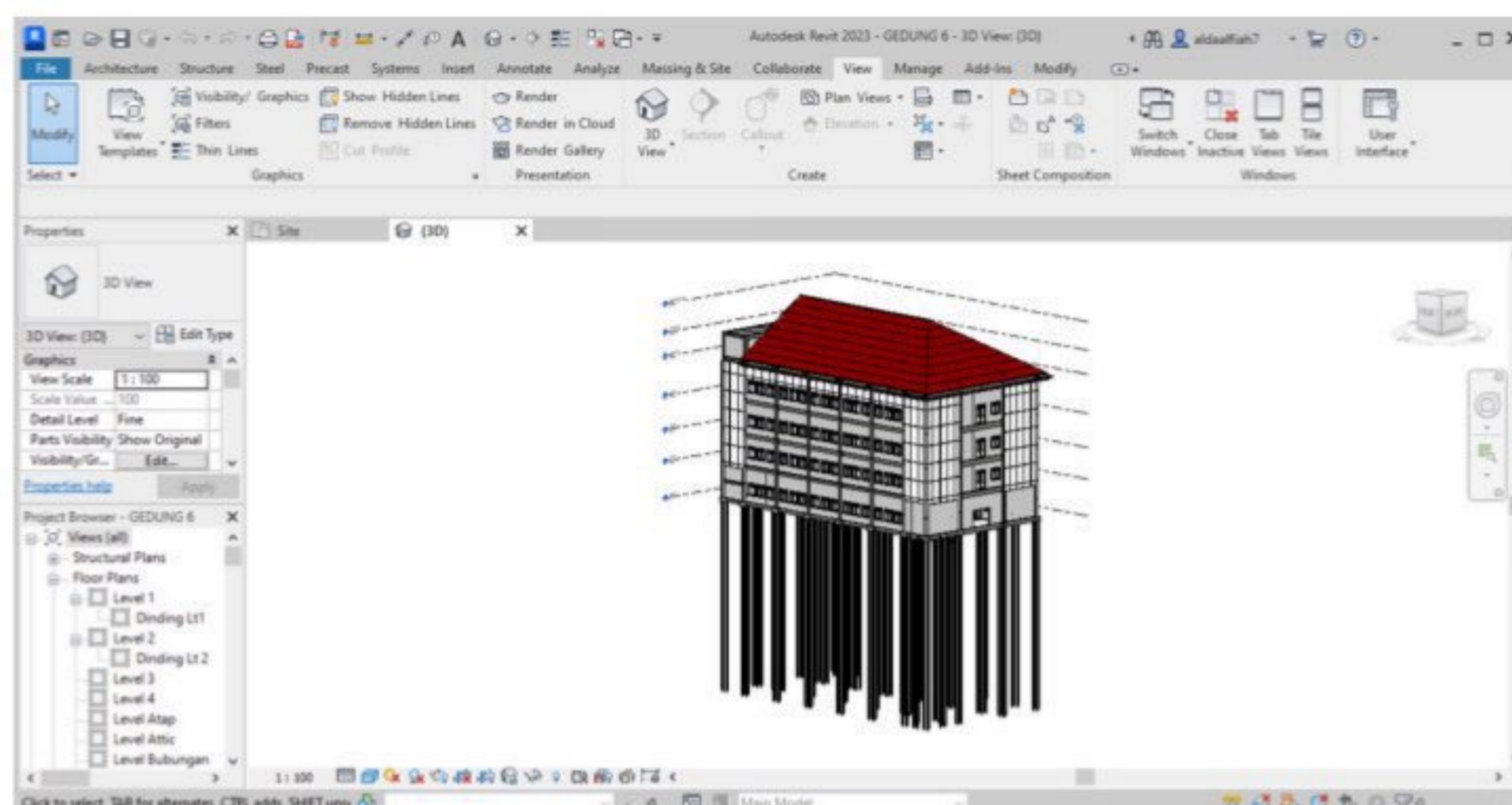
Gambar 3.1. Denah lokasi objek penelitian.

Koordinat : 5°22'11.52"S 105°14'20.92"E
Sumber : Google Earth, 2022

3.2. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) tahun 2016 yang didapatkan dari Peraturan Menteri PUPR Nomor 28/PRT/M/2016 dan data pada penelitian sebelumnya yaitu penelitian (Khairi dkk., 2022) yang memodelkan *3D Modelbase* pada proyek pembangunan Gedung Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri

Universitas Lampung menggunakan *software Revit 2019*. Berikut data hasil *output* dari *Revit 2019* yang sudah dimodelkan.



Gambar 3.2. Hasil *output* dari *Revit 2019* Gedung Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri Universitas Lampung (Khairi dkk., 2022).

2.4. Perangkat Lunak

Dalam pengimplementasian konsep BIM untuk mewujudkan *4D Scheduling Simulation* dibutuhkan beberapa perangkat lunak guna tercapainya tujuan penelitian ini. Berikut adalah perangkat lunak yang diperlukan.

1. *Software Revit*

Untuk penelitian ini diperoleh *3D Modelbase* dari proyek penelitian sebagai *object* untuk kolaborasi dengan rencana jadwal dalam implementasi konsep BIM. Faktor dipilihnya *software* ini karena *Revit* sendiri mampu menghasilkan *output* berupa *quantity take off* atau *bill of quantity* yang diperlukan dalam suatu proyek. Dengan *software Revit*, tahapan pekerjaan untuk mendapatkan *quantity take off* menjadi lebih sederhana jika dibandingkan dengan cara konvensional.

2. *Microsoft Excel*

Program ini digunakan untuk menginput volume yang telah dihasilkan dari program bantu *software Revit* dan menginput data

koefisien tenaga kerja dalam dokumen analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) tahun 2016.

3. *Microsoft Project*

Program ini digunakan dalam rencana *time schedule* setelah melakukan estimasi durasi tiap item pekerjaan berdasarkan urutan pekerjaan yang jelas. Penjadwalan dengan *Ms. Project* dilakukan dengan memasukkan item pekerjaan, durasi dan *predecessor* sesuai hubungan ketergantungan setiap pekerjaan disetiap kolom pada program *Ms. Project*.

4. *Autodesk Navisworks Manage*.

Software Autodesk Navisworks berfungsi sebagai pengintegrasi antara *3D Modelbase* yang berisi informasi *quantity take off* tiap pekerjaan dan *scheduling* dari *software Ms. Project* pada setiap pekerjaan. Faktor pemilihan *software Autodesk Navisworks Manage* dikarenakan *software* tersebut adalah salah satu dari *software* yang termasuk *Building Information Modelling (BIM) product* yang mampu menghasilkan *output* berupa proses penjadwalan *4D Scheduling* dengan *3D Modelbase* yang digunakan dalam suatu pembangunan proyek.

2.5. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan maksud memperoleh *4D Schedule Simulation* dengan mengimplementasikan konsep *Building Information Modelling (BIM)* dengan bantuan *software Navisworks Manage* guna mendapatkan rencana penjadwalan dari hasil estimasi durasi pekerjaan pada suatu proyek konstruksi. Berikut ini adalah tahapan penelitian yang dilakukan:

a. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan adalah dengan mencari dan membaca banyak literatur yang memiliki hubungan dengan penulisan penelitian yaitu estimasi durasi pekerjaan, penjadwalan, *Microsoft Project* dan *Building Information Modelling (BIM)* berupa *software Navisworks*.

b. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan penulis berupa *3D Modelbase* yang berisi informasi *quantity takeoff* setiap pekerjaan yang sudah dimodelkan dengan *software Revit* dan dokumen analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) tahun 2016 sesuai peraturan menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan (PUPR) nomor 28/PRT/M/2016. Analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) menggunakan tahun 2016 dikarenakan pembangunan Gedung ini berlangsung pada tahun 2018. Selanjutnya data yang dikumpulkan menjadi acuan dalam mengestimasi durasi aktivitas pekerjaan serta pengimplementasian konsep *4D Scheduling* menggunakan *software Navisworks Manage*.

c. Rencana Kebutuhan Tenaga Kerja

Perencanaan alokasi tenaga kerja pada suatu pekerjaan konstruksi dimaksudkan agar mengoptimalkan tenaga kerja yang tersedia sehingga mampu memberikan waktu suatu pekerjaan menjadi lebih optimal dan terkontrol.

d. Estimasi Durasi Pada Setiap Pekerjaan

Pada tahapan ini dilakukan estimasi durasi pada tiap pekerjaan dibutuhkan data volume pekerjaan, koefisien tenaga kerja dan jumlah tenaga kerja yang telah direncanakan. Perkiraan durasi didapatkan dengan perhitungan jam kerja normal yaitu 8 jam/hari dan jam kerja lembur dengan penambahan 3 jam didapatkan total jam kerja yaitu 11 jam/hari. Pengoperasian estimasi dibutuhkan *software* berupa *Microsoft Excel*.

e. Rencana Jadwal dengan *Software Microsoft Project*

Pada tahapan ini direncanakan penjadwalan dengan menimbang hubungannya terhadap setiap pekerjaan dalam urutan kerja diproyek serta memasukkan hubungan keterkaitan pekerjaan sehingga mampu memberikan durasi total pada setiap item pekerjaan. Menampilkan jalur kritis yang dihasilkan agar mencegah proyek mengalami keterlambatan.

f. Implementasi 4D Schedule Simulation

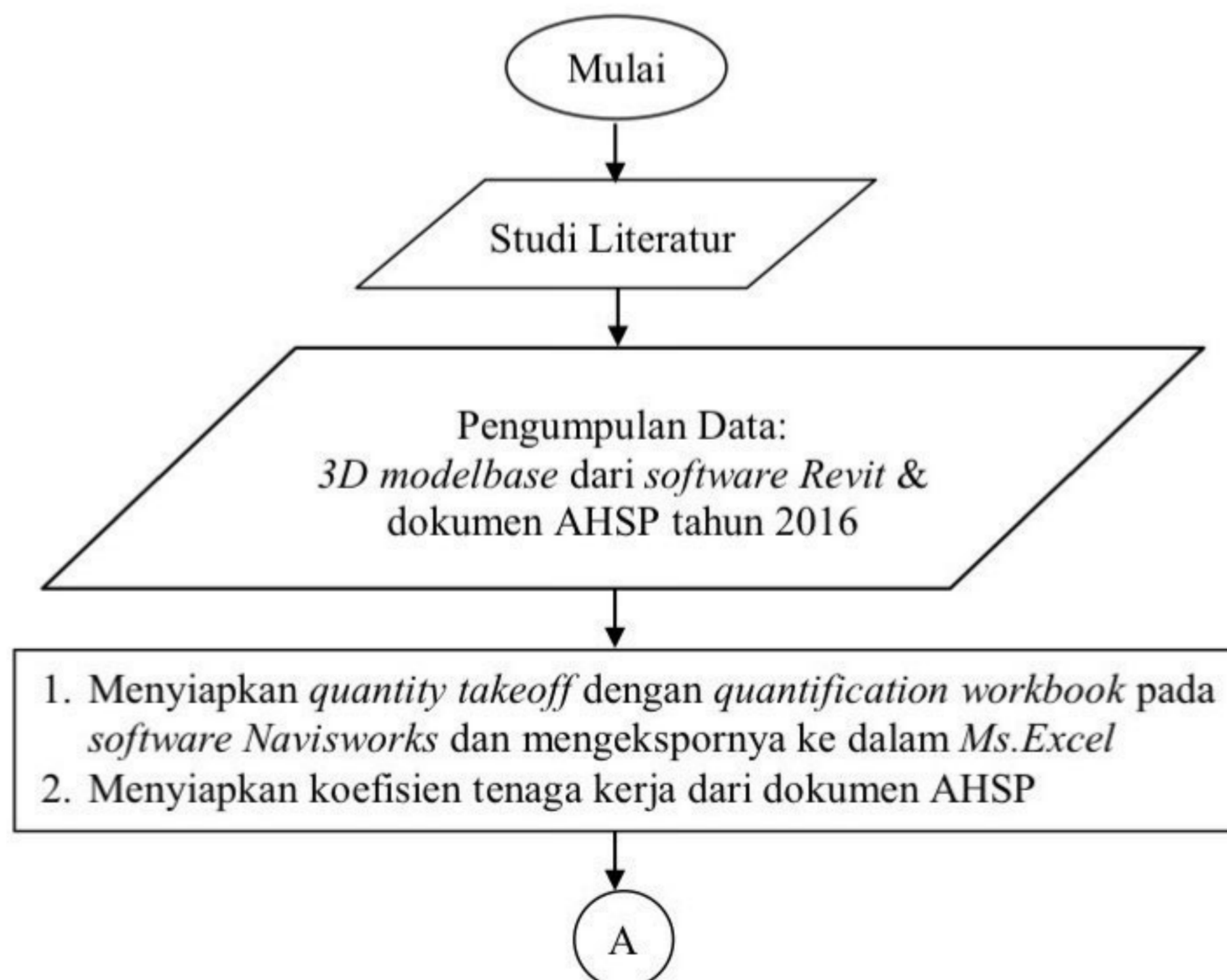
Pada tahapan ini dilakukan kolaborasi antara *3D Modelbase* dari *software Revit* dan rencana jadwal pada *software Ms. Project* agar terintegrasi yang mana kedua data ini diolah pada *software Navisworks* sehingga memperoleh *4D Schedule Simulation* yang menampilkan simulasi penjadwalan pekerjaan secara visual berbasis waktu.

g. Kesimpulan dan Saran

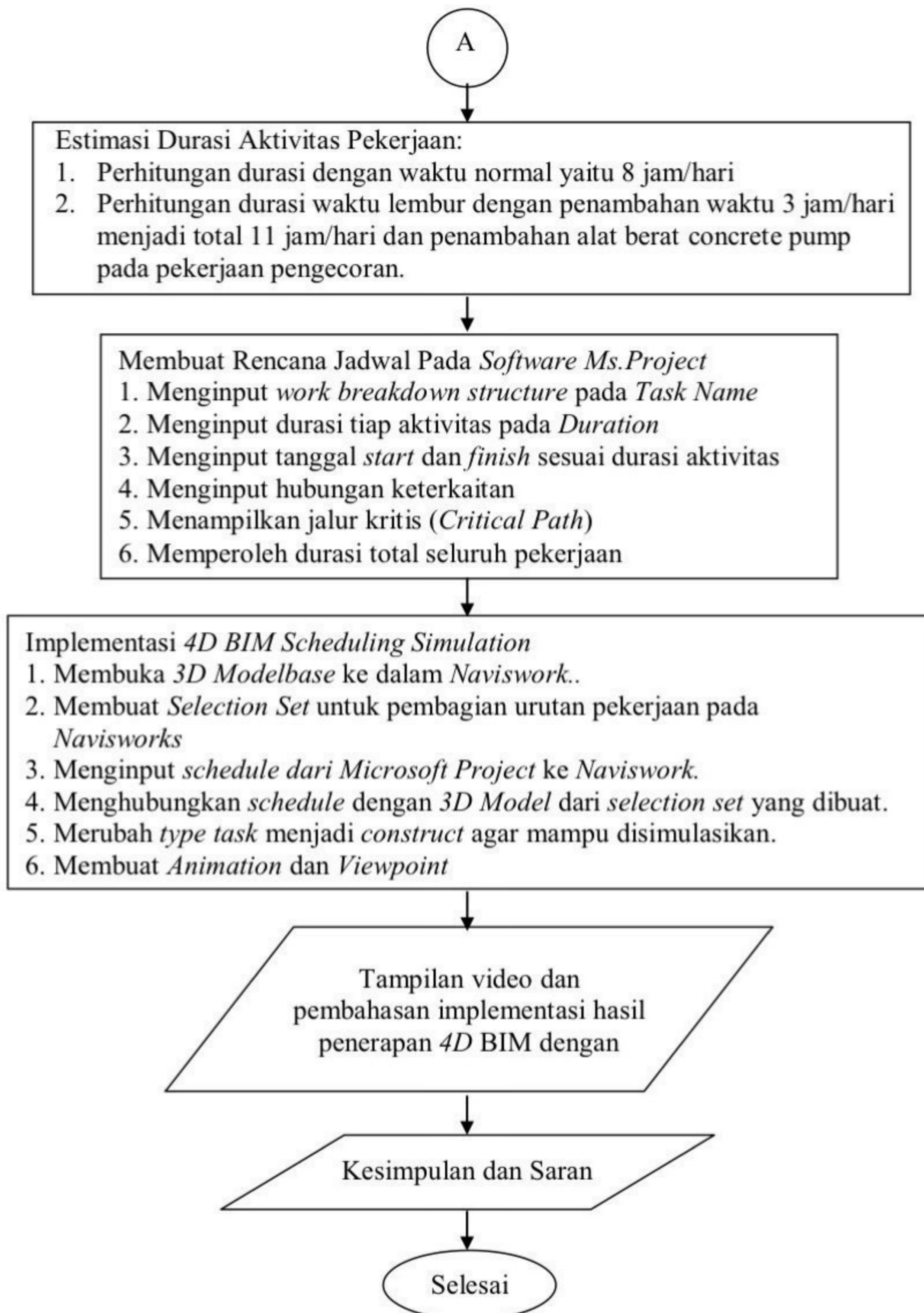
Hasil dari data-data pemodelan dan penyusunan penjadwalan disimpulkan dan didiskusikan agar mendapatkan saran untuk penelitian agar dapat dijadikan referensi atau dikembangkan menjadi lebih baik untuk penelitian kedepannya.

2.6. Diagram Alir Penelitian

Langkah – langkah yang dilakukan guna penyelesaian penelitian tugas akhir ini yaitu berdasarkan pada diagram alir berikut:



Gambar 3.3. Diagram alir penelitian.



Gambar 3.4. Lanjutan diagram alir penelitian.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai proses implementasi konsep *Building Information Modeling* (BIM) dalam memperoleh *4D Scheduling Simulation* pada pekerjaan Gedung 6 Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri (RSPTN) Universitas Lampung dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil analisis waktu jika hanya menggunakan tenaga kerja dengan durasi kerja normal 8 jam/hari didapatkan total durasi pekerjaan yaitu 272 hari.
2. Hasil analisis waktu jika dilakukan menggunakan alat berat dan metode *crashing* dengan penambahan jam kerja (lembur) selama 3 jam pada pekerjaan yang berada pada jalur kritis didapat pengurangan durasi pekerjaan menjadi 200 hari dengan perbedaan selisih waktu 72 hari.
3. Hasil penjadwalan dengan sistem lembur menggunakan *Autodesk Naviswork Manage* didapatkan total durasi yang direncanakan yaitu 200 hari dengan *start date* 1 Februari 2019 dan *finish date* 19 Agustus 2019 dengan jam kerja pada hari Senin – Minggu dimulai pada pukul 08.00 s/d 12.00 WIB dilanjutkan pukul 13.00 s/d 17.00 WIB ditambah dengan waktu lembur 3 jam dari pukul 19.00 s/d 22.00 WIB.
4. Jalur kritis pada proyek ini terletak pada pekerjaan pembersihan lapangan, pekerjaan seluruh kolom dan balok atap. Pada pekerjaan pembesian dan bekisting balok *tie beam*, balok lantai *attic*, pelat lantai 2 sampai 4. Pada pekerjaan pembesian balok lantai 2 sampai lantai 3 dan seluruh pekerjaan dinding bata. Pada pekerjaan pekerjaan plesteran & acian lantai 4 serta pada pekerjaan aluminium *composite* dinding luar.
5. Pemodelan BIM *4D* memberikan visualisasi pekerjaan pada Gedung 6 RSPTN Universitas Lampung yang ditampilkan per 20 hari dengan jumlah 200 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Adriansyah. 2019. Faktor-Faktor Berpengaruh dalam Penerapan *Critical Chain Project Management* dan *Building Information Modeling (BIM) 4D* pada Pekerjaan Struktur Gedung Hunian Bertingkat Tinggi. *Rekayasa Sipil*, vol. 8, no. 1, hal 1-8.
- Autodesk. 2023. *Revit: BIM software for designers, builders, and doers*. Available at: <https://autodesk.com>, (Accessed: 10 March 2022).
- Autodesk. 2023. *Navisworks Manage: BIM Software for analysis, design simulation, and project review*. Available at: <https://autodesk.com>, (Accessed: 10 March 2022).
- Azhar, S. 2011. *Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for The AEC Industry. Leadership and Management in Engineering*, vol. 11, no. 3, hal 241–252.
- Berlian PCA, Adhi RP, 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*. vol. 5, no. 2, hal 220-229.
- Eastman, C. M., Teicholz, P., Sacks, R., and Liston, K. 2008. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Architects, Engineers, Contractors, And Fabricators*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Eastman, C. M., Teicholz, P., Sacks, R., and Liston, K. 2011. *BIM Handbook 2nd Edition: A Guide to Building Information Modelling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Garrido, A., García, J., Reyes Rodríguez, A. M. 2017. *A quantitative analysis on the feasibility of 4D Planning Graphic Systems versus Conventional Systems in building projects. Sustainable Cities and Society*. hal 378–384.
- Google Earth. 2022. Lokasi Objek Penelitian. Available at: <https://earth.google.com> (Accessed: 1 April 2022).
- Heizer, J., B. Render. 2006. *Operation Management*. Edisi Terjemahan. Jakarta: Salemba Empat.
- Husen, Abrar. 2011. *Manajemen Proyek Edisi Revisi: Perencanaan Penjadwalan & Pengendalian Proyek*. Yogyakarta. Andi Offset.
- Khairi, Ilham Fajar., Bayzoni., Husni, Hasti Riakara., dan Siregar, Amril Ma'ruf.

5.2. Saran

Saran yang dapat menjadi masukan bagi penelitian selanjutnya dalam pemodelan *Building Information Modeling* (BIM) dengan menggunakan *software Autodesk Naviswork Manage* diantaranya sebagai berikut:

1. Sebaiknya untuk penelitian selanjutnya koefisien alat dapat digunakan pada pekerjaan lainnya sebagai pengganti pekerja yang diperlukan agar nantinya dapat mempercepat durasi pada proyek.
2. Hasil penelitian *4D Scheduling Simulation* pada pekerjaan struktur dan arsitektur dapat dikembangkan kedalam *5D Cost Simulation* dan dapat juga dilakukan *4D Scheduling Simulation* pada seluruh pekerjaan pada suatu proyek dalam perencanaannya. Kemudian dapat pula dikembangkan kedalam *6D* sebagai pekerjaan yang berkelanjutan dan *7D* sebagai manajemen lingkungan pada suatu proyek konstruksi.
3. Dalam memperoleh *4D Scheduling simulation* juga dapat dilakukan oleh *product* BIM lainnya yaitu *Asta Powerproject* yang dapat berkolaborasi terhadap *3D Modelbase*.
4. Untuk mendapatkan produktivitas alat pada pekerjaan pengecoran beton *ready mix*, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada alat berat yang lain dengan kapasitas alat yang berbeda.

2022. Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) Menggunakan *Software Autodesk Revit* Studi Kasus Gedung 6 RSPTN Universitas Lampung. *Jurnal JRSDD*, Edisi Maret 2022, vol. 10, no. 1, hal 001-014.
- Moon, H., Kim, H., Kamat, V. R., & Kang, L. 2015. *BIM-Based Construction Scheduling Method Using Optimization Theory for Reducing Activity Overlaps*. *Journal of Computing in Civil Engineering*, vol. 29, no. 3.
- Napsiyana, A. G. 2014. Perencanaan dan Pengendalian Jadwal dengan menggunakan Program *Microsoft Project Professional 2013* dalam Pengelolaan Proyek. *Jurnal UNSIL*, hal 1-22.
- Panteli, C., Kylili, A. and Fokaides, P.A. 2020. *Building Information Modeling Applications in Smart Buildings: From Design to Commissioning and Beyond A Critical Review*. *Journal of Cleaner Production*. vol 265, no 1.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2016 Tahun 2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta. 1 Agustus 2016.
- Prasetya, H., F. Lukiasuti. 2009. *Manajemen Operasi Edisi Pertama*. Yogyakarta: Media Pressindo.
- Rochmanhadi. 1984. *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- S. Azhar, A. Nadeem, J. Y. N. Mok, dan B. H. Y. Leung. 2008. *Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects*. *First International Conference on Construction in Developing Countries (ICCIDC-I)*. Karachi, Pakistan. hal 4-5.
- Smith, D. 2007. *An Introduction to Building Information Modelling (BIM)*. *Journal of Building Information Modeling*. *National Institute of Building Sciences: An Authoritative Source of Innovative Solutions for the Built Environment*. hal 4-12.
- Soeharto, Iman. 1997. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta. Erlangga.
- Wulfarm I, Ervianto. 2004. *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi* Yogyakarta. Salemba Empat. hal 272.