

TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI KONSEP 4D BIM DALAM RENCANA PENJADWALAN PEKERJAAN ELEKTRIKAL DAN PLAMBING (IMPLEMENTATION OF 4D BIM CONCEPT IN ELECTRICAL AND PLUMBING JOB SCHEDULING PLAN)

(Studi Kasus Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai Sleman Yogyakarta)

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Fadel Ali Akbar
15511170**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI KONSEP 4D BIM DALAM RENCANA PENJADWALAN PEKERJAAN ELEKTRIKAL DAN PLAMBING (IMPLEMENTATION OF 4D BIM CONCEPT IN ELECTRICAL AND PLUMBING JOB SCHEDULING PLAN)

Disusun Oleh:

Fadel Ali Akbar
15 511 170

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji Pada Tanggal, **3 Mei** 2021

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing I

26 Mei
2021

Penguji I

Penguji II

Vendie Abma, S.T., M.T. Fitri Nugraheni, ST., M.T., Ph.D. Adityawan Sigit, S.T., M.T.
NIK : 155111310 NIK : 005110101 NIK: 155110108

Mengesahkan,



Program Studi Teknik Sipil

Sri Anini Yuni A, M.T.
NIK : 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian Program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian – bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang–undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 26 Mei 2021
Yang men



Fadel Ali Akbar
15511170

Bismillahirrahmanirrahim

Dengan Rahmat Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang Dengan ini Saya mempersembahkan karya ini untuk kedua orang tua saya Bapak Asrial dan Ibu Winda Emmy yang telah memberikan doanya serta kasih sayang tiada henti terhadap saya sehingga saya mampu menyelesaikannya Tugas Akhir ini dengan baik.

Untuk Saudara dan saudari saya Abi Ali Farmadi, Syalma Tiara, dan Syalfo Tiara saya mengucapkan banyak terima kasih telah memberikan semangat tiap harinya sehingga saya bisa terus bersemangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Untuk Seseorang spesial, Saya mengucapkan banyak terima kasih telah memberikan banyak semangat kepada saya, mendengarkan seluruh masalah dengan tanpa lelah sehingga pada akhirnya saya mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Terakhir, terima kasih kepada seluruh teman dekat saya di jurusan Teknik Sipil yang telah menemani saya selama kurang lebih 6 tahun belajar bersama di Kampus Universitas Islam Indonesia, semoga dikemudian hari kita bisa berjumpa kembali dengan keadaan yang lebih baik.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena atas ijin-Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Implementasi Konsep Building Information Modeling (BIM) Dalam Rencana Penjadwalan Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing dengan semaksimal mungkin. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah kepada junjungan Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat serta pengikut beliau hingga akhir zaman.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tentunya banyak hambatan yang dihadapi dan menjadi penghambat dalam proses penyelesaiannya. Namun, berkat saran, kritik, dan dorongan dari beberapa pihak, Alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, saya sebagai penulis ingin mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

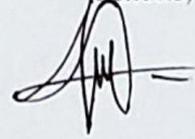
1. Ibu Dr. Ir. Sri Ammini Yuni Astuti, M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Vendie Abma, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan memberikan tambahan ilmu dengan saran-saran yang membangun selama penyusunan tugas akhir ini.
3. Ibu Fitri Nugraheni S.T.,M.T., Ph.D. selaku dosen penguji I yang telah memberikan tambahan ilmu dengan saran-saran yang membangun selama penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Adityawan Sigit, S.T., M.T. selaku dosen penguji II yang telah memberikan tambahan ilmu dengan saran-saran yang membangun selama penyusunan tugas akhir ini.

5. Seluruh dosen, laboran, karyawan, dan asisten Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmu dan fasilitas selama masa perkuliahan penulis.
6. Teman – teman yang telah senantiasa mendukung dalam penyelesaian Tugas Akhir.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap, semoga penelitian dalam Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 26 Mei 2021

Penulis,



Fadel Ali Akbar
15511170

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
DEDIKASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Implementasi Konsep <i>Building Information Modeling (BIM)</i>	5
2.2 Implementasi Konsep 4D Building Information Modeling (BIM)	5
2.3 Implementasi Software Navisworks	6
2.4 Software Revit	6
2.5 Estimasi Durasi Aktivitas Pekerjaan dan Rencana Jadwal	7
2.6 Tabel Perbandingan Penelitian	8
2.7 Posisi Penelitian	12
BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1 Proyek	13

3.2 Manajemen Proyek	14
3.3 Lean Construction	15
3.4 Building Information Modeling	16
3.4.1 Istilah Dalam Building Information Modeling	20
3.4.2 Dimensi Konstruksi BIM Dan Tingkat Implementasi (Maturity Level)	22
3.4.3 Informasi Standar BIM	24
3.4.4 Proses Pelaksanaan BIM Pada Lingkup Project	26
3.4.5 Implementasi BIM Pada Tahapan Konstruksi	26
3.5 4D <i>Building Information Modeling</i>	27
3.6 Autodesk Naviswork	30
3.7 Pekerjaan Sistem Instalasi Elektrikal	31
3.7.1 Prinsip-Prinsip Dasar Instalasi	32
3.8 Pekerjaan Sistem Instalasi Plumbing	33
3.8.1 Hal Umum Sistem Instalasi Plumbing	34
3.9 Rencana Penjadwalan	35
3.10 Program Microsoft Project	41
BAB IV METODE PENELITIAN	44
4.1 Waktu Dan Lokasi Penelitian	44
4.2 Objek Penelitian	44
4.3 Data Penelitian	44
4.4 Perangkat Lunak	45
4.5 Pemodelan dan Estimasi <i>Quantity Take Off</i> Material Elektrikal Dan Plumbing	46
4.6 Tahapan Penelitian	49
4.6.1 Sudi Literatur	50
4.6.2 Pengumpulan Data	50
4.6.3 Perencanaan <i>Work Breakdown Structure (WBS)</i> dan Hubungan Keterkaitan	50
4.6.4 Rencana Kebutuhan Tenaga Kerja	50
4.6.5 Estimasi Durasi Aktivitas Pekerjaan Elektirak dan	51

Plumbing	
4.6.6 Rencana Jadwal dengan Software Microsoft Project dengan Bantuan Software Ms.Project	52
4.6.7 Implementasi <i>4D Schedule Simulation</i>	53
4.7 Bagan Alir Penelitian	53
BAB V DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN	56
5.1 Data Penelitian	56
5.1.1 Informasi Data Proyek	56
5.1.2 <i>3D ModelBase</i> pada <i>Software RevitMEP</i>	56
5.1.3 Dokumen Analisa Harga Satuan Pekerjaan	56
5.1.4 Dokumen Penjadwalan Proyek	56
5.2 Analisis Data	57
5.2.1 Perencanaan Work Breakdown Structure (WBS) dan Hubungan Keterkaitan	58
5.2.2 Rencana Perletakkan Tenaga Kerja	64
5.2.3 Estimasi Durasi Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing	65
5.2.4 Rencana Jadwal dengan <i>Software Microsoft Project</i>	76
5.2.5 <i>4D Scheduling Simulation</i> dengan <i>Software Navisworks</i>	80
5.2.6 <i>Output 4D Scheduling Simulation</i> dari <i>Software Navisworks</i>	88
5.3 Pembahasan	96
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	102
6.1 Kesimpulan	102
6.2 Saran	102
DAFTAR PUSTAKA	104

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian	9
Tabel 3.1 Perbandingan Proyek Berkonsep Umum dan Lean	15
Tabel 3.2 Tahapan Dan Keluaran BIM	26
Tabel 5.1 Work Breakdown Structure Pekerjaan Elektrikal dan Plambing	59
Tabel 5.2 Hubungan Keterkaitan Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plambing	61
Tabel 5.3 Alokasi Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plambing	64
Tabel 5.4 Quantity Take Off Pekerjaan Elektrikal dan Plambing	69
Tabel 5.5 Rekapitulasi Koefisien Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Elektrikal	72
Tabel 5.6 Rekapitulasi Koefisien Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Plambing	74
Tabel 5.7 Scheduling Pekerjaan Elektrikal dan Plambing	78
Tabel 5.8 Durasi Pekerjaan Elektrikal dan Plambing pada Proyek	97
Tabel 5.9 Durasi Pekerjaan Elektrikal dan Plambing dalam Penelitian	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Flowchart Clash Detection	19
Gambar 3.2 Dimensi <i>Building Information Modeling</i>	24
Gambar 3.3 Work Breakdown Structure	37
Gambar 3.4 <i>Gantt Chart</i> Pada <i>Microsoft Project</i>	41
Gambar 3.5 FS (<i>Finish to Start</i>)	42
Gambar 3.6 FF (<i>Finish to Finish</i>)	42
Gambar 3.7 SS (<i>Start to Start</i>)	43
Gambar 3.8 SS (<i>Start to Finish</i>)	43
Gambar 4.1 Lokasi Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai	44
Gambar 4.2 Flowchart Pemodelan <i>Architectural Template</i>	47
Gambar 4.3 Flowchart Pemodelan <i>Electrical dan Plumbing Template</i>	48
Gambar 4.4 Flowchart Analisis <i>Quantity Take Off</i> Material Elektrikal Dan Plumbing sesuai <i>Work Breakdown Structure</i>	49
Gambar 4.5 Flowchart Estimasi Durasi Aktivitas	51
Gambar 4.6 Flowchart Pengaplikasian <i>Microsoft Project</i>	52
Gambar 4.7 Flowchart Tahapan <i>4D Scheduling Simulation</i>	53
Gambar 4.8 Flowchart Penelitian Tugas Akhir	54
Gambar 5.1 Tampilan <i>Tool NWC</i>	57
Gambar 5.2 Tampilan <i>Save As 3D ModelBase</i> ke <i>Navisworks</i>	58
Gambar 5.3 Tampilan <i>3D ModelBase</i> di <i>Software Navisworks</i>	58
Gambar 5.4 Tampilan <i>Selection Tree</i>	66
Gambar 5.5 Tampilan Jendela <i>Selection Sets</i>	66
Gambar 5.6 Tampilan <i>Selection Set</i> yang tersimpan	67
Gambar 5.7 Tampilan Rekapitulasi <i>Selection Set</i>	67
Gambar 5.8 Tampilan <i>Quantification Workbook</i>	68
Gambar 5.9 Detail <i>Quantity Takeoff</i> Tiap Pekerjaan	68
Gambar 5.10 Import <i>Quantity Takeoff</i> ke <i>Software Ms.Excel</i>	69
Gambar 5.11 Dokumen Analisa Harga Satuan	71

Gambar 5.12 Input Informasi Proyek Pada <i>Tab Change Working Time</i>	76
Gambar 5.13 Input Pekerjaan Pada Tabel Ms.Project	76
Gambar 5.14 Input Durasi Pekerjaan	77
Gambar 5.15 Input Tanggal Awal Pekerjaan	77
Gambar 5.16 Gantt Chart Pekerjaan Plumbing dan Elektrikal	80
Gambar 5.17 Tampilan <i>Timeliner</i>	81
Gambar 5.18 Tampilan <i>Data Sources</i>	81
Gambar 5.19 Tampilan Data Schedule pada Data Sources	82
Gambar 5.20 Tampilan Refresh <i>Data Source</i>	82
Gambar 5.21 Tampilan Schedule pada Timeliner	83
Gambar 5.22 Tampilan Pengaturan <i>Auto Attach Using Rules</i>	83
Gambar 5.23 Tampilan Timeliner Rules	84
Gambar 5.24 Tampilan Timeliner dengan <i>Selection Set</i>	84
Gambar 5.25 Tampilan Pengaktifkan Perintah Construct untuk Task	85
Gambar 5.26 Tampilan Tab <i>Simulate</i>	85
Gambar 5.27 Tampilan Jendela <i>Setting</i>	86
Gambar 5.28 Tampilan <i>Tool Interval Size</i>	86
Gambar 5.29 Tampilan Jendela Animation Export	87
Gambar 5.30 Tampilan Simulasi Pekerjaan MEP 1	88
Gambar 5.31 Tampilan Simulasi Pekerjaan MEP 2	89
Gambar 5.32 Tampilan Simulasi Pekerjaan MEP 3	89
Gambar 5.33 Tampilan Simulasi Pekerjaan MEP 4	90
Gambar 5.34 Tampilan Simulasi Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (1)	90
Gambar 5.35 Tampilan Simulasi Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (1)	91
Gambar 5.36 Tampilan Simulasi Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (3)	91
Gambar 5.37 Tampilan Simulasi Pekerjaan MEP 5	92
Gambar 5.38 Tampilan Simulasi Pekerjaan MEP 6	92
Gambar 5.39 Tampilan Simulasi Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (1)	93
Gambar 5.40 Tampilan Simulasi Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (2)	93
Gambar 5.41 Tampilan Simulasi Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (3)	94
Gambar 5.42 Tampilan Simulasi Pekerjaan Aksesoris MEP Atap	94

Gambar 5.43 Tampilan Simulasi Pemasangan KWH Listrik (Lt.1)	95
Gambar 5.44 Tampilan Simulasi Pemasangan MCB BOX (Lt.1)	95
Gambar 5.45 Tampilan Simulasi Pemasangan KWH Listrik Listrik (Lt.2)	95
Gambar 5.46 Tampilan Simulasi Pemasangan MCM Box (Lt.2)	96
Gambar 5.47 Dokumen Penjadwalan Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing Proyek	100



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Dokumen *2D Drawing* Pekerjaan Elektrikal dan Plambing Proyek
- Lampiran 2. Dokumen Penjadwalan Proyek
- Lampiran 3. Dokumen Analisa Harga Satuan Pekerjaan
- Lampiran 4. Dokumen 3D Modelbase Dalam *Software Revit Image*
- Lampiran 5. Dokumen Detail *Quantity Take Off* Tiap Aktivitas
- Lampiran 6. Dokumen Wawancara Dengan Stalkholders Proyek
- Lampiran 7. Detail Kelompok Pekerja Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plambing
- Lampiran 8. Dokumen Penjadwalan dalam *Software Ms Project*
- Lampiran 9. Dokumen *4D Scheduling Simulation Images*



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

AEC	= <i>Arsitectural Engineering and Construction</i>
BIM	= <i>Building Information Modeling</i>
WBS	= <i>Work Breakdown Structure</i>
MEP	= <i>Mechanical, Electrical and Plumbing</i>
SDM	=Sumber Daya Manusia
QTO	= <i>Quantity Take Off</i>
AHSP	=Analisa Harga Satuan Pekerjaan



ABSTRAK

Pada saat ini rencana jadwal proyek banyak dilakukan secara konvensional. Kesalahan sering terjadi karena akibat ketidaktelitian. *Software Navisworks* dari *Autodesk* dengan basis *Open BIM*, integrasi antara disiplin ilmu dapat dengan mudah untuk berkomunikasi dan berkolaborasi. Untuk memperoleh rencana jadwal pekerjaan elektrikal dan plumbing dengan mengimplementasikan konsep *Building Information Modeling (BIM)*.

Seluruh proses dimulai dengan mempersiapkan model digital (3D) dari *Software Revit* ke *Software Navisworks* untuk *Scheduling (4D)*, 4D berhubungan dengan penjadwalan proyek yang mengacu pada model 3 dimensi. Urutan kerja harus benar sesuai perannya dalam rencana jadwal dan dalam memperoleh rencana jadwal dilakukan estimasi durasi aktivitas dengan software bantuan *Ms.Excel* dalam perhitungannya dengan volume pekerjaan yang diperoleh dari *Software Navisworks*. Hubungan keterkaitan antar pekerjaan elektrikal dan plumbing dalam urutan kerja di rencana jadwal ditetapkan dengan menggunakan *Software Ms.Project* sehingga menghasilkan durasi totalnya. Setelah itu mengintegrasikan rencana jadwal dan model digital (3D) di *Software Navisworks*. *Software Navisworks* melakukan simulasi jadwal berbasis 3D Model berbasis waktu secara visual yang memudahkan stakeholder proyek.

Hasil rencana jadwal menunjukkan perbedaan antara cara konvensional dan implementasi *BIM*, cara konvensional menunjukkan hasil durasi total 23 Hari, sedangkan dengan pengimplementasian *BIM* memperoleh hasil durasi total 30.64 Hari. Hasil ini diperoleh dengan pengimplementasian *BIM* yang memberikan durasi detail tiap pekerjaan sesuai urutan kerja yang benar dan hubungan keterkaitannya sesuai hasil diskusi dengan stakeholder proyek. Perbedaan kedua, cara konvensional menunjukkan rencana jadwal dalam bentuk dokumen Gantt Chart sedangkan dengan cara pengimplementasian *BIM* menunjukkan hasil rencana jadwal dalam bentuk simulasi penjadwalan (4D Scheduling Simulation) sehingga memudahkan dalam melihat proses konstruksi proyek.

Kata Kunci: *BIM*, Elektrikal, Plumbing, Estimasi Durasi, Penjadwalan, *Navisworks*, *Ms.Project*

ABSTRACT

At the moment many project schedule plans are carried out conventionally. Mistakes often occur due to inaccuracies. Navisworks software from Autodesk on an Open BIM basis, integration between disciplines can be easily communicated and collaborated. To obtain a schedule plan of electrical and plumbing work by implementing the concept of Building Information Modeling (BIM).

The whole process starts with preparing a digital model (3D) from Revit Software to Navisworks Software for Scheduling (4D), 4D relates to project scheduling which refers to a 3-dimensional model. Sequence must be correct according to its role in the schedule plan and in obtaining the schedule plan is carried out the estimated duration of the activity with Ms.Excel's assistance software in its calculation with the volume of work obtained from Navisworks Software. Predecessor between electrical and plumbing work in sequence in the schedule plan is established using Ms.Project Software so that it produces its total duration. Then, integrate schedule plans and digital models (3D) in Navisworks Software. Navisworks software can simulate time-based schedules of time-based models visually that facilitate project stakeholders.

The results of the schedule plan show the difference between conventional methods and BIM implementation, conventional methods show the results of a total duration of 23 Days. while with the implementation of BIM obtained the results of a total duration of 30.64 Days. These results are obtained by implementing BIM which provides the duration of detail of each work in the correct sequence and predecessor with the results of discussions with project stakeholders. The second difference, the conventional method shows the schedule plan in the form of Gantt Chart document while by implementing BIM shows the results of the schedule plan in the form of scheduling simulation (4D Scheduling Simulation) making it easier to see the project construction process.

Keywords: BIM, Electrical, Plumbing, Estimated Duration, Scheduling, Navisworks, Ms.Project

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri arsitektur, engineering, dan konstruksi (*AEC*) sudah lama mencari teknik guna mengurangi biaya proyek, meningkatkan produktivitas dan kualitas, dan mengurangi waktu proyek. *Building Information Modeling (BIM)* memberikan kesempatan untuk mencapai sasaran tersebut. *Building Information Modeling (BIM)* adalah salah satu cara paling menjanjikan di industri *AEC*. *BIM* mampu mensimulasikan proyek konstruksi dalam bentuk 3D. Dengan teknologi *BIM*, sebuah model yang akurat dari bangunan dapat divisualisasikan dalam bentuk 3D. ketika selesai, model 3D memuat geometri yang akurat dan keperluan data yang relevan untuk membantu konstruksi dan pengadaan pekerjaan yang diperlukan untuk merealisasikan bangunan. Hal penting yang perlu diketahui bahwa *BIM* bukan hanya sekedar *software*, *BIM* adalah sebuah proses dan *software*. *BIM* tidak hanya menggunakan model 3D tapi juga membuat perubahan yang signifikan dalam sebuah *workflow* dan proses proyek.

Dalam perencanaan konstruksi, penting untuk menghindari masalah konstruksi. Dalam perencanaan konstruksi, *BIM* telah diimplementasikan guna mendeteksi potensi masalah dalam konstruksi, seperti design clashes, biaya konstruksi yang berlebih, keterlambatan proyek dan perselisihan antara pelaku konstruksi. Salah satu aktivitas sebelum fase konstruksi yaitu perencanaan konstruksi adalah pekerjaan penting untuk mengatur proyek konstruksi.

Ada 5 jenis alat *BIM* yang disarankan oleh PWD guna implementasi *BIM* di konstruksi ; untuk Arsitektur yaitu *Revit Architecture*, untuk Teknik sipil, yaitu *Revit Structural*, untuk Ahli Mekanikal, Elektrikal dan Plumbing (*MEP*) yaitu *Revit MEP*, untuk Manajer Proyek yaitu *Navisworks* dan untuk Surveyor Kuantitas yaitu *Cost-X*.

Setiap proyek konstruksi selalu diawali dengan proses perencanaan. Perencanaan penjadwalan dimaksudkan agar dalam pelaksanaan pekerjaan menjadi lebih berurur, terkontrol, dan tepat waktu. Sehingga tidak terjadi masalah akibat tertundanya suatu pekerjaan karena tidak direncanakan dengan baik. Oleh sebab itu, penggunaan konsep *BIM* merupakan solusi alternatif untuk pengoptimalan penggunaan waktu tiap pekerjaan dalam suatu proyek.

Pekerjaan mekanikal, elektrik dan plambing (*MEP*) menjadi salah satu komponen pekerjaan yang tidak kalah penting didalam suatu proyek. Pekerjaan ini mungkin diterapkan dengan menggunakan salah satu software dari konsep *Building Information Modeling (BIM)* yaitu *Software Naviswork* yang mampu untuk mengkonektivitaskan antara *3D Modelbase* terhadap rencana jadwal yang akan dintegrasikan mejadi *4D scheduling simulation*.

Sagar, 2015 menyatakan dalam penelitiannya yaitu penjadwalan dari The worli Mixed- Use Tower project yang diintegrasikan untuk pengembangan *building information modeling* dalam *Revit*. Pemanfaatan penjadwalan mengenalkan waktu dalam empat dimensi (4D). Dengan penggunaan *BIM Product* yaitu *Revit* yang mampu dalam mewujudkan 3D Modelbase guna menciptakan urutan kerja yang jelas dalam penjadwalan suatu bangunan dengan menggunakan *BIM Product* yang mampu menampilkan 4D Scheduling yang membantu ketersediaan koordinasi yaitu *Software Navisworks*.

Penelitian saya ini merupakan pengembangan dari penelitian Hidayat (2019) dan Nugraha (2019) yang menyatakan penggunaan konsep *building information modeling* dengan membuat modeling pekerjaan elektrik dan plambing menggunakan *software Revit* sehingga mampu memperoleh *quantity takeoff* nya dan membuat rencana anggaran biayanya

Dari penelitian diatas dilakukan pengembangan berupa penerapan *4D BIM Scheduling Simulation* serta estimasi durasi pada pekerjaan elektrik dan plambing. Yang mana diharapkan mampu memberikan pengetahuan terhadap pengimplementasian *4D BIM* rencana jadwal suatu konstruksi bangunan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka rumusan masalah yang diambil adalah bagaimanakah penerapan *4D BIM* dalam estimasi durasi serta *4D scheduling Simulation* tahap perencanaan dengan mengimplementasikan konsep *Building Information System (BIM)* di pekerjaan elektrikal dan plumbing.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah memperoleh hasil penerapan *4D BIM* untuk durasi serta *4D scheduling Simulation* tahap perencanaan dengan mengimplementasikan konsep *Building Information System (BIM)* di pekerjaan elektrikal dan plumbing.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Untuk kontraktor dan konsultan perencana
Diharapkan Tugas Akhir ini bisa memberikan gambaran mengenai pentingnya pengimplementasian *Building Information Modeling (BIM)* pada pekerjaan elektrikal dan plumbing guna menghasilkan rencana penjadwalan secara sistematis dan terkoordinasi. Dan memberikan visualisasi penjadwalan.
2. Untuk mahasiswa
Mengetahui pengimplementasian konsep *Building Information Modelling (BIM)* dalam rencana penjadwalan pada pekerjaan elektrikal dan plumbing. Selain itu juga sebagai modal keterampilan mahasiswa untuk terjun ke dunia pekerjaan yang sesungguhnya dalam pengimplementasian *Building Information Modelling (BIM)* yang dibahas pada penelitian ini.

1.5 Batasan Penelitian

Pembahasan dalam Tugas Akhir ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut.

1. Pengolahan data berdasarkan data *3D BIM RevitMEP* yang diperoleh dari penelitian sebelumnya dalam memperoleh *quantity take off* dan dokumen

proyek dari Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai Sapen, Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

2. Perencanaan *4D Scheduling Simulation* dilakukan berdasarkan konsep *Building Information Modeling (BIM)* yang hanya dibatasi pada pekerjaan elektrikal dan plambing tanpa melibatkan pekerjaan struktural, arsitektural dan lainnya.
3. Estimasi durasi dilakukan dengan menggunakan data quantity takeoff dari *3D Modelbase* dan bantuan dokumen analisa harga satuan pada dokumen proyek pembangunan kos 2 lantai sapen, gondokusuman, daerah istimewa yogyakarta.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Implementasi Konsep *Building Information Modeling (BIM)*

Telaga (2018) melakukan penelitian tentang “Tinjauan Implementasi *Building Information Modeling (BIM)* pada Industri Konstruksi di Indonesia”. Penggunaan *BIM* bisa meningkatkan efisiensi proyek konstruksi. Tetapi implementasi *BIM* di Indonesia masih jarang. Penelitian dilakukan untuk meninjau implementasi *BIM* di Indonesia melalui analisa literatur. Untuk mengetahui jurnal *BIM* di Indonesia, dilakukan pencarian pada jurnal / konferensi yang terbit dalam bahasa inggris. Namun hasilnya terbatas, maka pencarian dikembangkan pada jurnal / konferensi yang terbit dalam bahasa indonesia. Diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa penelitian tentang *BIM* di Indonesia masih jarang. Dan juga, studi kasus tentang *BIM* hanya dilakukan pada proyek tertentu dan masih jarang. Tetapi, literatur memberikan kesimpulan bahwa *BIM* bisa meningkatkan efisiensi proyek, namun implementasinya dihambat oleh biaya awal yang besar, SDM yang tidak memadai, permintaan yang sedikit, kerelevanan teknologi. Peneliti memberikan kabar terkini dari level implementasi *BIM* di Indonesia.

2.2 Implementasi Konsep 4D *Building Information Modeling (BIM)*

Swapnesh dkk. (2017) melakukan penelitian tentang “Pengembangan Produktifitas dari Proyek Bangunan Menggunakan *Building Information Modeling (BIM)* dalam Simulasi Model 4D”. *BIM* merupakan konsep baru di bidang arsitektur, teknik, dan konstruksi (*AEC*) yang berbentuk model 3D dalam proses pembangunan, informasi dan manajemen data dengan digital tools dan pembangunan konstruksi secara virtual sebelum pembangunan dilakukan. *AEC* di India berada di tahap awal dalam implementasi *BIM* karena tidak menyadari tentang *BIM* dan kapasitasnya. penelitian ini berupaya menjelaskan 4D *BIM* untuk koordinasi yang baik, komunikasi dan pembagian informasi antara tim proyek

dalam hal kinerja dan waktu. Studi kasusnya ialah bangunan residential yang menjelaskan metode dan *software* yang digunakan untuk membuat model 4D *BIM* yang menunjukkan presentasi grafis dan hubungan dalam penjadwalan konstruksinya. Di studi kasus ini, *software* yang digunakan adalah *Autodesk Revit* 2016 dan *Autodesk Navisworks* 2016 untuk mengembangkan 4D. Disimpulkan bahwa 4D *BIM* ialah alternatif terbaik untuk penjadwalan proyek.

2.3 Implementasi Software Navisworks

Sonar dan Ambre (2019) melakukan penelitian tentang “Aplikasi dari 4D Teknologi *BIM* dalam Penjadwalan Konstruksi”. *BIM* adalah model berbasis konsep desain dimana bangunan dibangun secara virtual sebelum pekerjaan konstruksi dimulai. Para peneliti menunjukkan bagaimana *BIM* dapat dimanfaatkan oleh para manajer proyek sebagai alat yang baik untuk simulasi kondisi proyek. *BIM* mampu memadukan semua fase siklus hidup proyek dan berpotensi menguntungkan semua pelaku proyek. Tujuan penelitian ini juga untuk menganalisis cara *BIM* agar dapat digunakan oleh manajer bangunan. Studi kasus dilakukan pada bangunan residential di bungalow untuk menganalisis penggunaan *BIM*. Penelitian itu menunjukkan bahwa *BIM* dapat membantu manajer konstruksi dalam menyelesaikan proyek dengan sukses. Fokus ditempatkan pada analisis 3D dan 4D *BIM* (*scheduling*). penelitian dilakukan melalui analisa literatur dan studi kasus. Maka, *BIM* adalah teknologi di Industri AEC dan menyediakan pengguna dengan keakuratan dan konsistensi informasi sebuah proyek selama siklus hidupnya.

2.4 Software Revit

Nugraha (2019) melakukan penelitian Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dengan judul “Implementasi Konsep *Building Information System (BIM)* Dalam Estimasi Biaya Pada Pekerjaan Plambing”. Penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh quantity take off dalam penerapannya konsep *BIM* dengan menggunakan software *RevitMEP* 2016 yang mampu menyeluruh menampilkan informasi quantity take off (*QTO*) yang dibutuhkan dalam suatu proyek konstruksi yang hanya terbatas

pada pekerjaan plambing yang juga menggunakan software pendukung berupa *microsoft excel*. Penelitian menyimpulkan bahwa 5D BIM tentu memiliki kegunaan yang tinggi.

Hidayat (2019) melakukan penelitian Tugas Akhir pada Jurusan Tekni Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dengan judul “Implementasi Konsep *Building Information System (BIM)* Dalam Estimasi Biaya Pada Pekerjaan Elektrikal”. Penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh quantity take off dalam penerapannya konsep BIM dengan menggunakan software *RevitMEP 2016* yang mampu menyeluruh menampilkan informasi quantity take off (*QTO*) yang dibutuhkan dalam suatu proyek konstruksi yang hanya terbatas pada pekerjaan elektrikal yang juga menggunakan software pendukung berupa *microsoft excel*. Penelitian menyimpulkan bahwa 5D BIM tentu memiliki kegunaan yang tinggi.

2.5 Estimasi Durasi Aktivitas Pekerjaan dan Rencana Jadwal

Manto (2019) melakukan penelitian untuk Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik Bina Taruna Gorontalo dengan judul “Mengidentifikasi Durasi Dan Tenaga Kerja Berdasarkan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Pada Perencanaan Pekerjaan Perumahan Villa Idaman Boalemo”. Penelitian ini mengidentifikasi durasi pekerjaan berdasarkan analisa harga satuan pekerjaan dapat mengetahui potensi keterlambatan (durasi minimum) dan cara memaksimalkan waktu penyelesaian pekerjaan (durasi maksimum) dengan melakukan langkah untuk memaksimalkan berdasarkan prinsip dasar metode network planing, menentukan penggunaan tenaga kerja berdasarkan asumsi faktor pengaruh produktivitas serta mengembangkan metode penjadwalan bar chart. Hasil dari penelitian pada penelitin ini memperoleh durasi minimum 265 hari dan durasi maksimum adalah 20 hari, jumlah tenaga kerja maksimal yang dibutuhkan berdasarkan asumsi faktor produktivitas dengan komposisi paling banyak dalam kelompok kerja utama adalah 32 orang.

Putri (2015) melakukan penelitian untuk Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung dengan

judul “Perencanaan Penjadwalan Dan Alokasi Sumber Daya Proyek Gedung *Center For Advanced Sciences (CAS)* Institut Teknologi Bandung”. Pada penelitian ini dilakukan perencanaan penjadwalan dengan menggunakan metode precedence diagram method (PDM) dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Project*. Metode PDM dapat memperlihatkan hubungan seri atau paralel antar pekerjaan yang terjadi. Berdasarkan hasil perencanaan penjadwalan *Microsoft Project* diperoleh bahwa durasi pekerjaan persiapan, tanah dan pondasi serta structural Gedung CAS ITB adalah selama 309 hari. Selain durasi pekerjaan, hasil perencanaan yang dilakukan juga menghasilkan jalur kritis, jadwal penggunaan alat berat, dan alokasi tenaga kerja.

2.6 Tabel Perbandingan Penelitian

Berdasarkan tinjauan penelitian sebelumnya dapat dirangkum dalam Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

No	Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
1	Telaga (2018)	Peninjauan Implementasi <i>Building Information Modeling (BIM)</i> pada Industri Konstruksi di Indonesia	Proyek-Proyek di Indonesia	1. Untuk mengetahui sejauh mana pengimplementasian <i>Building Information Modeling (BIM)</i> di Indonesia	1. Menggunakan metode analisis literatur pada tahun 2013-2017	1. Tahun 2013 diketahui konsep <i>BIM</i> mengurangi waktu proyek konstruksi. 2. Tahun 2014 diketahui <i>BIM</i> menyediakan informasi tentang perencanaan pra-konstruksi 3. Tahun 2016 diketahui Kesadaran tentang <i>BIM</i> sebesar 70%, akan tetapi pengimplementasian hanya 38%. 4. Tahun 2017 diketahui keuntungan <i>BIM</i> diantaranya efisiensi waktu, koordinasi yang baik, dan pengurangan biaya proyek.
2	Swapnesh Dkk. (2017)	Pengembangan Produktifitas dari Proyek Bangunan Menggunakan <i>Building Information Modeling (BIM)</i> dalam Simulasi Model 4D	Bangunan Residential	1. Untuk mengetahui Waktu yang diperlukan dalam mengembangkan Model 4D <i>BIM</i>	1. Menggunakan <i>Software Revit 2016</i> dan <i>Navisworks 2016</i>	1. Untuk pembelajaran software memerlukan 38%. 2. Pengiriman gambar 2D ke Model 3D memerlukan 42% 3. Mengerjakan model 4D 20% Dari total waktu yaitu 78 jam.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

No	Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
3	Sonar dan Ambre (2019)	Aplikasi dari 4D Teknologi <i>BIM</i> dalam Penjadwalan Konstruksi	Bangunan Residential Bungalow	1. Implementasi <i>BIM</i> dalam Penjadwalan	1. Menggunakan <i>Software Naviswork</i> 2018	1. menghindari keterlambatan proyek dan biaya selama konstruksi.
4	Nugraha (2019)	Implementasi Konsep <i>Building Information System (BIM)</i> Dalam Estimasi Biaya Pada Pekerjaan Plumbing	Proyek Kos 2 Lantai Sapen ,DIY	1. memperoleh quantity take off dalam penerapannya konsep <i>BIM</i> menggunakan software <i>RevitMEP</i> 2016	1. Menggunakan software <i>Revit Mep</i> 2016 2. Menggunakan <i>Ms.Excel</i>	1. Penelitian menyimpulkan bahwa 5D <i>BIM</i> memiliki kegunaan yang tinggi.
5.	Hidayat (2019)	Implementasi Konsep <i>Building Information System (BIM)</i> Dalam Estimasi Biaya Pada Pekerjaan Elektrikal	Proyek Kos 2 Lantai Sapen ,DIY	1. memperoleh quantity take off dalam penerapannya konsep <i>BIM</i> menggunakan software <i>RevitMEP</i> 2016	1. menggunakan software <i>Revit Mep</i> 2016 2. Menggunakan <i>Ms.Excel</i>	1. Penelitian menyimpulkan bahwa 5D <i>BIM</i> memiliki kegunaan yang tinggi.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

No	Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
6.	Manto (2019)	Mengidentifikasi Durasi Dan Tenaga Kerja Berdasarkan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Pada Perencanaan Pekerjaan Perumahan Villa Idaman Boalemo	Pada Proyek Perumahan Villa Idaman Boalerno	1.Mengidentifikasi Durasi minimum dandurasi maksium.	1.Identifikasi berdasarkan Analisa Harga Satuan Pekerjaan	1.Durasi minimum 265 hari 2.Durasi maksimum 20 hari
7.	Putri (2015)	Perencanaan Penjadwalan Dan Alokasi Sumber Daya Proyek Gedung <i>Center For Advanced Sciences (CAS)</i> Institut Teknologi Bandung	Proyek Gedung CAS	1.dilakukan perencanaan penjadwalan	1.Precedence diagram method (PDM) dengan bantuan <i>Software Ms.Project</i>	1.Durasi pekerjaan persiapan, tanah dan pondasi serta structural selama 309 hari. 2.hasil perencanaan menghasilkan jalur kritis, jadwal penggunaan alat berat, dan alokasi tenaga kerja.
8	Penelitian yang diusulkan	Implementasi konsep <i>4D BIM</i> dalam rencana jadwal pekerjaan elektrikal dan plambing	Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai Sapen, DIY	1.Untuk mengetahui penerapan <i>4D BIM</i> dalam rencana jadwal dan estimasi durasi pada pekerjaan elektrikal dan plambing.	1.Pengaplikasian dengan bantuan <i>BIM Product</i> dan AHSP.	Penelitian yang diusulkan

2.7 Posisi Penelitian

Berdasarkan tinjauan penelitian sebelumnya maka pada penelitian selanjutnya akan mengintegrasikan dan melengkapi kekurangan yang ada sebagai berikut.

1. Pengolahan data menggunakan *3D Modelbase BIM* dari software *RevitMEP* 2016 dari penelitian sebelumnya yang meninjau *Take Off Quantity*.
2. Pengolahan data juga didasarkan pada dokumen Rencana Penjadwalan dan Dokumen Analisis Harga Satuan yang diperoleh dari Proyek Pembangunan Indekos 2 Lantai Sapen, Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
3. Program yang digunakan adalah *Revit MEP*, *Ms.Project* dan *Software Naviswork*, serta software pendukung *Ms.Excel*
4. Pekerjaan yang diteliti dan dikaji yaitu jenis pekerjaan elektrikal dan plumbing yang terdapat dalam dokumen Scheduling pada lingkup pekerjaan elektrikal dan plumbing.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Proyek

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), Proyek merupakan rencana pekerjaan dengan sasaran khusus (pengairan, pembangkit tenaga listrik, dan sebagainya) dan dengan saat penyelesaian yang tegas.

Soeharto (1999) menjelaskan mengenai batasan dan sasaran proyek bahwa setiap proyek memiliki tujuan khusus, misalnya membangun rumah tinggal, jembatan, atau instalasi pabrik. Dapat pula berupa produk hasil kerja penelitian dan pengembangan. Didalam proses mencapai tujuan tersebut sudah ditentukan batasan yaitu besar biaya (anggaran) yang dialokasikan, jadwal dan mutu yang harus dipenuhi. Penjelasan mengenai biaya (anggaran), jadwal dan mutu adalah sebagai berikut.

1. Anggaran

Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran. Untuk proyek yang melibatkan dana dalam jumlah yang besar dan penjadwalan yang cukup lama, anggaran bukan hanya ditentukan dari total pekerjaan, tetapi dikelompokkan kedalam komponen-komponen atau per periode tertentu yang jumlahnya disesuaikan dengan keperluan.

2. Jadwal

Proyek harus dikerjakan sesuai dengan waktu dan tanggal berakhir yang telah ditentukan. Bila hasil akhir adalah suatu produk baru, maka penyerahannya tidak boleh melebihi batas waktu yang telah ditentukan.

3. Mutu

Produk dari hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dari kriteria yang dipersyaratkan. Jadi, memenuhi persyaratan mutu berarti mampu

memenuhi tugas yang dimaksudkan atau sering disebut sebagai fit for the intended use.

Menurut Artika (2014) Proyek konstruksi adalah sebuah kegiatan yang direncanakan sebelumnya dan memerlukan biaya, tenaga kerja, material, dan peralatan. Dilakukan secara detail dan tidak dilakukan berulang. Proyek pada umumnya harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Berkaitan dengan masalah proyek ini, maka keberhasilan pelaksanaan sebuah proyek terdapat pada waktunya merupakan tujuan yang penting baik bagi owner maupun kontraktor. Demi kelancaran jalannya sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang akan mengelola proyek dari awal hingga proyek berakhir, yakni manajemen proyek.

3.2 Manajemen Proyek

Dalam manajemen proyek, perencanaan menempati urutan pertama dari fungsi-fungsi lain seperti mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan. Perencanaan adalah proses yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran termasuk menyiapkan segala sumber daya untuk mencapai tujuan awal (Soeharto, 1997). Ruang lingkup manajemen proyek meliputi perencanaan, penjadwalan dan kontrol dari aktivitas agar sesuai dengan tujuan awal proyek tersebut (Lewis, 2000).

Suatu proyek dikatakan baik jika penyelesaian proyek tersebut efisien ditinjau dari segi waktu dan biaya serta mencapai efisiensi kerja, baik manusia maupun alat. Segala sesuatu didalam suatu proyek yang tidak menambah nilai, sebaliknya menambah biaya disebut dengan pemborosan. Ketidakproduktifan ini pada akhirnya tidak dapat memberi nilai tambah pada produk akhir atau lebih dikenal dengan istilah *Non Value-Adding Activities*, yang didalam dunia konstruksi disebut sebagai *waste*. Faktor yang menyebabkan adanya *Non Value-Adding Activities* adalah ketidakefektifan oleh beberapa faktor yang terlibat dalam pelaksanaan proyek (*man, method, machine, material, environment*), sehingga bisa memicu keterlambatan dalam penyelesaian proyek. Kurangnya perencanaan yang baik merupakan faktor yang berpengaruh pada terlambatnya

proses konstruksi. Untuk mengatasi hal ini ada metode yang bisa digunakan, yaitu metode *Lean Project Management*.

3.3 Lean Construction

Menurut Mudzakir dkk (2017) *Lean construction* adalah suatu metode yang digunakan pada pekerjaan konstruksi dengan cara meminimalkan *waste* berupa material dan waktu, dengan tujuan untuk meningkatkan *value* (nilai). *Lean construction* merupakan suatu konsep yang diadaptasi dari *lean production* yang dikembangkan oleh perusahaan manufaktur Toyota dengan tim yang dipimpin oleh Taichi Ohno pada tahun 1950an, kemudian diterapkan pada proses desain dan pelaksanaan industri konstruksi setelah melalui berbagai macam penelitian.

Menurut *Lean Construction Institute* (LCI) dalam Manurung (2012) Konstruksi ramping merupakan sebuah sistem produksi yang pelaksanaannya berbasis manajemen ditekankan pada kepercayaan dan kecepatan penyelesaian nilai. Tujuan dari *Lean Construction* adalah membangun proyek sekaligus memberi nilai meminimalisasi limbah dan mencapai kesempurnaan untuk keuntungan semua *stakeholder*.

Lean Construction dapat membantu bisnis untuk bertahan secara lingkungan, sosial serta ekonomi ini akan mampu untuk menghemat biaya, menyempurnakan inovasi dan meningkatkan daya saing. Gregory A.Howell,P.E. (1999) dalam Manurung (2012) menjelaskan perbedaan penerapan umum (*current practice*) dan lean melalui Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Perbandingan Proyek Berkonsep Umum dan Lean

Uraian	Umum	Lean
Perencanaan	Mengetahui	Mempelajari
Ketidakpastian	Eksternal	Internal
Kontrol	<i>Tracking</i>	<i>Steering</i>
Koordinasi	Mengikuti perintah	Membuat dan menepati komitmen
Tujuan dari supervisi	Poin cepat (<i>point speed</i>)	Mereduksi variasi sistem meningkatkan <i>output</i>
Kontrol komersil	Menampilkan efisiensi sistem produksi untuk keamanan nyata	Menyusun sasaran sistem produksi dengan kepentingan

(Sumber : Gregory A.Howell,P.E. 1999 dalam Manurung 2012)

Prinsip ramping (*lean principle*) merupakan pengembangan dari sebuah teori dicetuskan oleh Koskela (1992) dalam Manurung (2012). Terdapat sebelas prinsip tentang pemikiran ramping (*lean principle*) yaitu sebagai berikut

1. Menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah
2. Meningkatkan nilai pemenuhan kebutuhan konsumen dan pemilik
3. Mengurangi variabilitas
4. Mengurangi *cycle times*
5. Mengurangi langkah kerja
6. Meningkatkan fleksibilitas hasil akhir
7. Meningkatkan transparansi
8. Fokus pengendalian terhadap keseluruhan proyek
9. Membangun perkembangan yang berkelanjutan
10. Keseimbangan antara jaringan dan pengembangan kerja
11. *Benchmark*

menurut Mudzakir dkk (2017) bahwa Lean Construction adalah suatu metode yang digunakan pada pekerjaan konstruksi dengan cara meminimalkan waste berupa material dan waktu, dengan tujuan untuk meningkatkan value (nilai), jadi dalam hal ini perlu digunakan suatu konsep pendukung yaitu dengan menggunakan Building Information Modeling (BIM) sebagai sarana untuk tercapainya waste yang seminimal mungkin dalam pengerjaan suatu proyek konstruksi, karena dengan menggunakan konsep Building Information Modeling (BIM) maka dengan itu dapat menghemat biaya pekerjaan proyek konstruksi dan meminimalkan waste yang berlebih, karena itu lean construction memiliki hubungan dengan Building Information Modeling (BIM)

3.4 Building Information Modeling (BIM)

Building Information Modeling (BIM) menurut kementerian pekerjaan umum dan perumahan rakyat bersama PP *construction invesment roadmap* konstruksi sigital indonesia (2019) adalah suatu proses dalam memperoleh dan mengelola data suatu bangunan selama siklus hidupnya. *BIM* menggunakan *software 3D, real-time*, dan permodelan bangunan dinamis untuk

meningkatkan produktivitas dalam desain dan konstruksi bangunan. Proses produksi *BIM* yang meliputi geometri bangunan, hubungan ruang, informasi geografis, serta kuantitas dan kualitas komponen bangunan. *BIM* mampu digunakan untuk menunjukkan segala siklus hidup bangunan, siklus hidup termasuk proses konstruksi dan operasi fasilitas.

American Institute of Architects (AIA) telah menetapkan *BIM* sebagai “sebuah model berbasis teknologi yang berbuhungan dengan database dari informasi proyek” dan ini mencerminkan kepercayaan umum pada teknologi database sebagai landasan. Nantinya, dokumen teks terstruktur seperti spesifikasi mungkin dapat dicari dan terhubung pada standart-standart regional, nasional dan international. Manfaat penggunaan *BIM* adalah sebagai berikut.

1. Manfaat pra konstruksi untuk *owner*
 - a. Konsep, kelayakan dan manfaat desain
 - 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.
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 sebuah konstruksi
 - a. Mengelola dan mengoperasikan fasilitas yang lebih baik.

b. Mengintegrasikan dengan operasi sistem manajemen fasilitas.

Menurut kementerian pekerjaan umum dan perumahan rakyat dalam modul pelatihan perencanaan konstruksi dengan sistem teknologi *Building information modelling* (2018), BIM sebagai metode untuk mengumpulkan, mengklasifikasikan sesuai struktur, hingga meng-*input graphical* data dan *non-graphical* data menjadi informasi terpadu, meng-*input "I value"* kedalam model 3D. sehingga kita bisa melihat secara lengkap properti pada masing-masing komponen model 3D baik secara individual maupun berkelompok, memvisualisasikannya, melakukan simulasi dan analisa dalam bentuk *virtual* sebelum diproyeksikan dan juga mengekstraksi kembali informasi tersebut keberbagai format antar data (*interoperability*) sehingga dimungkinkan bisa melakukan manajemen waktu, biaya dan lain – lain.

Ditinjau dari sisi integrasi produk dalam sebuah proyek, *building information modelling* (BIM) mampu memberikan manfaat. Antara lain adalah sebagai berikut.

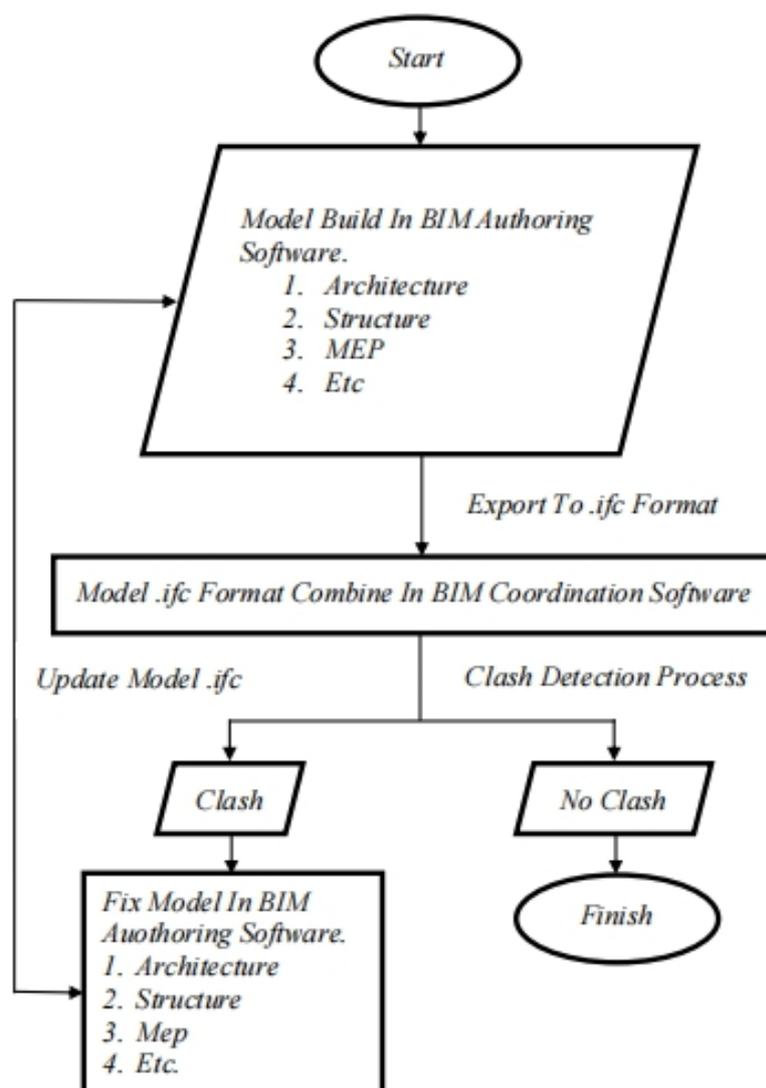
1. Meningkatkan kecepatan dalam proses desain.
2. Ketepatan dalam evaluasi desain seperti uji tumbukan (*clash detection*) dan manajemen resiko
3. Memberikan kemudahan dalam proses koordinasi dan kolaborasi.
4. Memiliki kemampuan tinggi untuk beradaptasi terhadap perubahan diberbagai fase.
5. Memberikan kemudahan untuk mengemas penjadwalan (*scheduling*) dan biaya (*costing*) dalam satu paket sehingga memudahkan dalam proses pengambilan keputusan
6. Bisa diperpanjang untuk keperluan *facility management and asset management*.

Menurut Indraprastha dan Tim Institut BIM Indonesia (2018) Tumbukan (*clash*) sendiri adalah kondisi dimana ada dua komponen geometri bangunan yang berbeda menempati satu posisi *space* sehingga saling bersinggungan. Jenis – jenis tumbukan (*clash*) dalam BIM adalah sebagai berikut.

1. *Hard clash*, yaitu dua geometri saling bersinggungan secara langsung.

2. *Soft clash*, yaitu dua geometri akan terhitung memiliki potensi resiko yang besar saat berada pada jarak kedekatan tertentu.
3. *4D workflow clash*, yaitu *clash* yang terjadi pada *time line schedule* pelaksanaan biasanya dari sisi pekerjaan yang waktunya bertabrakan ketika disimulasikan.

Langkah – langkah *clash detection* dapat dilihat pada bagan alir pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Flowchart Clash Detection

(Sumber : Irsan, A (2019) Building Inforamtion Modeling As Project Delivery Methods In Project Management Term (Prezi slides). Retrievedd from <http://prezi.com/view/7VM1bv8Rg5fQ11ss6wx1K/>)
(Diakses Tanggal 28 Oktober 2019)

3. 4. 1 Istilah Dalam Building Information Modeling

Dalam pekerjaan menggunakan *BIM* kita akan menemui istilah-istilah yang mungkin baru bagi kita. Berikut beberapa istilah *BIM* yang bisa kita jadikan rujukan menurut Antowi dalam *bimcad.id* (2019).

1. *Asset Information Model (AIM)*

Asset Information Model (AIM) adalah sub-jenis informasi model yang digunakan untuk pemeliharaan, pengelolaan dan pengoperasian aset selama siklus hidup sebuah bangunan.

2. *As-Built Model*

As-Built Model adalah 3D Model yang diberikan kepada pemilik bangunan yang merupakan sebuah salinan model 3D yang telah di perbarui spesifikasi, tambahan ubahan pesanan dari pemilik dan modifikasi lainnya dalam urutan yang lebih baik yang menandai perubahan dan pilihan yang dibuat selama konstruksi.

3. *Bill of Quantities - BoQ / BQ*

Bill of Quantities - BoQ / BQ adalah daftar terperinci bahan dan tenaga kerja yang dibuat oleh *quantity surveyor* untuk mengkomunikasikan kebutuhan yang diperlukan dalam proyek.

4. *BIM Coordinator.*

BIM Coordinator adalah seseorang yang melakukan peran perantara antara *BIM Manager* dan protokol permodelan dari *BIM Manager* dan menangani koordinasi sehari-hari anggota tim untuk mencapai tujuan proyek.

5. *BIM Dimension Information.*

BIM Dimension Information adalah informasi dalam model atau properti tentang objek di luar representasi grafis. Umumnya dikenal sebagai akronim 4D (waktu), D5 (biaya), 6D (manajemen siklus bangunan).

6. *BIM Execution Plan (BEP)*

BIM Execution Plan (BEP) adalah dokumen yang merupakan persetujuan tentang proses dan *deliverable document* (dokumen yang diserahkan kepada *client*) sepanjang pengerjaan proyek.

7. *BIM Manager*

BIM Manager adalah seseorang yang bertanggung jawab atas administrasi dan manajemen proses yang terkait dengan *BIM* pada suatu proyek. Ruang lingkup manajemen dapat bervariasi, termasuk kegiatan seperti pengorganisasian, perencanaan, penjadwalan, pengarahan, pengendalian, pemantauan dan evaluasi proses *BIM*.

8. *BIM Maturity Level*

BIM Maturity Level adalah sebuah konsep yang didefinisikan berbagai variasi evolusi tahapan yang sudah ada dan yang akan direncanakan berdasar pada pendekatan kolaborasi di dalam sistem *BIM*.

9. *BIM Process*

BIM Process adalah kumpulan keterangan dari penggunaan komponen model yang ditentukan, alur kerja dan metode permodelan yang digunakan untuk mencapai hasil informasi spesifik, berulang dan dapat diandalkan dari model. Metode permodelan mempengaruhi kualitas informasi yang dihasilkan dari model. Kapan dan mengapa suatu model digunakan dan dibagikan memengaruhi penggunaan *BIM* yang efektif dan efisien untuk hasil proyek dan dukungan keputusan yang diinginkan.

10. *Collaboration*

Collaboration adalah praktek kolaboratif pada desain bangunan dan proyek konstruksi menyatukan sejumlah besar disiplin ilmu yang berbeda (banyak dari mereka tidak akan pernah bekerja bersama sebelumnya).

11. *Common Data Environment (CDE)*

Common Data Environment (CDE) adalah sumber informasi satu-satunya dalam sebuah proyek yang digunakan untuk mengumpulkan, mengelola, dan menyebarluaskan semua dokumen proyek yang akan disetujui dan sudah disetujui untuk tim multi-disiplin dalam proses *BIM*.

12. *Conceptual Design*

Conceptual Design adalah fase proses desain dimana ruang lingkup dan sifat keseluruhan proyek akan ditentukan, sebagai respons terhadap lokasi, pertimbangan perencanaan, pengarahan, anggaran dan program klien.

13. *Construction Operations Building Information Exchange (COBie)*
Construction Operations Building Information Exchange (COBie) ialah sistem untuk mengumpulkan informasi selama desain dan konstruksi proyek yang dapat digunakan untuk keperluan manajemen fasilitas (termasuk operasi dan pemeliharaan).
14. *Datum Files*
Datum Files adalah file model yang berisi elemen datum antara lain koordinat, level dan *grid* yang berfungsi sebagai patokan / referensi untuk membuat model semua disiplin.
15. *Deliverables*
Deliverables adalah produk desain dan engineering yang dikirim kepada klien. (Termasuk gambar-gambar, laporan desain, spesifikasi dll).
16. *Design Development*
Design Development adalah sebuah fase desain dimana umumnya berhubungan dengan *skematik design* yang dilanjutkan dengan lebih rinci.
17. *IFC (Industry Foundation Classes)*
IFC (Industry Foundation Classes) adalah spesifikasi untuk sebuah format data netral untuk menggambarkan, bertukar dan berbagi informasi dalam industri bangunan dan manajemen fasilitas.

3. 4. 2 Dimensi Konstruksi BIM Dan Tingkat Implementasi (*Maturity Level*)

sebagai suatu alir kerja, *BIM* memiliki tahapan (dimensi) yang merepresentasikan tingkat implementasi/*maturity level* terhadap proses konstruksi. Menurut Indraprastha dan Tim Institut BIM Indonesia (2018) Secara umum terdapat 5 dimensi dengan penjelasan sebagai berikut.

1. *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.
2. *4 D / Scheduling*
BIM 4D memungkinkan untuk mengekstraksi dan memvisualisasikan progress kegiatan selama masa proyek sehingga dari pembuatan hingga

pengawasan jadwal pekerjaan menjadi lebih optimal. 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. *Last planner schedule*
- e. *Critical point*

3. *5 D / 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. Ada beberapa aspek yang ada pada 5 dimensi, diantaranya adalah sebagai berikut.

- a. *Conceptual cost planning*
- b. *Quantity extraction to cost estimation*
- c. *Trade verification*
- d. *Value engineering*

4. *6 D / Sustainability*

BIM 6D digunakan untuk pelacakan anggaran dan kegiatan biaya terkait proyek. 6D dilakukan bersamaan dengan 3D (Model) dan 4D (Waktu) memungkinkan pihak terkait proyek untuk memvisualisasikan data kemajuan kegiatan mereka dan biaya dari waktu ke waktu. Ada beberapa aspek yang ada pada 6 dimensi, diantaranya adalah sebagai berikut.

- a. *Energy analisis*
- b. *Green building element*
- c. *Green building certification tracking*

5. *7 D / Building Management*

BIM 7D memungkinkan pihak terkait manajemen bangunan untuk mengetahui dan melacak data aset yang relevan seperti status komponen, spesifikasi, manual pemeliharaan, dan garansi dan lain sebagainya dengan

lebih detail serta relevan terhadap kondisi bangunan. Ada beberapa aspek yang ada pada 7 dimensi, diantaranya adalah sebagai berikut.

- a. Building life cycles
- b. *BIM* as built data
- c. *BIM* cost operation and maintenance

Untuk melihat dimensi *BIM* dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini



Gambar 3.2. Dimensi *Building Information Modeling*
(Sumber :Sharag-Eldi dan Nawari, 2010)

3. 4. 3 Informasi Standar *BIM*

Standar *BIM* dalam organisasi adalah beberapa definisi dari “apa” dan “bagaimana” mengembangkan model-model *BIM* pada setiap tahap proyek untuk memenuhi standar yang telah ditetapkan. Beberapa negara memiliki standar sendiri yang bersumber dari *BIM National Standard*. Standar *BIM* ini dapat dibuat berbeda pada setiap disiplin ilmu. Secara umum standarisasi *BIM* adalah sebagai berikut.

1. Pendahuluan
2. Tujuan Pembuatan Standar
3. Struktur Organisasi tim *BIM*, petran dan tanggung jawabnya (*BIM Manager, BIM Coordinator, Modeler*).
4. *BIM Deliverables*.
5. *Project Server*

- a. Struktur folder
- b. Standar penamaan file
6. *BIM Project Process & Timeline*
 - a. Satu disiplin
 - b. Multi disiplin-kolaborasi *internal*
 - c. Multi disiplin-kolaborasi *eksternal*
7. Kebutuhan Permodelan *BIM*
 - a. *BIM Authoring Software*
 - b. *Project template*
 - c. *Project Coordinates, level & Grid*
 - d. *File Breakdown*
 - e. *Worksheet Breakdown*
 - f. *Object Creation*
 - g. *Good Practices (DO's dan DON'T)*
 - h. *Getting Started*
8. Kandungan Isi Model (*Model Content*)
 - a. Spesifik disiplin ilmu (ARS,STR,MEP.QS,Kontraktor)
9. *Quality Assurance / Quality Control Model*
 - a. Spesifikasi disiplin
 - b. Koordinasi antar disiplin
 - c. Antara model, gambar dan penjadwalan.
10. Pertukaran File (*File Exchange*)
 - a. Format File
 - b. Metode pengiriman *internal*
 - c. Metode pengiriman *eksternal*
11. Tambahan (*Appendices*)
 - a. Istilah BIM yang sering digunakan
 - b. Referensi *BIM*
 - c. Referensi CAD

3. 4. 4 Proses Pelaksanaan *BIM* Pada Lingkup Project

berikut disajikan panduan (*outline*) mengenai apa saja *deliverable* yang harus dikeluarkan dalam setiap tahapan pelaksanaan *BIM* pada setiap proyek menurut Indraprastha dan Tim Institut BIM Indonesia (2018) pada panduan adopsi *BIM* dalam organisasi. Contohnya dapat dilihat pada Tabel 3.6 sebagai berikut.

Tabel 3.2 Tahapan Dan Keluaran *BIM*

Tahap	Keluaran
1. Persiapan dan Konsep Desain	a. Memahami kebutuhan klien dari informasi proyek. b. Merumuskan dan mendefinisikan <i>BIM Execution Plan</i> c. <i>Setup BIM Project Template, Coordinate System, Grids, Level Height, dan lainnya.</i>
2. Desain Skematik (Perancangan)	a. Model perancangan MEP berdasarkan dari disiplin arsitektur dan stuktur, serta model <i>site</i> (identifikasi tinggi langit-langit, bukaan, struktur utama dan pendukung, koneksi MEP di <i>site</i>) b. Menentukan kriteria desain (<i>design criteria</i>), <i>Key Service Connection, Service Routes dan Plant Room.</i> c. Model Tata Letak (<i>Layot</i>) MEP secara perancangan/skematik. d. Gambar-gambar Skematik. e. Alternatif Desain.
3. <i>Detailed Engineering</i>	a. Memahami dan memvalidasi model arsitektur dan model struktur. b. Menentukan zona (<i>zones</i>), <i>spaces, Service Routes dan Plant Room.</i>
4. Konstruksi	a. Laporan Validasi Desain b. <i>Shop Drawing.</i> c. <i>Detailed Schedule Material dan Kuantitasnya.</i>
5. <i>As Built</i>	a. Model dan Gambar <i>As Construted</i>
6. Manajemen Fasilitas	a. <i>Model As Built</i>

Sumber : BIM PUPR, Institut BIM Indonesia (2019)

3. 4. 5 Implementasi *BIM* Pada Tahapan Konstruksi

BIM menggunakan *software.*, khusus, *real-time.*, dan permodelan dinamis untuk meningkatkan produktivitas dalam desain dan konstruksi bangunan. Adapun langkah-langkah dalam mengimplementasikan *BIM* pada tahapan konstruksi menurut Dirjen Bina Burhanuddin (2019) adalah sebagai berikut.

1. *Planning*
 - a. *Existing conditions*

- b. *Modelling*
 - c. *Cost estimation*
 - d. *Phase planning*
 - e. *Site analysis*
 - f. *Programming*
2. *Design*
- a. *Design review*
 - b. *Energy analysis*
 - c. *Design authoring*
 - d. *3D coordination*
3. *Construction*
- a. *3D coordination*
 - b. *Site utilization planning*
 - c. *Record model*
4. *Operating*
- a. *Building system analysis*
 - b. *Maintenance schedulling*

Dalam menerapkan konsep *BIM* untuk suatu proyek konstruksi sangat penting untuk kita untuk merencanakan penjadwalan proyek sehingga proyek terlaksana tepat waktu dan dapat dilihat perkembangannya dengan benar dan hal ini dilakukan dengan menerapkan Dimensi dari *BIM* yaitu 4D yang membahas tentang penjadwalan.

3.5 4D Building Information Modeling

Menurut Richard McPartland (2017) 4D BIM proses menambahkan dimensi informasi tambahan ke model informasi proyek dalam bentuk data penjadwalan. Data ini ditambahkan ke komponen yang akan dibangun secara detail saat proyek berlangsung. Informasi ini dapat digunakan untuk memperoleh informasi program yang akurat dan visualisasi yang menunjukkan bagaimana proyek Anda 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 di mana komponen harus dipasang, dan ketergantungan pada area lain dari proyek.

Dengan informasi waktu yang digabungkan dalam model informasi bersama, para perencana harus dapat mengembangkan program proyek yang akurat. Dengan data yang ditautkan ke representasi grafis dari komponen/sistem, menjadi mudah untuk memahami dan menanyakan informasi proyek dan juga memungkinkan untuk menunjukkan bagaimana konstruksi akan berkembang, secara berurutan, dari waktu ke waktu menunjukkan bagaimana struktur akan muncul secara visual pada setiap tahap.

Bekerja dengan cara ini sangat membantu dalam hal perencanaan pekerjaan untuk memastikannya diurutkan dengan aman, logis dan efisien. Mampu membuat prototipe bagaimana aset berkumpul sebelum tanah rusak di lokasi memungkinkan adanya umpan balik pada tahap awal dan menghindari koordinasi dan pengerjaan ulang desain di tempat yang boros dan mahal. Menunjukkan bagaimana proyek akan dibangun secara visual juga berguna saat melibatkan pemangku kepentingan, memberikan semua orang pemahaman visual yang jelas tentang pekerjaan yang direncanakan dan seperti apa konstruksi yang akan selesai tanpa kejutan.

Menambahkan informasi pengurutan bisa sangat berguna, tidak hanya dalam tahap desain, tetapi juga lebih awal, memungkinkan kelayakan skema untuk dinilai sejak awal. Pada tahap tender, jenis informasi ini dapat memungkinkan konsep awal untuk dieksplorasi dan dikomunikasikan untuk menginspirasi kepercayaan pada kemampuan tim untuk memenuhi brief.

Penting untuk dicatat bahwa bekerja dengan informasi 4D tidak meniadakan kebutuhan akan perencana yang tetap menjadi bagian integral dari tim proyek. Alih-alih membuat program saat proposal berkembang, seperti yang terjadi dalam alur kerja tradisional, dalam alur kerja digital, perencana alur kerja digital sekarang dapat memengaruhi dan membentuk proposal dari tahap yang jauh lebih awal dalam sebuah proyek. Memang, dengan lebih dekat dengan tim

proyek yang lebih luas dan memberikan umpan balik di awal proses, ada potensi bagi para perencana untuk menambah nilai lebih secara signifikan pada proyek konstruksi.

Menurut Builder Indonesia (2020), Navisworks adalah solusi BIM lain yang dibuat oleh Autodesk yang mampu bekerja dengan MS Windows, dan juga dapat bekerja sama dengan solusi Autodesk 3D lainnya untuk membuka dan menggabungkan model mereka, meninjau dan menavigasi melalui hampir tidak ada kesulitan.

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

3.6 Autodesk Naviswork

Autodesk Naviswork adalah *Software Building Information Modeling (BIM)* oleh Autodesk. *Autodesk Naviswork* menurut Autodesk (2015) adalah aplikasi yang membantu dalam proses designing sebuah plant, routing pipa, desain elektrikal, instrument, struktur dan semua bagian yang bekerja dalam sebuah proyek. *Naviswork* banyak digunakan seorang *checker* untuk meriview hasil pekerjaan dari designer atau digunakan dalam design review kepada client. *Navisworks* adalah *project review software* yang memberikan arsitektur, *engineering*, dan kontraktor secara menyeluruh mereview model-model yang terintegrasi dan data kepada stakeholders untuk kontrol proyek yang lebih baik.

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*. Berikut adalah beberapa fitur-fitur yang terdapat pada *software naviswork*:

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 dan 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 naviswork* 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 proyek 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*

Product software Naviswork yang tersedia ada 3 yaitu : *Navisworks Freedom, Naviswork Manage* dan *Naviswork Simulat*

3.7 Pekerjaan Sistem Instalasi Elektrikal

Instalasi listrik adalah suatu sistem/rangkaian digunakan untuk menyalurkan daya listrik untuk kebutuhan manusia dalam kehidupannya. Instalasi pada garis besarnya dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Instalasi penerangan listrik
2. Instalasi daya listrik

Yang termasuk didalam instalasi penerangan listrik adalah seluruh instalasi yang digunakan untuk memberikan daya listrik pada lampu. Pada lampu ini daya listrik/tenaga listrik diubah menjadi cahaya yang digunakan untuk menerangi tempat/bagian sesuai dengan kebutuhannya. Instalasi penerangan listrik ada 2 (dua) macam yaitu :

1. Instalasi dalam gedung
2. Instalasi diluar gedung

Instalasi didalam gedung adalah instalasi listrik didalam bangunan gedung termasuk untuk penerangan teras dan lain-lain sedangkan instalasi diluar bangunan gedung adalah penerangan halaman taman, jalan penerangan papan nama dan lain-lain.

Tujuan utama dari instalasi penerangan adalah untuk memberikan kenyamanan terhadap keadaan yang memerlukan ketelitian maka diperlukan penerangan yang mempunyai kuat penerangan besar. Sedangkan untuk pekerjaan-pekerjaan yang tidak memerlukan ketelitian tidak perlu menggunakan penerangan yang mempunyai penerangan besar.

Sedangkan instalasi daya listrik adalah instalasi yang digunakan untuk menjalankan mesin-mesin listrik, pompa air dan lain-lain. Pada mesin-mesin listrik ini energi diubah menjadi energi mekanis sesuai dengan kebutuhan manusia.

Menurut F.S Prabhakara dalam bukunya yang berjudul *Industrial and Commercial Power System Handbook*, perencanaan suatu sistem dibagi menjadi:

1. *Conceptual design* yang memiliki tiga unsur penting yang harus diperhatikan yaitu :
 - a. Syarat desain meliputi : tujuan dari perencanaan
 - b. Kriteria atau standard desain, meliputi : keamanan, keandalan, ketersediaan, ketercapaian, keindahan, ekonomis.
 - c. Aspek-aspek desain, meliputi : tegangan, pentahanan, proteksi dari gangguan
2. *Detailed design* yaitu meliputi gambar dan spesifikasi komponen yang akan digunakan (F.S Prabhakara,1987:28)

3.7.1 Prinsip-prinsip Dasar Instalasi

Beberapa prinsip instalasi harus menjadi pertimbangan pada pemasangan suatu instalasi listrik, tujuannya adalah agar instalasi yang dipasang dapat digunakan secara optimum. Adapun prinsip-prinsip dasar tersebut adalah sebagai berikut:

1. Keamanan, yang dimaksud adalah keamanan secara elektrik untuk manusia, ternak dan barang lainnya apabila terjadi keadaan tidak normal dalam suatu instalasi listrik.
2. Keandalan, yang dimaksud adalah andal secara mekanik maupun secara elektrik (instalasi bekerja pada nilai nominal tanpa timbul kerusakan). Keandalan juga menyangkut ketepatan pengamanan untuk menanggapi jika terjadi gangguan.
3. Ketersediaan, yang dimaksud adalah kesiapan suatu instalasi melayani kebutuhan baik daya, gawai, maupun perluasan instalasi yang mencakup *spare* dari suatu instalasi, peralatan, yang digunakan dan sebagainya.
4. Ketercepatan, yang dimaksud adalah pemasangan peralatan instalasi yang mudah dijangkau oleh pengguna dan didalam mengoperasikan peralatan mudah dijangkau oleh pengguna dan didalam mengoperasikan peralatan tersebut juga mudah dan dapat dijangkau oleh konsumen.
5. Keindahan, yang dimaksud adalah pemasangan instalasi listrik harus sesuai dengan peraturan listrik sesuai tempatnya.
6. Ekonomis, yang dimaksud adalah biaya yang dikeluarkan untuk instalasi harus sehemat mungkin karena besarnya biaya saja tidak selalu menjamin mutu suatu instalasi, namun walaupun demikian mutu peralatan tetaplah menjadi perhatian utama.

3.8 Pekerjaan Sistem Instalasi Plumbing

Sistem instalasi plumbing adalah suatu kesatuan komponen yang saling berkaitan mengenai peralatan teknik beserta dengan perlengkapan seni pemipaan untuk menyediakan air bersih, baik dalam hal kualitas, kuantitas dan kontinuitas yang memenuhi syarat dan pembuangan air bekas atau air kotor dari tempat – tempat tertentu tanpa mencemari bagian penting lainnya untuk mencapai kondisi higienis dan kenyamanan yang diinginkan pada utilitas suatu bangunan.

Utilitas bangunan merupakan kelengkapan dari suatu bangunan gedung, agar bangunan gedung tersebut dapat berfungsi secara optimal. Ruang lingkup dari utilitas bangunan diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Sistem plumbing air minum
2. Sistem plumbing air kotor
3. Sistem plumbing air hujan
4. Sistem pembuangan sampan
5. Sistem pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran
6. Sistem instalasi listrik
7. Sistem transportasi vertikal
8. Sistem telekomunikasi
9. Sistem penangkal petir

Salah satu bagian dari utilitas bangunan adalah Plumbing. Termasuk dalam ruang lingkup plumbing diantaranya adalah sistem penyediaan air minum, sistem pembuangan air kotor, dan sistem pembuangan air hujan didalam bangunan gedung. Fungsi utama peralatan plumbing gedung adalah menyediakan air bersih dan atau air panas ke tempat-tempat tertentu dengan tekanan cukup, menyediakan air sebagai proteksi kebakaran dan menyalurkan air kotor dari tempat-tempat tertentu tanpa mencemari lingkungan sekitarnya.

Standarisasi sistem instalasi plambing terdapat pada SNI-03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing dan SNI-03-239 -2002 tentang Tata Cara Perencanaan Tangki Septik Dengan Pengolahan Lanjutan (sumur resapan, bidang resapan, *up flow filter*, kolam sanitasi) yang didalamnya mencakup.

1. Sistem plambing yang baru untuk air minum, air buangan, vent dan air hujan pada gedung sampai dengan pipa persil
2. Sistem plambing yang baru direncanakan untuk perubahan atau penambahan terhadap sistem plambing pada gedung yang sudah dibangun sebelum SNI ini diberlakukan
3. Kriteria dan perencanaan teknis tanki septik sebagai pengolahan awal air limbah rumah tangga dilanjutkan dengan bidang resapan, sumur resapan, *up flow filter* dan kolam sanitasi. Tanki septik dengan pengolahan lanjutan ini untuk jumlah pemakai maksimal 50 orang.

3.8.1 Hal Umum Sistem Instalasi Plambing

Hal – hal umum beserta penjelasan mengenai sistem instalasi plambing adalah sebagai berikut.

1. Sistem Penyediaan Air Bersih

Menurut Noerbambang, S.M., dan Takeo, M. (2000), ada beberapa sistem penyediaan air bersih yang banyak digunakan adalah sebagai berikut.

- a. Sistem Sambungan Langsung
- b. Sistem Tanki Atap
- c. Sistem Tanki Tekan
- d. Sistem Tanpa Tanki

2. Sistem Pembuangan Air Kotor Dan Air Bekas

Limbah air kotor yang berasal dari toilet dan bangunan – bangunan penunjang masuk langsung ke *septictank* yang dibuat berdekatan dengan bangunan tersebut, dan masuk ke dalam tanki resapan serta *overflow* diarahkan ke saluran terdekat.

3. Sistem Pembuangan Udara Atau Gas

Bahan yang umum digunakan adalah dari besi/baja dengan lapisan galvanis, plastik, pvc, porselin dan dari beton betulang. Bahan harus memenuhi syarat tidak menyerap air, mudah dibersihkan, tidak berkarat atau mudah aus.

3.9 Rencana Penjadwalan

Reksohadiprojo (1997) menyatakan bahwa perencanaan adalah melakukan usaha untuk memenuhi persyaratan spesifikasi proyek yang ditentukan dalam batas mutu, waktu, dan biaya, ditambah dengan terjaminnya faktor keselamatan (*safety*).

Menurut Purwokohadi (1995) perencanaan mencakup empat hal yaitu aman, efektif, efisien, dan mutunya terjamin. Produk dari perencanaan adalah dasar acuan bagi kegiatan selanjutnya seperti pelaksanaan dan pengendalian.

Menurut Herjanto (2001), penjadwalan (*scheduling*) merupakan pengaturan waktu dari suatu kegiatan operasi penjadwalan mencakup kegiatan mengalokasikan fasilitas, peralatan ataupun tenaga kerja bagi suatu kegiatan

operasi dan menentukan urutan pelaksanaan kegiatan operasi. Dalam hierarki pengambilan keputusan, penjadwalan merupakan langkah terakhir sebelum dimulainya operasi.

Menurut Kerzner (1992) penjadwalan sangat berhubungan dengan waktu dan bagaimana koordinasi di lapangan. Waktu dan koordinasi di lapangan dapat terlaksana dengan baik jika di awal memiliki sistem penjadwalan yang tepat.

1. *Work BreakDown Structure (WBS)*

Work breakdown structure adalah daftar kegiatan atau target dari ruang lingkup suatu proyek yang terorganisir dan biasa dibuat dengan menggunakan *project management tools*. Menurut Satzinger dkk (2012), ada dua pendekatan umum untuk membuat WBS, yaitu berdasarkan tujuan proyek atau berdasarkan *timeline* proyek. Pendekatan pertama dilakukan dengan mengidentifikasi seluruh tujuan yang harus diselesaikan sesuai dengan iterasi yang telah dibuat. Kemudian WBS mengidentifikasi setiap tugas yang diperlukan untuk membuat setiap tujuan. Sedangkan pendekatan yang kedua, setiap tugas dikerjakan sesuai dengan urutan *timeline* dari aktifitas yang diperlukan untuk mencapai tujuan akhir.

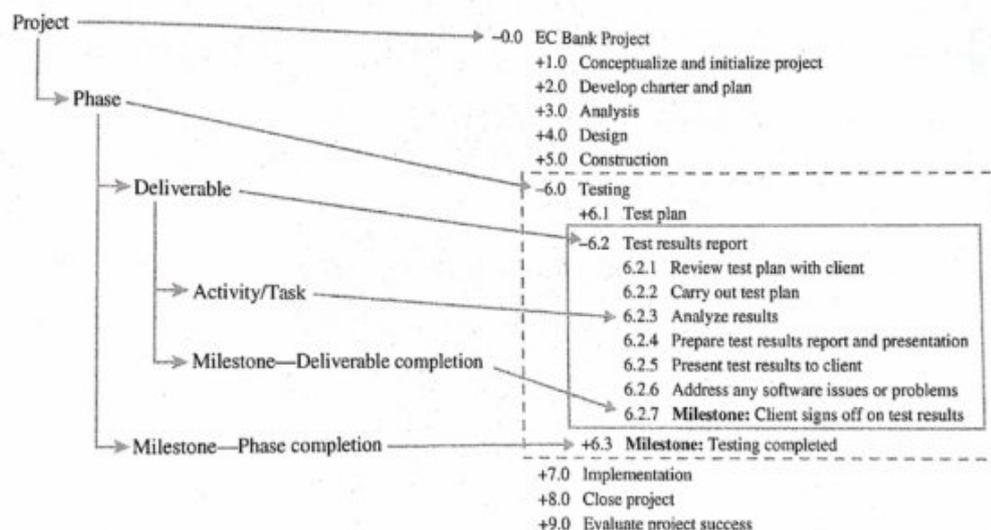
WBS menyediakan sebuah struktur hierarki yang bertindak sebagai jembatan atau penghubung antara ruang lingkup proyek dan rencana rinci proyek yang akan dibuat dengan menggunakan sebuah *software project management*. Salah satu *software* yang biasa digunakan untuk membuat WBS yaitu *Ms.Project*. WBS mengurai atau membagi proyek ke dalam komponen lebih kecil dan lebih mudah diatur yang biasa disebut *work packages*, Marchewka, (2015). *Work package* memberikan dasar logis untuk mendefinisikan kegiatan proyek dan menugaskan sumber daya yang dimiliki ke dalam setiap kegiatan tersebut jadi seluruh pekerjaan proyek teridentifikasi.

Berikut adalah hal yang perlu diingat ketika membuat sebuah WBS.

1. WBS harus mencakup tugas atau kegiatan yang diizinkan untuk tujuan proyek yang dilaksanakan.

2. Fokus dari proyek harus menghasilkan sesuatu, bukan hanya menyelesaikan sebuah kegiatan spesifik tertentu.
3. WBS memberikan sebuah jembatan antara ruang lingkup proyek dan rencana proyek, yaitu jadwal dan anggaran.
4. Untuk memastikan bahwa WBS telah sesuai dengan tingkat kerincian yang diinginkan adalah memastikan orang-orang yang memiliki pekerjaan tersebut telah terlibat dalam pengerjaan proyek itu.

Berikut ini adalah contoh gambar dari *Work Package* dan *Work Breakdown Structure* (WBS) (Marchewka,2015).



Gambar 3.3 Work Breakdown Structure

(sumber: Marchewka, 2015)

2. Penyusunan Urutan Hubungan Keterkaitan Tiap Pekerjaan

Penyusunan urutan kerja proyek yang dimaksudkan disini adalah penentuan urutan aktivitas kerja untuk melaksanakan proyek. Urutan aktivitas diperlukan untuk menggambarkan hubungan antar aktivitas yang ada.

Hamilton (1997) menyatakan bahwa ada Tiga hal yang perlu diperhatikan dalam menyusun urutan aktivitas seperti berikut.

1. *Predecessor* adalah hubungan antar tugas/aktivitas dalam satu proyek, yang artinya jika satu tugas/aktivitas mengalami perubahan waktu maka otomatis tugas/aktivitas yang lainnya juga akan ikut berubah.

2. *Successor* adalah kebalikannya yaitu suatu tugas yang tidak dapat dimulai/diakhiri sebelum suatu tugas tertentu dimulai/diakhiri.
3. *Concurrent*, yaitu aktivitas-aktivitas yang dapat terjadi atau berlangsung bersamaan dengan aktivitas yang bersangkutan.

3. Rencana Tenaga Kerja Pada Pekerjaan

Menurut Soeharto (2001) yang dimaksud dengan perencanaan sumber daya adalah proses mengidentifikasi jenis dan jumlah sumber daya sesuai jadwal keperluan yang telah ditetapkan. Tujuan perencanaan tersebut adalah mengusahakan agar sumber daya yang dibutuhkan tersedia tepat pada waktunya, tidak boleh terlalu awal atau terlambat, karena keduanya sumber pemborosan.

Sikula (1981) mengemukakan pendapatnya tentang perencanaan sumber daya manusia atau perencanaan tenaga kerja yaitu “Perencanaan sumber daya manusia atau perencanaan tenaga kerja didefinisikan sebagai proses menentukan kebutuhan tenaga kerja dan berarti mempertemukan kebutuhan tersebut agar pelaksanaannya berinteraksi dengan rencana organisasi”.

Sedangkan Milkovich dan Nystrom (1981) juga mendefinisi bahwa “Perencanaan tenaga kerja adalah proses peramalan, pengembangan, pengimplementasian dan pengontrolan yang menjamin perusahaan mempunyai kesesuaian jumlah pegawai, penempatan pegawai secara benar, waktu yang tepat”

Adapun syarat-syarat perencanaan sumber daya manusia/tenaga kerja yang harus perlu diketahui yaitu sebagai berikut :

- a. Harus mengetahui secara jelas masalah yang akan direncanakannya.
- b. Harus mampu mengumpulkan dan menganalisis informasi tentang SDM.
- c. Harus mempunyai pengalaman luas tentang job analisis, organisasi dan situasi persediaan SDM.
- d. Harus mampu membaca situasi SDM masa kini dan masa mendatang.
- e. Mampu memperkirakan peningkatan SDM dan teknologi masa depan.
- f. Mengetahui secara luas peraturan dan kebijaksanaan perburuhan pemerintah.

Menurut Ibrahim (2008) yang dimaksud dengan tenaga kerja ialah besarnya jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam satu kesatuan pekerjaan. Suatu perencanaan tenaga kerja proyek yang menyeluruh dan terinci harus meliputi perkiraan jenis dan kapan keperluan tenaga kerja, seperti tenaga kerja ahli dari berbagai disiplin ilmu pada tahap desain engineering dan pembelian, supervisor dan pekerjaan lapangan untuk fabrikasi dan konstruksi.

Dalam mengatur alokasi jumlah tenaga kerja sepanjang durasi proyek diusahakan agar fluktuasinya tidak terlalu berlebihan dan cenderung berbentuk kurva distribusi normal. Jumlah tenaga kerja sedikit, kemudian sesuai dengan jumlah volume pekerjaan, jumlahnya naik signifikan dan turun menjelang akhir proyek, Husen (2008).

4. Estimasi Durasi Aktivitas Konstruksi

Ibrahim (2012) menguraikan bahwa sebelum menyusun rencana kerja atau time schedule harus diperhatikan bagian-bagian pekerjaan yang terkait satu sama lain serta pekerjaan yang dapat dimulai tanpa menunggu pekerjaan lain selesai. Uraian dari rencana kerja adalah penyusunan program kerja sesuai dengan urutan dan kelompok kerja.

Menurut Iman Soeharto, perencanaan waktu pelaksanaan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$T = \frac{k * V}{N} \quad \text{Pers.3.1}$$

Dimana:

N = Jumlah Tenaga Kerja

k = Koefisien Tenaga Kerja dalam Analisa Harga Satuan

V = Kuantitas Pekerjaan

T = Lama Pekerjaan

Dalam menentukan koefisien tenaga kerja didasarkan pada pedoman AHSP PU seperti yang Yunita A messah katakan bahwa dalam penentuan indeks tenaga kerja dapat dilihat pada pedoman AHSP PU. Indeks tenaga kerja yang digunakan dalam mengestimasi durasi pekerjaan harus disesuaikan

dengan kebutuhan pengelompokkan tenaga kerja sesuai keahliannya. Karena kompleksitas teknis pada tiap pekerjaan harus disesuaikan dengan keahlian pekerja yang digunakan.

Dalam pembuatan penjadwalan proyek dapat digunakan pendekatan *ganttt chart*. *Gantt Chart* adalah diagram perencanaan yang digunakan untuk penjadwalan sumber daya dan alokasi waktu Jay dan Barry (2008). *Gantt Chart* adalah contoh teknik non matematis yang banyak digunakan dan sangat populer dikalangan para manajer karena sederhana dan mudah dibaca.

Callahan (1992) menyatakan bahwa Barchart adalah sekumpulan aktivitas yang ditempatkan dalam kolom vertikal, sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. Waktu mulai dan selesai tiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok horizontal dibagian sebelah kanan dari setiap aktivitas. Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagan. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari aktivitas dan berdasarkan kronologi pekerjaannya.

3.10 Program *Microsoft Project*

Menurut developer *microsoft* (20017), *Mircrosoft Project* merupakan program aplikasi untuk pengolah data administrasi yang digunakan untuk melakukan suatu perencanaan, pengelolaan, pengawasan, dan pelaporan dari suatu proyek. Kemudahan dalam melakukan penggunaan dan keluluasaan pada lembar kerja sehingga menjadikan *software* ini sangat mendukung untuk proses adiministrasi pada sebuah proyek.

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 *Mircrosoft 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.

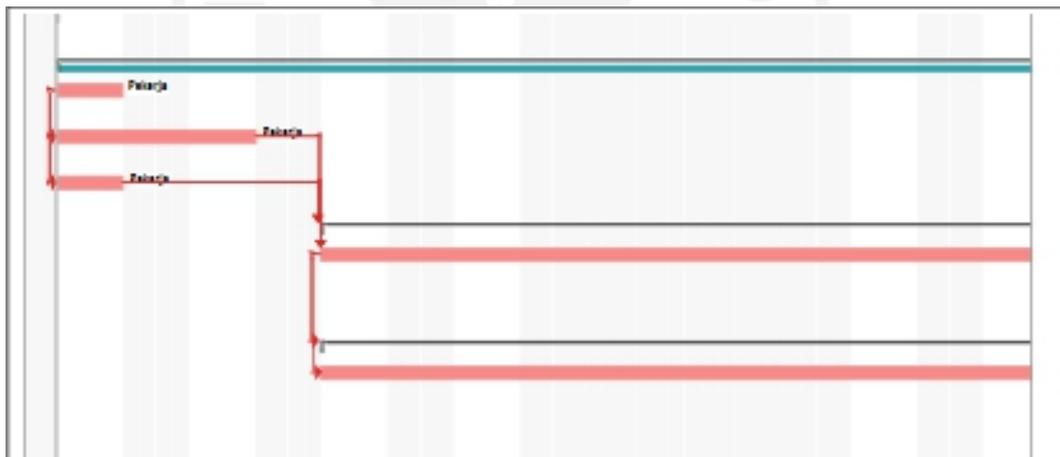
1. Mengetahui durasi proyek
2. Mengendalikan jadwal yang dibuat
3. Membuat durasi potimal
4. Mengalokasikan sumber daya (*resource*) yang digunakan

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)

Dalam melihat penjadwalan dalam microsoft project yaitu berupa *Gantt chart*.

Gantt chartt yang dapat dilihat pada gambar 3.4 berikut ini.



Gambar 3.4 Gantt Chart Pada Microsoft Project

(Sumber: Screenshot pada aplikasi ms.project)

Pada program *Microsoft Project* memiliki beberapa macam tampilan layar, namun sebagai default setiap kali membuka file baru, yang akan ditampilkan adalah *Ghantt Chart View*.

Beberapa istilah yang sering digunakan dalam pengoperasian Program *Microsoft Project* sebagai berikut.

1. Task

Task adalah suatu bentuk lembar kerja dalam *Microsoft Project* yang berisi rincian pekerjaan sebuah proyek.

2. Duration

Duration merupakan jangka waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

3. *Start*

Start merupakan nilai tunggal untuk dimulainya suatu pekerjaan sesuai dengan perencanaan jadwal kegiatan proyek.

4. *Finish*

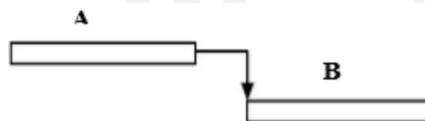
Pada Program *Microsoft Project* tanggal akhir pekerjaan disebut *finish*, yang akan diisi secara otomatis dari perhitungan tanggal mulai (*start*) ditambah lama pekerjaan (*duration*).

5. *Predecessor*

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

a. *FS (Finish to Start)*

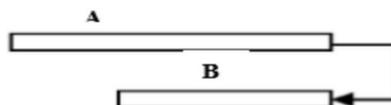
Suatu pekerjaan baru boleh dimulai (B) jika pekerjaan yang lain (A) selesai, dapat dilihat pada Gambar 3.5



Gambar 3.5 FS (*Finish to Start*)

b. *FF (Finish to Finish)*

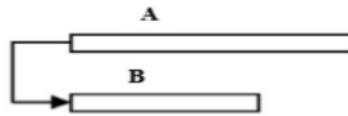
Suatu pekerjaan (A) harus selesai bersamaan dengan pekerjaan lain (B), dapat dilihat pada Gambar 3.6



Gambar 3.6 FF (*Finish to Finish*).

c. *SS (Start to Start)*

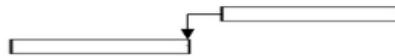
Suatu pekerjaan (A) harus dimulai bersamaan dengan pekerjaan lain (B), dapat dilihat pada Gambar 3.7



Gambar 3.7 SS (Start to Start).

d. *SS (Start to Finish)*

Suatu pekerjaan (b) baru boleh diakhiri jika pekerjaan lain (A) dimulai, dapat dilihat pada Gambar 3.8



Gambar 3.8 SS (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.

9. *Tracking*

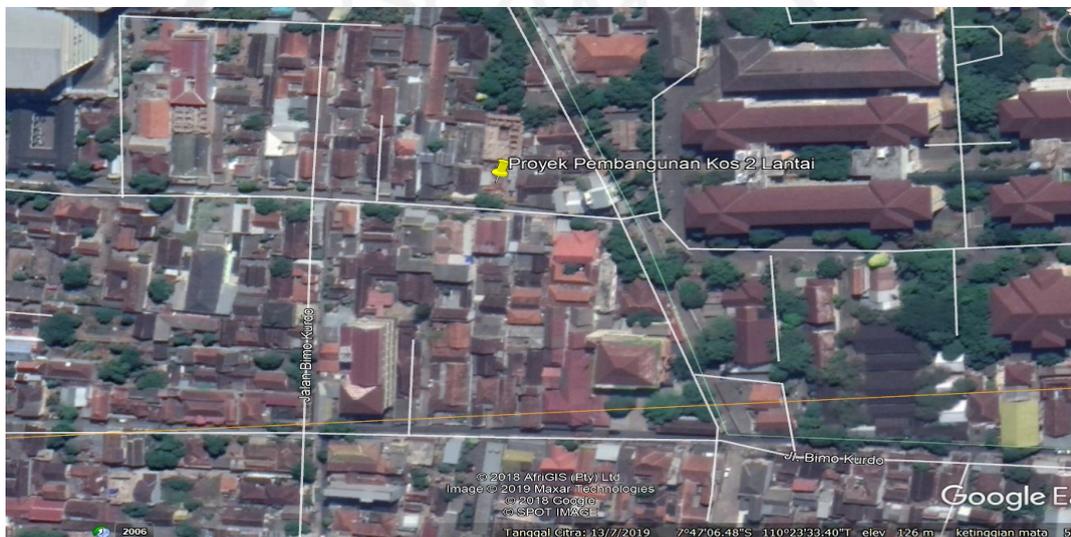
Tracking adalah mengisi data yang terdapat di lapangan pada perencanaan yang telah dibuat

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Waktu Dan Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini peneliti mengambil studi kasus Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai pada daerah Sapen, Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Denah lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Lokasi Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai
Koordinat $7^{\circ}47'6.59''S$ $110^{\circ}23'31.33''T$
(Sumber : *Google Earth*, 2019)

4.2 Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini menggunakan data pada Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai pada daerah Sapen, Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

4.3 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari 2 sumber yaitu seperti berikut ini.

1. Data pada Proyek pembangunan Kos 2 Lantai Sapen, Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Data tersebut diperoleh langsung dari kontraktor pelaksana dengan mengajukan surat permohonan data ke kantor pelaksana. Data yang diperoleh adalah sebagai berikut.

- a. Dokumen penjadwalan Proyek
- b. Dokumen analisa harga satuan pekerjaan
2. Data pada penelitian sebelumnya yaitu penelitian Hidayat (2019) dan Nugraha (2019) yang memodelkan *3D Modelbase* pada pekerjaan elektrikal dan plambing menggunakan *software Revit*
 - a. *3D Modelbase* pada *software Revit* pada pekerjaan elektrikal
 - b. *3D Modelbase* pada *software Revit* pada pekerjaan plambing

4.4 Perangkat Lunak

Dalam pengimplementasian Konsep *BIM* dalam mewujudkan *4D Scheduling Simulation* dibutuhkan beberapa perangkat lunak guna tercapainya tujuan penelitian ini. Berikut ini ialah perangkat lunak yang diperlukan.

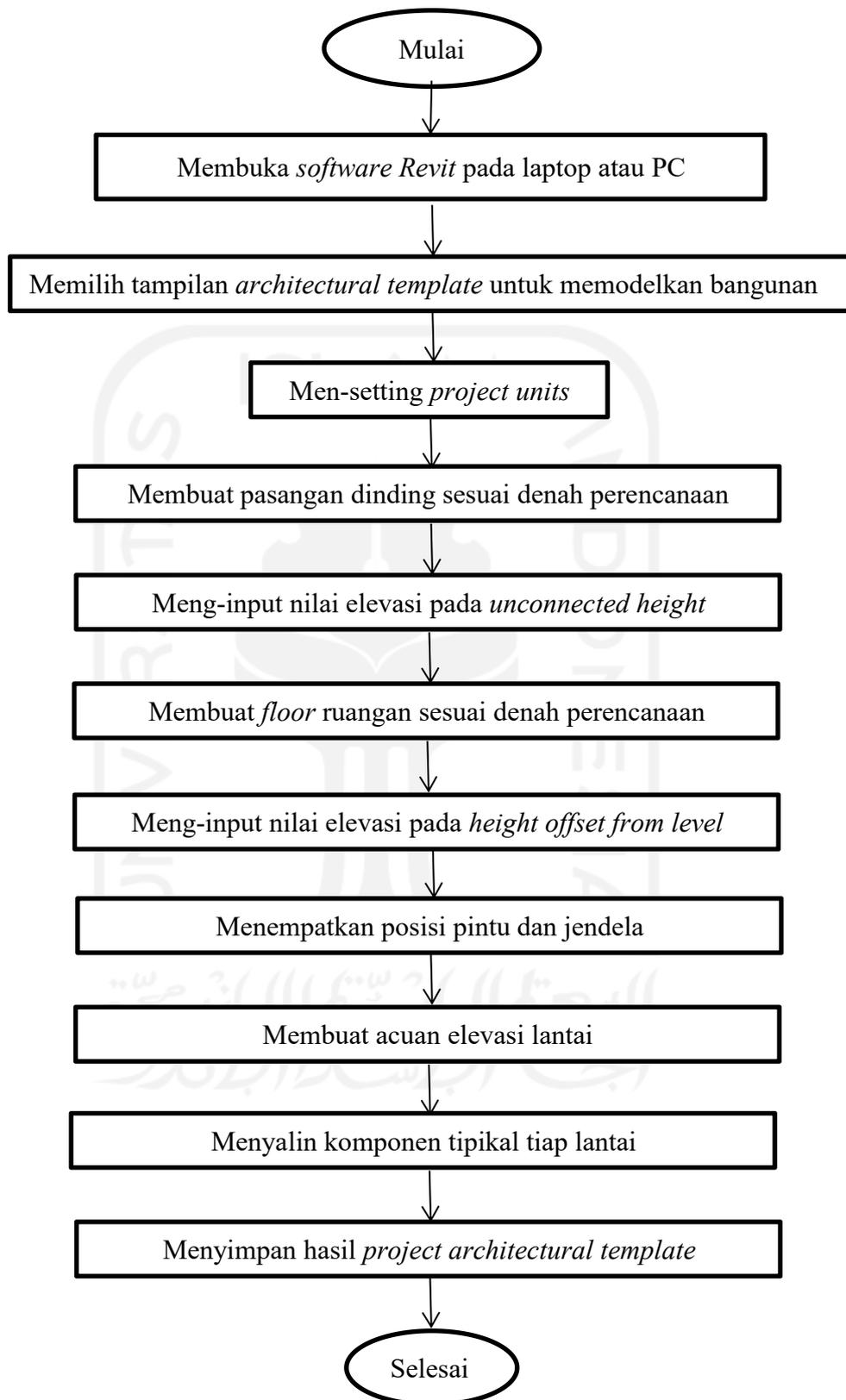
1. *Software Revit MEP*
Untuk Penelitian ini diperoleh *3D ModelBase* dari proyek penelitian sebagai *Object* untuk kolaborasi dengan rencana jadwal dalam implementasi konsep *BIM*.
2. *Microsoft Project*
Program ini digunakan dalam rencana time schedule setelah melakukan estimasi durasi tiap pekerjaan elektrikal dan plambing berdasarkan urutan kerja yang jelas.
3. *Software Autodesk Navisworks*.
Software Autodesk Naviswork berfungsi sebagai pengintegrasian antara *3D ModelBase* yang berisi informasi *Quantity take off* tiap pekerjaan dan *Scheduling* dari *software Ms.Porject* pada pekerjaan elektrikal dan plumbing dalam studi kasus dengan menggunakan *software Autodesk Navisworks*. Faktor pemilihan *software Autodesk Navisworks* 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, selain itu *Autodesk Naviswork* adalah *software* yang belum terlalu digunakan, yang mana

mampu mengimplementasikan 4D Scheduling Simulation pada suatu proyek konstruksi.

4.5 Pemodelan dan Estimasi *Quantity Take Off* Material Elektrikal dan Plumbing

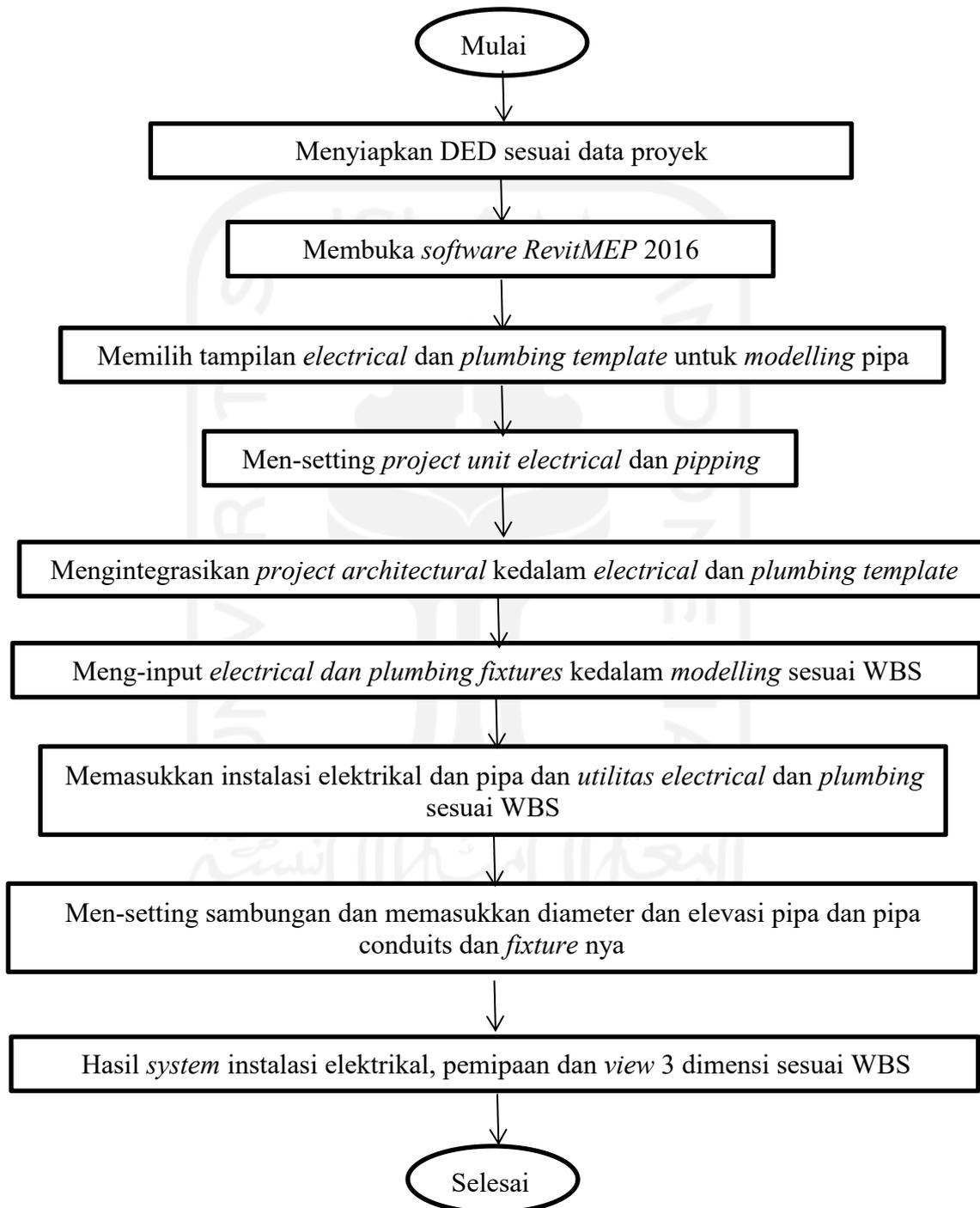
Sebelum melakukan pemodelan dilakukan input data yang telah didapatkan dari proyek, dikarenakan data yang didapatkan dari proyek hanya *detailed engineering drawing* (2D). Maka dari itu, data yang diperoleh dari proyek dimodelkan dengan baik dan benar kedalam 3D dengan menggunakan *tools software Revit* dengan *add in* yang digunakan adalah *detailed engineering drawing architectural* (2D) dan *RevitMEP 2016* dengan *add in* yang digunakan adalah *detailed engineering drawing mechanical, electrical and plumbing* (2D). Setelah selesai memodelkan secara *architectural template*, *electrical template* dan *plumbing template*, kemudian melakukan input spesifikasi teknis material plumbing pada *schedule quantities*. Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini terletak pada pemetaan potensi titik clash antara gambar 2D dengan modelling 3D guna mendapatkan *quantity take off* material elektrikal plumbing yang dalam penyajian estimasi *quantity take off* yang didapatkan dari software *RevitMEP 2016*.

Pemodelan dilakukan dengan menggunakan *architectural template* terlebih dahulu untuk pemodelan *add in detail engineering drawing architectural* (2D) sebelum menggunakan *electrical template* dan *plumbing template* untuk pemodelan *add in* yang digunakan adalah *detailed engineering drawing mechanical electrical and plumbing* (2D) kedalam model 3D yang pada akhirnya akan dianalisis untuk keperluan mendapatkan *quantity take off* dan mendeteksi *clash detection* pada perhitungan *quantity take off* yang nantinya dikaitkan kedalam estimasi akhir *quantity take off* material pekerjaan elektrikal dan plumbing. Bagan alir atau *flowchart* pemodelan menggunakan *architectural template* dapat dilihat pada Gambar 4.2 dibawah ini.



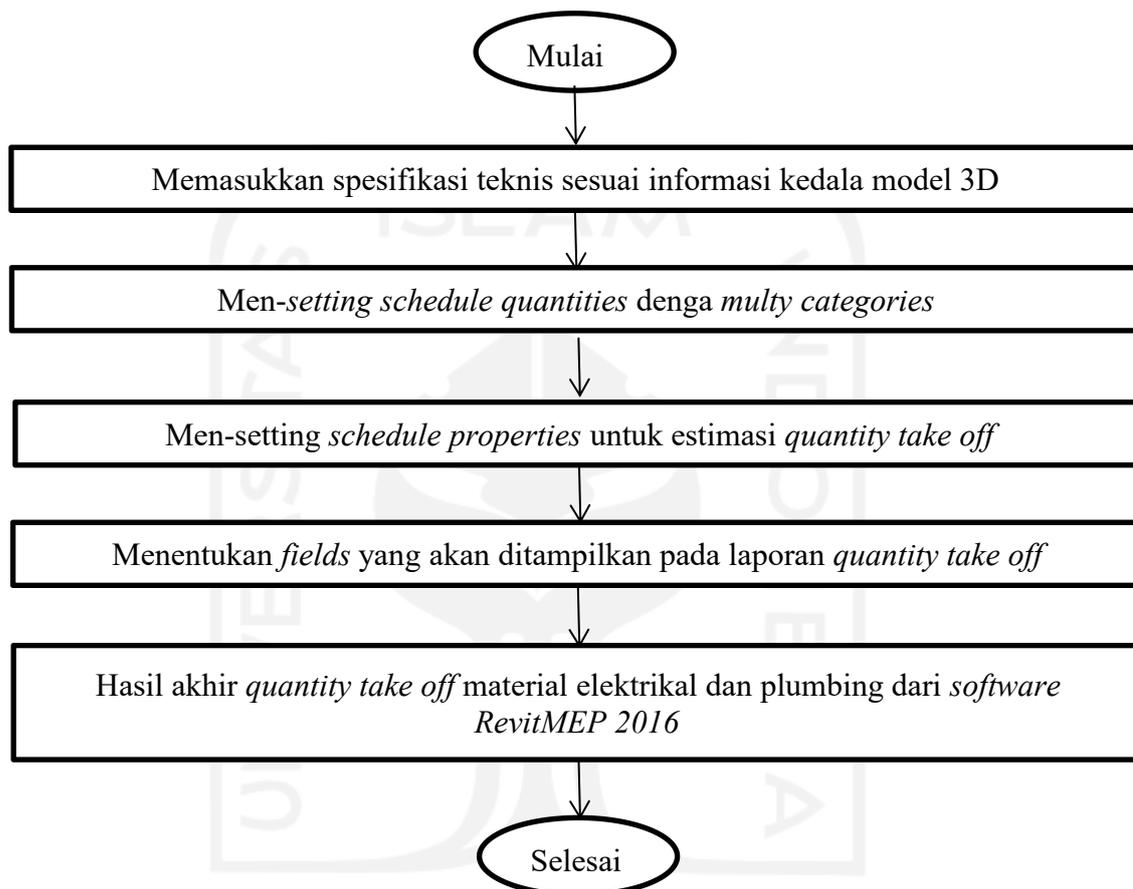
Gambar 4.2 Flowchart Pemodelan *Architectural Template*

Pemodelan secara *utilitas electrical template* dan *plumbing template* dapat dilakukan menggunakan *RevitMEP 2016* sesuai dengan *work breakdwon structure* dapat dilihat pada Gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Flowchart Pemodelan Electrical dan Plumbing Template

Langkah-langkah untuk memasukkan spesifikasi kedalam model 3D dan analisis untuk keperluan *quantity take off* sesuai dengan *work breakdown structure* serta estimasi *quantity take off* material pekerjaan elektrikal dan plumbing. Dan dalam penyajian hasil dapat dilihat pada Gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.4 Flowchart Analisis *Quantity Take Off* Material Elektrikal dan Plumbing sesuai *Work Breakdon Structure*

4.6 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan maksud memperoleh *4D Schedule Simulation* dengan mengimplementasikan konsep *Building Information Modelling (BIM)* dengan bantuan *software Naviswork* guna mendapatkan rencana penjadwalan dari hasil estimasi durasi pekerjaan elektrikal dan plumbing pada suatu proyek konstruksi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan lima metode yaitu studi literatur, pengumpulan data, perencanaan *WBS* dan hubungan keterkaitan, pengestimasian durasi tiap pekerjaan, perencanaan jadwal kerja

menggunakan *software* bantu *Ms.Project*, dan penerapan *4D Schedule Simulation* pada *software Navisworks* dengan menerapkan konsep *BIM*.

4.6.1 Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan adalah dengan cara membaca banyak literatur yang memiliki hubungan dengan penulisan penelitian yaitu estimasi durasi pekerjaan dan juga buku panduan/manual *software Navisworks* yang akan berguna dalam mempelajari serta mendalami kegunaannya

4.6.2 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan penulis berupa *3D ModelBase* yang berisi informasi *quantity takeoff* pekerjaan elektrik dan plambing dan dimodelkan dengan *software RevitMEP*, dokumen penjadwalan proyek dan dokumen analisa harga satuan pekerjaan. Selanjutnya data yang dikumpulkan menjadi acuan dalam mengestimasi durasi aktivitas pekerjaan serta pengimplementasian konsep *4D Scheduling* menggunakan *software Naviswork* yang menghasilkan *4D Scheduling Simulation*.

4.6.3 Perencanaan *Work Breakdown Structure (WBS)* dan Hubungan Keterkaitan

Perencanaan *WBS* dan hubungan keterkaitan tiap pekerjaan dilakukan untuk memperoleh rencana jadwal yang baik. *WBS* dan hubungan keterkaitan pada pekerjaan elektrik dan plambing direncanakan dengan memperimbangan pekerjaan lainnya yaitu pekerjaan struktural dan arsitekturalnya. Hal ini dilakukan untuk memperoleh urutan kerja yang baik hingga tidak menyebabkan clash antar pekerjaan.

Dikarenakan posisi penulis saat ini masih berstatus mahasiswa sehingga kurang adanya pengalaman yang baik dalam merancang *WBS* serta Hubungan Keterkaitan maka dari itu perlu dilakukan wawancara terhadap pihak stakeholders proyek penelitian dengan mempersiapkan pertanyaan-pertanyaan bersangkutan.

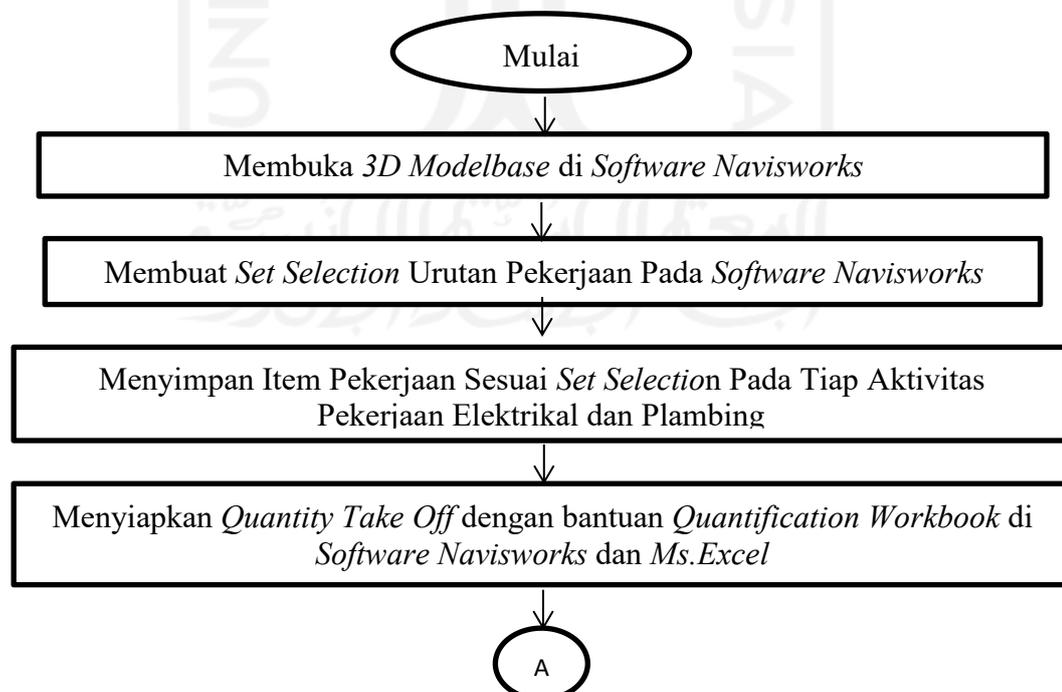
4.6.4 Rencana Kebutuhan Tenaga Kerja

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. Dalam

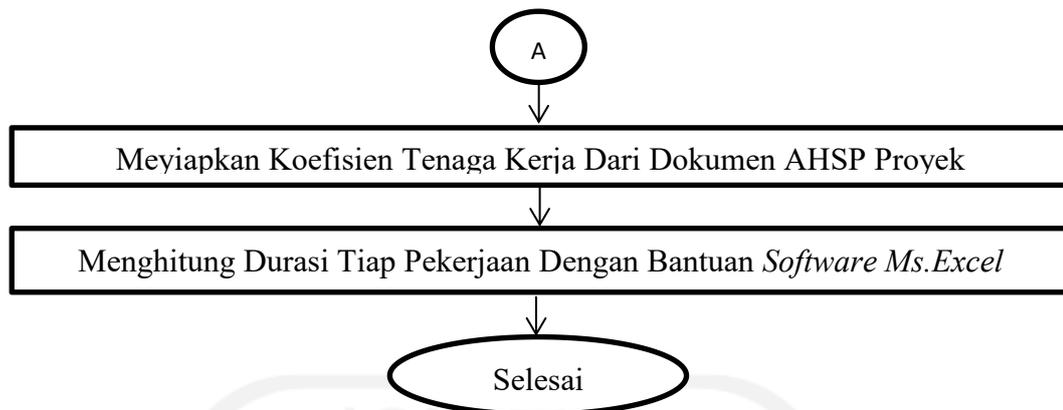
penelitian ini penulis memperoleh jumlah maksimal tenaga kerja/hari yang direncanakan dari tempat proyek penelitian. Dari jumlah tenaga kerja/hari pada pekerjaan MEP ini penulis akan mengalokasikan tenaga kerja sesuai dengan urutan kerja yang telah direncanakan sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan tenaga kerja yang tersedia. Maka dari itu untuk tercapainya penggunaan yang optimal, penulis melakukan wawancara dengan stakeholders tentang kebutuhan optimal tenaga kerja/hari pada tiap pekerjaannya.

4.6.5 Estimasi Durasi Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plambing

Pada tahapan ini dilakukan estimasi durasi pada pekerjaan elektrikal dan plambing berdasarkan *3D Modelbase* dari *software Revit* yang berisi detail quantity takeoff yang dibutuhkan pada tiap pekerjaannya yang menerapkan konsep *lean construction* dengan mengurangi *waste* pada tiap pekerjaannya. Untuk mengestimasi durasi tiap pekerjaan dibutuhkan data koefisien tenaga kerja dalam dokumen analisa harga satuan pekerjaan serta data quantity takeoff. Pengoperasian estimasi dibutuhkan software pendukung berupa *ms.excel*. Bagan alir atau flowchart dalam estimasi durasi tiap aktivitas pada pekerjaan elektrikal dan plambing dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut ini.



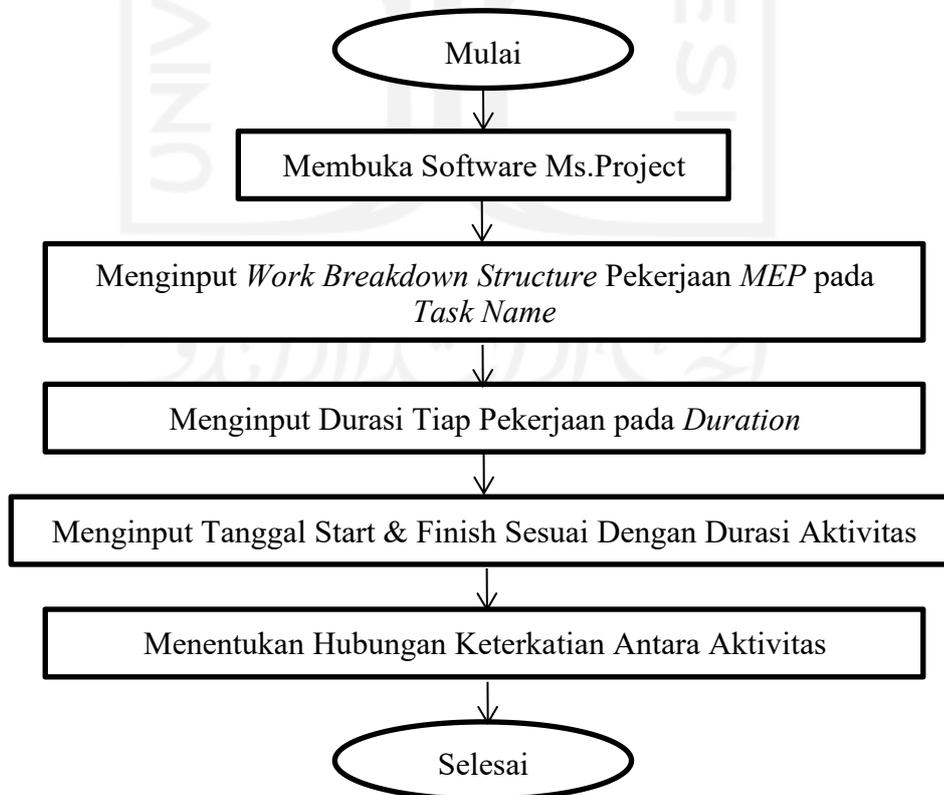
Gambar 4.5 Flowchart Estimasi Durasi Pekerjaan MEP



Gambar 4.5 Flowchart Estimasi Durasi Pekerjaan MEP

4.6.6 Rencana Jadwal dengan *Software Microsoft Project*

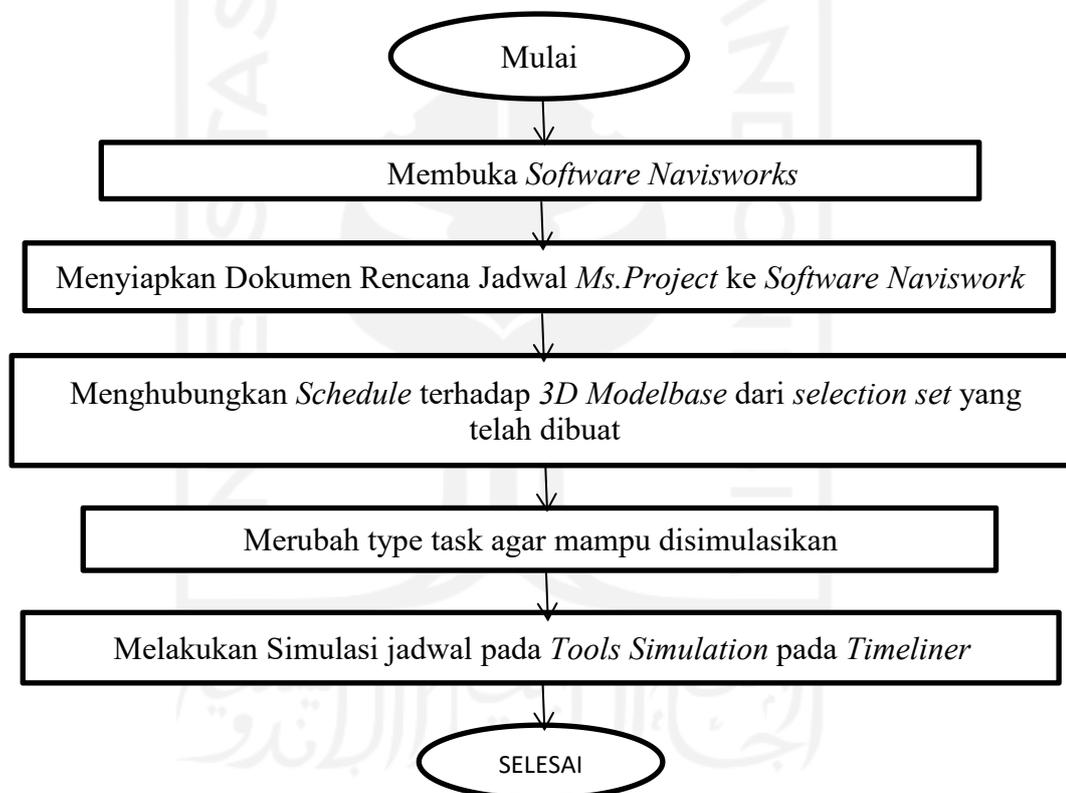
Pada tahapan ini direncanakan penjadwalan dengan menimbang hubungannya terhadap pekerjaan struktural dan arsitektural dalam urutan kerjanya di proyek serta memasukkan hubungan keterkaitan pekerjaan yang telah dilakukan sehingga mampu memberikan durasi total pada pekerjaan elektrikal dan plambing. Bagan alir atau *flowchart* pengaplikasian *Ms.Project* untuk rencana jadwal dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut ini.



Gambar 4.6 Flowchart Pengaplikasian Microsoft Project

4.6.7 Implementasi 4D Schedule Simulation

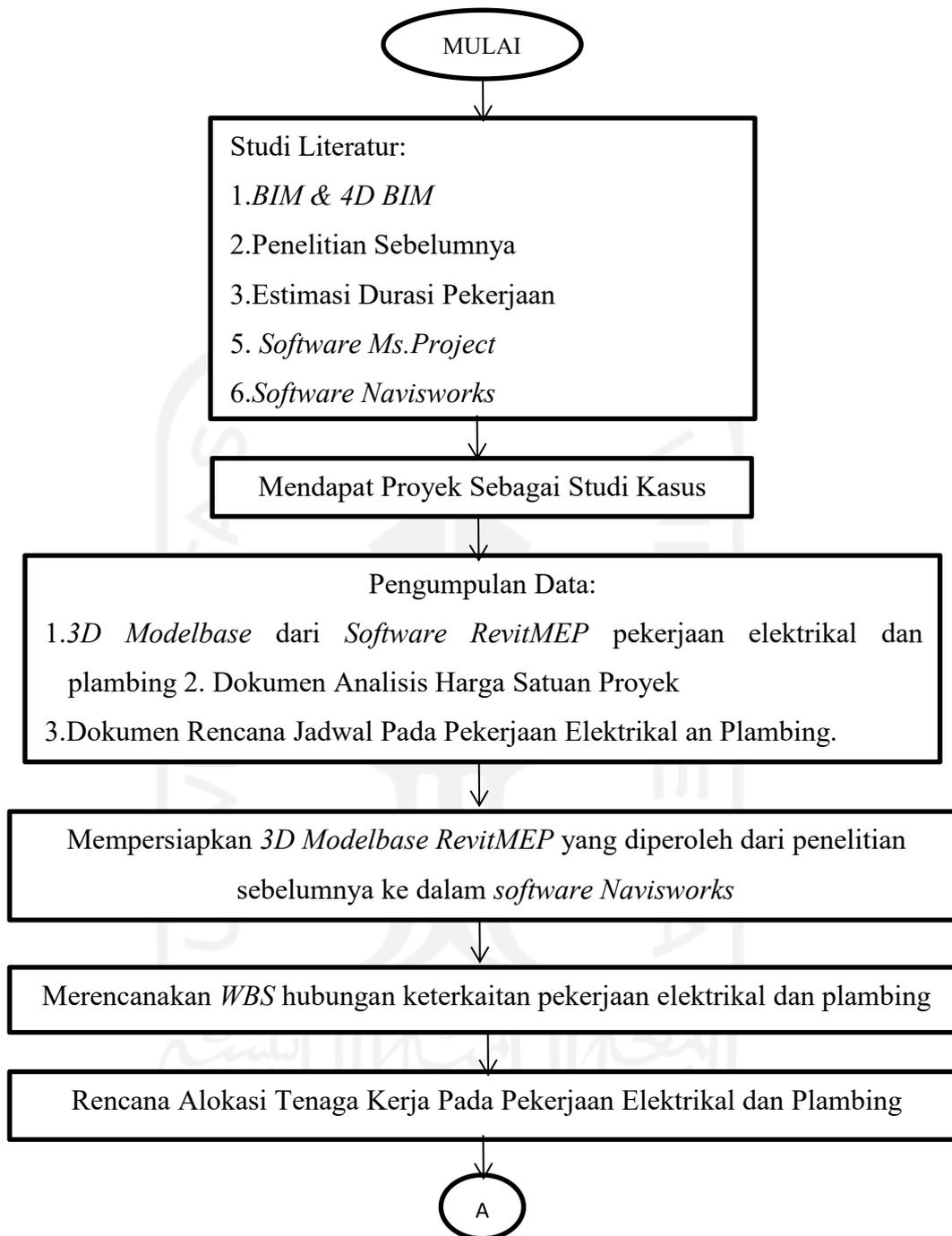
Pada tahapan ini dilakukan kolaborasi antara *3D ModelBase* dari *software RevitMEP* dan Rencana Jadwal pada *software Ms.Project* agar terintegrasi yang mana 2 data ini diolah pada *software Naviswork* sehingga memperoleh *4D Schedule Simulation* yang menampilkan simulasi penjadwalan pekerjaan elektrikal dan plambing secara visual berbasis waktu, sesuai perannya dalam Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai dalam urutan kerja yang benar. Tahapan yang perlu dilakukan agar memperoleh hasil implementasi ini dapat dilihat pada Gambar 4.7 dibawah ini.



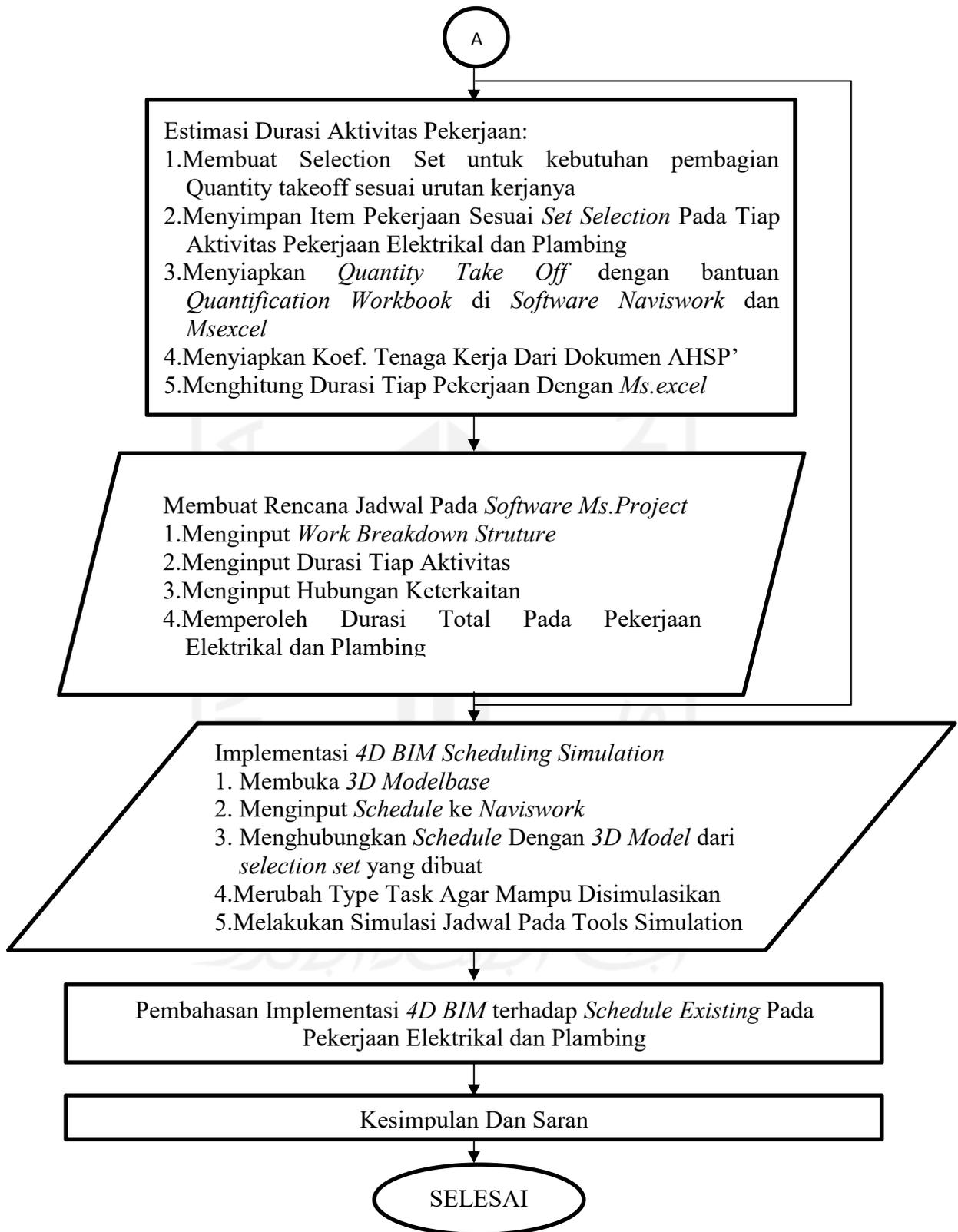
Lanjutan Gambar 4.7 Flowchart Tahapan 4D Scheduling Simulation

4.7 Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa pendekatan seperti studi kasus, studi literatur, pengimplementasian *4D Shceduling Simulation BIM* terhadap studi kasus. Bagan alir atau *flowchart* penelitian dapat dilihat pada gambar 4.8 berikut ini.



Gambar 4.8 Flowchart Penelitian Tugas Akhir



Lanjutan Gambar 4.8 *Flowchart* Penelitian Tugas Akhir

BAB V

DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Penelitian

Data penelitian merupakan data yang bisa menunjang pengimplementasian konsep *Building Information Modeling (BIM)* dalam memperoleh *4D Scheduling Simulation* dan estimasi durasi pada pekerjaan elektrikal dan plambing. Data-data tersebut adalah sebagai berikut.

5.1.1 Informasi Data Proyek

Nama Proyek : Pembangunan Proyek Kos 2 Lantai
Lokasi Proyek : Gang Soka, Sapen, GK/1635, Demangan RT 24 RW 07
Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta
Pemilik Proyek : Prof.Dr.Supargiono,DTM&H, SU, Ph,D
Pelaksana Proyek : Nuansa Studio24

5.1.2 3D ModelBase pada Software RevitMEP

Dalam melakukan penelitian ini penulis menggunakan *3D ModelBase* dari *software RevitMEP* yang diperoleh dari penelitian saudara fatur rachman hidayat dan aditya kurnia nugraha. *3D ModelBase* akan digunakan dalam mengimplementasikan *4D Scheduling Simulation* dengan bantuan *software Navisworks*. Data yang diperoleh dapat dilihat sebagai berikut.

1. *3D ModelBase* Pekerjaan Elektrikal dan Informasi *Quantity Take Off*
2. *3D ModelBase* Pekerjaan Plambing dan Informasi *Quantity Take Off*

5.1.3 Dokumen Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Peran dari Dokumen Analisa Harga Satuan Pekerjaan dalam penelitian ini adalah untuk menentukan estimasi durasi tiap aktivitas pada pekerjaan elektrikal dan plambing yang diperoleh dari Dokumen Proyek. Dokumen Analisa Harga Satuan Pekerjaan dapat dilihat dalam Lampiran 1.

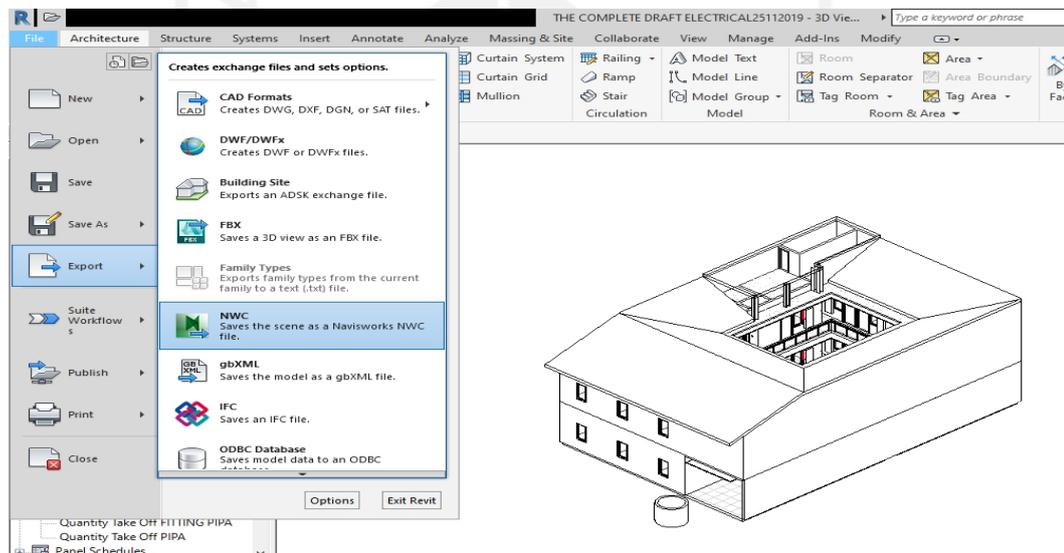
5.1.4 Dokumen Penjadwalan Proyek

Peran dari Dokumen Penjadwalan Proyek dalam penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut.

1. Sebagai dasar penempatan urutan pekerjaan elektrikal dan plambing Terhadap pekerjaan struktural dan arsitektural proyek
2. Sebagai alat banding terhadap hasil implementasi *4D BIM Scheduling*, untuk melihat dokumen penjadwalan proyek dapat dilihat pada Lampiran 2.

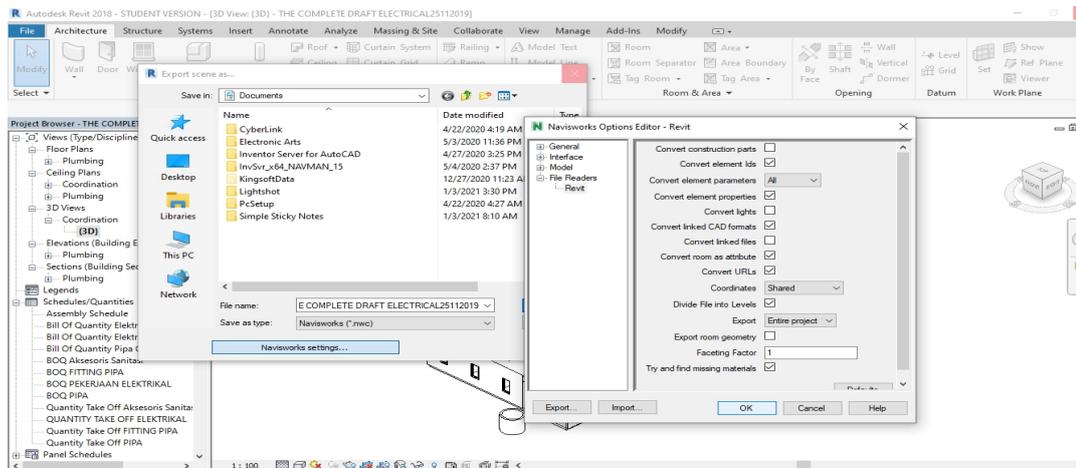
5.2 Analisis Data

Sebelum memulai analisis, peneliti mempersiapkan *3D Modelbase* dari pekerjaan elektrikal dan plambing dari *Software Naviswork* ke *Software Navisworks*. Langkah yang pertama dilakukan adalah membuka *3D Modelbase* dari *Revit*, lalu memilih Menu *File-Export-NWC* yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 dibawah ini.



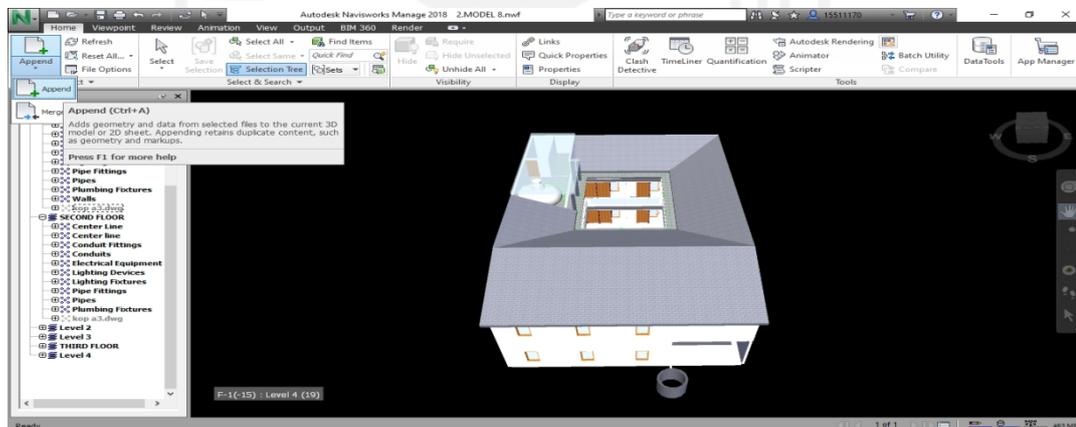
Gambar 5.1 Tampilan Tool NWC
(Sumber : Screen Capture dari *Software Revit*, Diakses 2020)

Pilih Tab *NWC*, hingga muncul Tampilan *Save As*, sebelum menyimpan *3D Modelbase* ke *NWC File*, atur *3D Modelbase* dan informasi serta koordinatnya, kemudian kirim dengan memilih *Save As*, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5.2 Tampilan Save As 3D ModelBase ke Navisworks
(Sumber : Screen Capture dari Software Revit, Diakses 2020)

Lalu Input 3D Modelbase dari software Revit kedalam Navisworks yang merupakan lalu lintas data antar BIM Product, langkahnya dengan memilih Menu Home-Tab Append-Append, kirim file NWC ke software navisworks sehingga dapat menampilkan 3D Modelbase yang tersimpan, yang dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut ini.



Gambar 5.3 Tampilan 3D ModelBase di Software Navisworks
(Sumber : Screen Capture dari Software Revit, Diakses 2020)

5.2.1 Perencanaan *Work Breakdown Structure (WBS)* dan Hubungan Keterkaitan

Pada tahapan ini dilakukan rencana *WBS* berdasarkan urutan kerja yang benar dari 3D Modelbase di Software Revit. *Work breakdown structure* dibuat berdasarkan perannya dalam proyek agar terorganisir sehingga mampu

memberikan *timeline* pada pekerjaan elektrikal dan plambing. *Work breakdown structure* ini mampu mengidentifikasi tiap tugas yang diperlukan untuk membuat setiap tujuan. *Work breakdown structure* pada pekerjaan elektrikal dan plambing dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Work Breakdown Structure Pekerjaan Elektrikal dan Plambing

No	task Name
A.	Pekerjaan Elektrikal Dan Plambing
I	Pekerjaan Instalasi Pipa PVC + Fitting Lt.1 Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.1) Instalasi Air Hujan (lt.1)
II	Pekerjaan Instalasi Pipa PVC + Fitting Lt.2 Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.2)
III	Pekerjaan Conduits and Cable Lt.1 Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1)
IV	Pekerjaan Instalasi Pipa PVC + Fitting Lt.1 (2) Instalasi Air Bersih (lt.1)
V	Pekerjaan Conduits and Cable Lt.1 (2) Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1) (2)
VI	Pekerjaan Instalasi Pipa PVC + Fitting Atap Instalasi Air Hujan (atap)
VII	Pekerjaan Conduits and Cable Lt.2 Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2)
VIII	Pekerjaan Instalasi Pipa PVC + Fitting Lt.2 (2) Instalasi Air Bersih (lt.2)
IX	Pekerjaan Conduits and Cable Lt.2 (2) Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2) (2)
X	Pekerjaan Instalasi Pipa PVC + Fitting atap (2) Instalasi Air Bersih (atap)
XI	Pekerjaan Aksesoris Lt.1
1	Pekerjaan aksesoris plambing Lt.1 Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.1) Pemasangan floor drain (lt.1) pemasangan closet jongkok porselen (lt.1) Pemasangan bak zink (lt.1)
2	Pekerjaan aksesoris elektrikal Lt.1 Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.1) Pemasangan Stopkontak (lt.1) Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.1) Pemasangan KWH Listrik (lt.1) Pemasangan MCB Box (lt.1)

Lanjutan Tabel 5.1 Urutan Kerja Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing

No	task Name
XII	Pekerjaan Aksesoris Lt.2
1	Pekerjaan aksesoris plumbing Lt.2 Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.2) Pemasangan floor drain (lt.2) pemasangan closet jongkok porselen (lt.2)
2	Pekerjaan aksesoris elektrikal Lt.2 Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.2) Pemasangan Stopkontak (lt.2) Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.2) Pemasangan KWH Listrik (lt.2) Pemasangan MCB Box (lt.2)
XIII	Pekerjaan Aksesoris Lt.3
	Pekerjaan aksesoris plumbing Atap
	Pemasangan Roof drain
	Pekerjaan pemasangan water toren

Setelah membuat *work breakdown structure*, selanjutnya membuat hubungan keterkaitan yang benar pada pekerjaan elektrikal dan plumbing terhadap pekerjaan struktural dan arsitektural. Metode untuk memperoleh hubungan keterkaitannya dilakukan dengan melakukan wawancara dengan pihak stakeholders proyek yaitu dengan saudara Roisul umam, Nurhalim, Aditya dan Fatur. Hubungan keterkaitan yang telah didiskusikan dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Hubungan Keterkaitan Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plambing

No	Task Name	Hubungan Keterkaitan	Posisi di Project
1	Pekerjaan Elektrikal Dan Plambing		
2	Pekerjaan MEP 1		
3	Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.1)	Start To Start	Setelah pekerjaan sloff
4	Instalasi Air Hujan (lt.1)		
5	Pekerjaan MEP 2		
6	Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.2)	Start To Start	Setelah pekerjaan Pelat Lt.1
7	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1)		
8	Pekerjaan MEP 3		
9	Instalasi Air Bersih (lt.1)	Start To Start	Setelah pekerjaan Bata Merah Lt.1
10	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1) (2)		
11	Pekerjaan MEP 4		
12	Instalasi Air Hujan (atap)	Start To Start	Setelah Pekerjaan Pelat Lt.2
13	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2)		
14	Pekerjaan MEP 5		
15	Instalasi Air Bersih (lt.2)	Start To Start	Setelah pekerjaan bata merah Lt.2
16	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2) (2)		
17	Pekerjaan MEP 6		
18	Instalasi Air Bersih (atap)	16Finish To Start	Setelah pek.MEP 5

Lanjutan Tabel 5.2 Hubungan Keterkaitan Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing

No	Task Name	Hubungan Keterkaitan	Posisi di Project
19	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (1)		
20	Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.1)	Start To Start	Setelah plesteran dinding Lt.1
21	Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.1)		
22	Pemasangan Stopkontak (lt.1)		
23	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (2)		
24	Pemasangan floor drain (lt.1)	Start To Start	Setelah pasangan lantai keramik Lt.1
25	pemasangan closet jongkok porselen (lt.1)		
26	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (3)		
27	Pemasangan bak zink (lt.1)	Start To Start	Setelah pekerjaan plafond Lt.1
28	Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.1)		
29	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (1)		
30	Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.2)	Start To Start	Setelah plesteran dinding Lt.2
31	Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.2)		
32	Pemasangan Stopkontak (lt.2)		
33	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (2)		
34	Pemasangan floor drain (lt.2)	Start To Start	Setelah pasangan lantai keramik Lt.2
35	pemasangan closet jongkok porselen (lt.2)		
36	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (3)		
37	Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.2)	Start To Start	Setelah pekerjaan plafond Lt.2
38	Pekerjaan Aksesoris MEP Atap		
39	Pemasangan Roof drain	Start To Start	Setelah pek.tangga Lt.2
40	Pekerjaan pemasangan water toren		

Lanjutan Tabel 5.2 Hubungan Keterkaitan Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing

No	Task Name	Hubungan Keterkaitan	Posisi di Project
41	Pekerjaan KWH Listrik dan MCB Box		
42	Pemasangan KWH Listrik (lt.1)		Setelah pekerjaan strutural dan arsitektural
43	Pemasangan MCB Box (lt.1)	42Finish To Start	
44	Pemasangan KWH Listrik (lt.2)	43Finish To Start	
45	Pemasangan MCB Box (lt.2)	44Finish To Start	



5.2.2 Rencana Perletakkan Tenaga Kerja

Pada penelitian penulis ini telah diperoleh jumlah tenaga kerja maksimal/hari untuk pekerjaan elektrikal dan plambing yaitu berjumlah 4 tenaga kerja/hari. Dari rencana tenaga kerja yang tersedia dilakukan penempatan tenaga kerja pada tiap pekerjaan agar waktu pekerjaan lebih efektif, maka dari itu dilakukan wawancara diskusi terhadap pihak stakeholder sehingga memperoleh hasil diskusi pada Tabel 5.3 dibawah ini.

Tabel 5.3 Alokasi Tenag Kerja Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plambing

No	Task Name	Tenaga Kerja	Mandor
1	Pekerjaan Elektrikal Dan Plambing		
2	Pekerjaan MEP 1		
3	Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.1)	3	1
4	Instalasi Air Hujan (lt.1)	1	1
5	Pekerjaan MEP 2		
6	Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.2)	1	1
7	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1)	3	1
8	Pekerjaan MEP 3		
9	Instalasi Air Bersih (lt.1)	1	1
10	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1) (2)	3	1
11	Pekerjaan MEP 4		
12	Instalasi Air Hujan (atap)	1	1
13	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2)	3	1
14	Pekerjaan MEP 5		
15	Instalasi Air Bersih (lt.2)	1	1
16	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2) (2)	3	1
17	Pekerjaan MEP 6		
18	Instalasi Air Bersih (atap)	4	1
19	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (1)		
20	Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.1)	2	1
21	Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.1)	1	1
22	Pemasangan Stopkontak (lt.1)	1	1
23	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (2)		

Lanjutan Tabel 5.3 Alokasi Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plambing

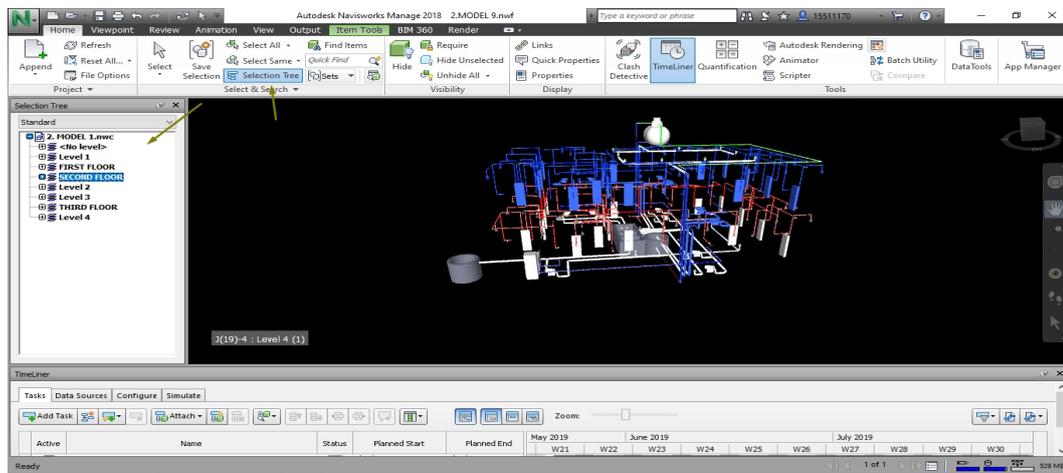
No	Task Name	Tenaga Kerja	Mandor
24	Pemasangan floor drain (lt.1)	1	1
25	pemasangan closet jongkok porselen (lt.1)	3	1
26	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (3)		
27	Pemasangan bak zink (lt.1)	2	1
28	Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.1)	2	1
29	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (1)		
30	Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.2)	2	1
31	Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.2)	1	1
32	Pemasangan Stopkontak (lt.2)	1	1
33	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (2)		
34	Pemasangan floor drain (lt.2)	1	1
35	pemasangan closet jongkok porselen (lt.2)	3	1
36	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (3)		
37	Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.2)	2	1
38	Pekerjaan Aksesoris MEP Atap		
39	Pemasangan Roof drain	2	1
40	Pekerjaan pemasangan water toren	2	1
41	Pekerjaan KWH Listrik dan MCB Box		
42	Pemasangan KWH Listrik (lt.1)	1	
43	Pemasangan MCB Box (lt.1)	1	
44	Pemasangan KWH Listrik (lt.2)	1	
45	Pemasangan MCB Box (lt.2)	1	

5.2.3 Estimasi Durasi Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plambing

Dalam memperoleh durasi pada tiap aktivitas pada pekerjaan elektrikal dan plambing, diperlukan tahapan-tahapan yang berurut sehingga mampu dimengerti bagi pembaca. Berikut ini adalah tahapan-tahapan sehingga memperoleh durasi pada pekerjaan elektrikal dan plambing.

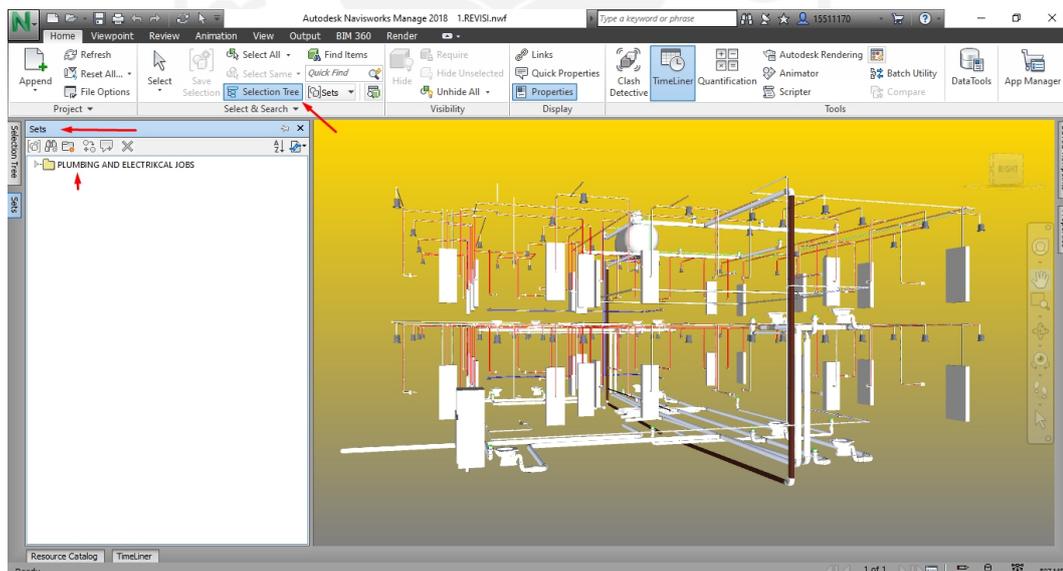
1. Membuat *Selection Set*

Selection set bertujuan untuk mengelompokkan *3D Modelbase* berdasarkan urutan kerja pada pekerjaan elektrikal dan plambing. Tahapan untuk membuat *Selection Set* dengan membuka tampilan *Selection Tree* yang tersedia pada Menu Home yang menampilkan seluruh item *3D Modelbase* beserta informasinya yang dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut ini.



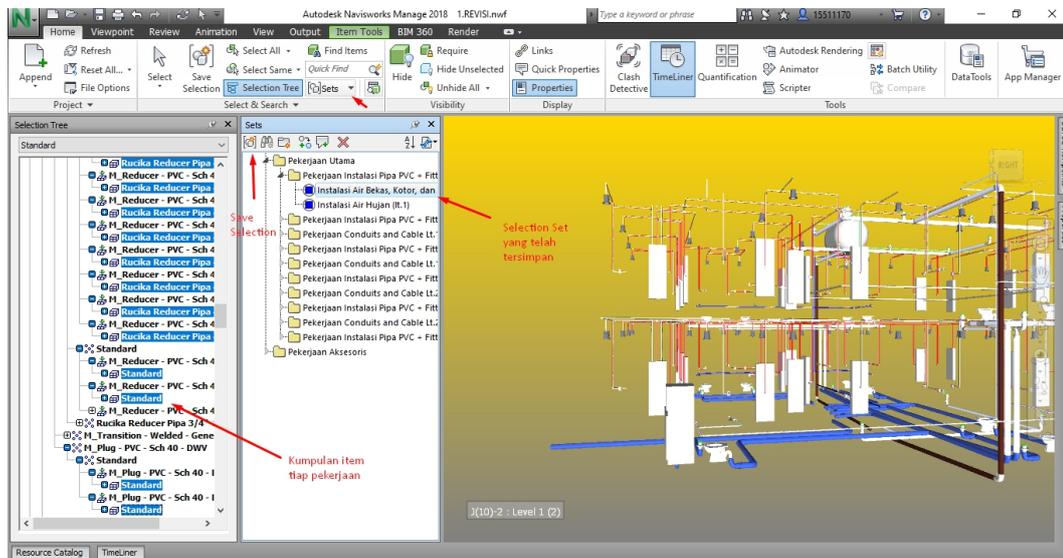
Gambar 5.4 Tampilan Selection Tree
(Sumber : Screen Capture dari Software Revit, Diakses 2020)

Untuk membuat *Selection Set*, pilih *Menu Home-Tab Sets*, pada tampilan *Sets* akan diisi Set Task berdasarkan Task Name berdasarkan urutan kerja. Tampilan Jendela *Sets* dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut ini.



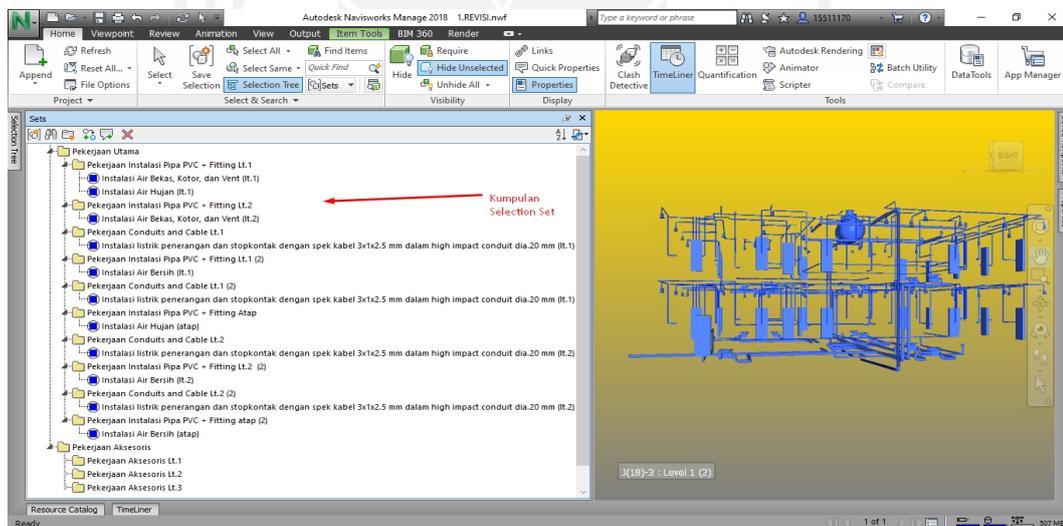
5.5 Tampilan Jendela Selection Sets
(Sumber : Screen Capture dari Software Revit, Diakses 2020)

Pembuatan *Sets* dilakukan dengan cara memilih *3D item* pada *Selection Tree* berdasarkan aktivitas pekerjaan, lalu pilih tab *Save Selection* pada tampilan *Sets* sehingga akan menampilkan *Selection Set* item pada tampilan *Set* yang dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut ini.



5.6 Tampilan *Selection Set* yang tersimpan.
(Sumber : Screen Capture dari Software Revit, Diakses 2020)

Lakukan pembuatan *Selection Set* untuk setiap aktivitas. Tampilan seluruh *Selection Set* yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut ini.

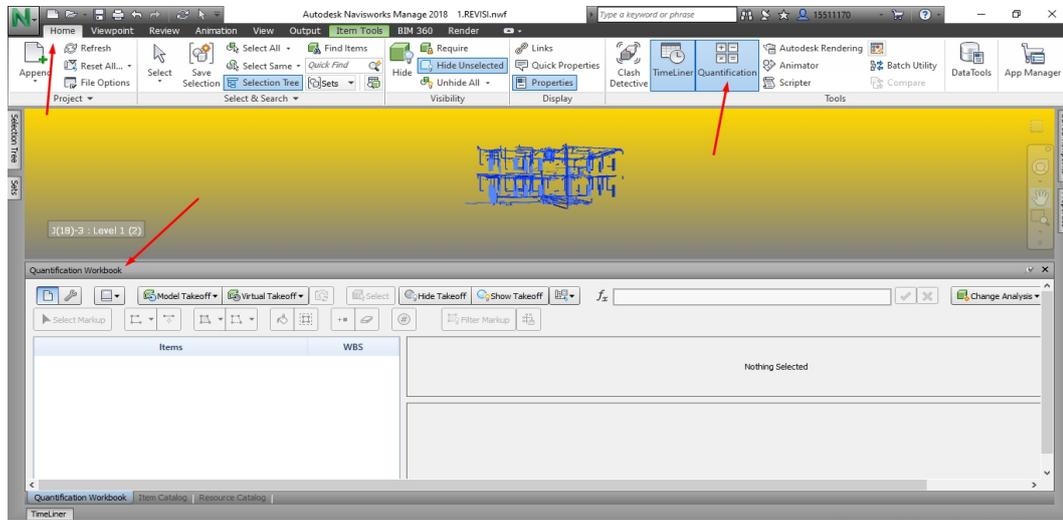


Gambar 5.7 Tampilan Rekapitulasi *Selection Set*
(Sumber : Screen Capture dari Software Navisworks, Diakses 2020)

2. Menyiapkan Quantity Takeoff

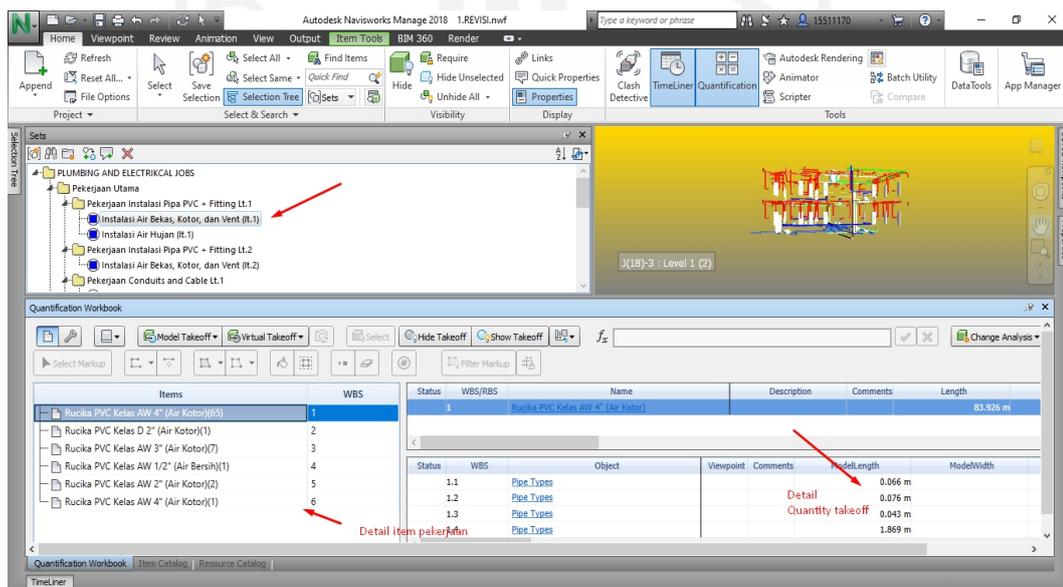
Quantity takeoff dikelompokkan berdasarkan urutan kerja sehingga dapat mengetahui kebutuhan volume pada tiap pekerjaan. Langkah pertama yang perlu dilakukan ialah dengan memilih Menu Home-Tab Quantification

sehingga menampilkan Tampilan Quantification Workbook seperti terlihat pada Gambar 5.8 berikut ini.



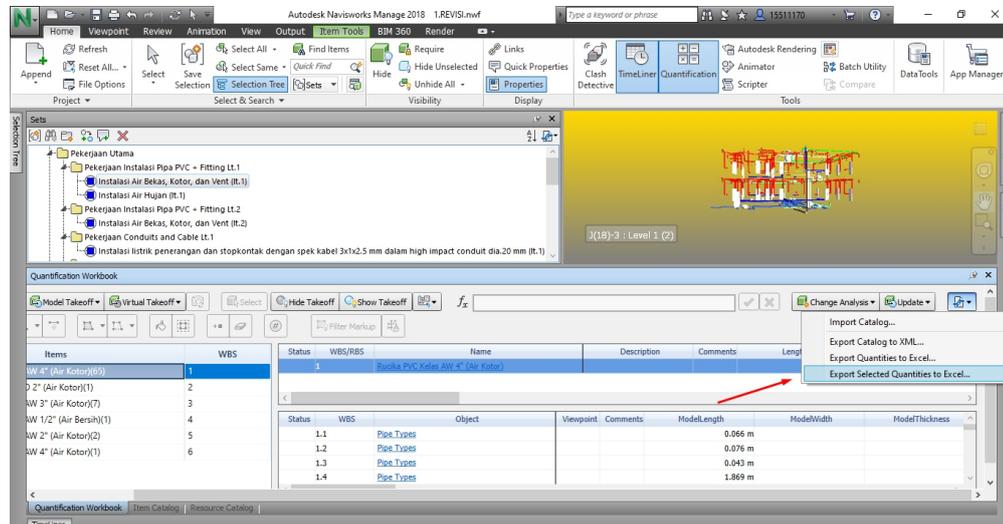
Gambar 5.8 Tampilan *Quantification Workbook*
(Sumber : Screen Capture dari Software Revit, Diakses 2020)

Selanjutnya, mengetahui quantity take off pada tiap pekerjaan dengan langkah membuka Tab *Selection Set*, menyeret Set pada tiap pekerjaan ke dalam Tampilan *Quantification Workbook* sehingga dapat memperoleh detail *Quantity Takeoff* tiap pekerjaan. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut ini.



Gambar 5.9 Detail *Quantity Takeoff* Tiap Pekerjaan
(Sumber : Screen Capture dari Software Revit, Diakses 2020)

Tahapan selanjutnya mengirim detail quantity takeoff ke software pendukung *Ms.Excel* yang dapat dilihat pada Gambar 5.10 berikut ini.



Gambar 5.10 Import *Quantity Takeoff* ke Software *Ms.Excel*
(Sumber : Screen Capture dari Software Revit, Diakses 2020)

Tampilan detail *quantity takeoff* pada software *Ms.Excel* dapat dilihat pada Lampiran 7. Rekapitulasi *Quantity takeoff* dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4 Quantity Takeoff Pekerjaan Elektrikal dan Plambing

No	Task Name	QTO	Satuan
1	Pekerjaan Elektrikal Dan Plambing		
2	Pekerjaan MEP 1		
3	Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.1)	89.024	m'
4	Instalasi Air Hujan (lt.1)	24.273	m'
5	Pekerjaan MEP 2		
6	Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.2)	41.86	m'
7	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1)	133.546	m'
8	Pekerjaan MEP 3		
9	Instalasi Air Bersih (lt.1)	26.082	m'
10	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1) (2)	100.259	m'
11	Pekerjaan MEP 4		
12	Instalasi Air Hujan (atap)	37.47	m'
13	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2)	128.97	m'

Lanjutan Tabel 5.4 Quantity Takeoff Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing

No	Task Name	QTO	Satuan
14	Pekerjaan MEP 5		
15	Instalasi Air Bersih (lt.2)	22.75	m'
16	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2) (2)	102.478	m'
17	Pekerjaan MEP 6		
18	Instalasi Air Bersih (atap)	47.254	m'
19	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (1)		
20	Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.1)	7	buah
21	Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.1)	28	buah
22	Pemasangan Stopkontak (lt.1)	14	buah
23	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (2)		
24	Pemasangan floor drain (lt.1)	10	buah
25	pemasangan closet jongkok porselen (lt.1)	7	buah
26	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (3)		
27	Pemasangan bak zink (lt.1)	1	buah
28	Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.1)	33	buah
29	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (1)		
30	Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.2)	6	buah
31	Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.2)	27	buah
32	Pemasangan Stopkontak (lt.2)	14	buah
33	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (2)		
34	Pemasangan floor drain (lt.2)	10	buah
35	pemasangan closet jongkok porselen (lt.2)	7	buah
36	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (3)		
37	Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.2)	33	buah
38	Pekerjaan Aksesoris MEP Atap		
39	Pemasangan Roof drain	10	buah
40	Pekerjaan pemasangan water toren	1	buah
41	Pekerjaan KWH Listrik dan MCB Box		
42	Pemasangan KWH Listrik (lt.1)	15	buah
43	Pemasangan MCB Box (lt.1)	1	buah
44	Pemasangan KWH Listrik (lt.2)	14	buah
45	Pemasangan MCB Box (lt.2)	1	buah

3. Menyiapkan Koefisien Tenaga Kerja Dari Dokumen AHSP Proyek

Dokumen analisa harga satuan diperoleh dari Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai, Sapen. Pada Tahapan ini kita memerlukan nilai koefisien tenaga kerja pada tiap sub aktivitas dalam pekerjaan elektrikal dan plumbing.

Sesuai dengan Gambar 4.4 *flowchart* Estimasi Durasi Aktivitas. Untuk mengetahui nilai dari koefisien tenaga kerja dapat dilihat pada Gambar 5.11 berikut.

No.	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Pemasangan 1 m' pipa PVC tipe AW diameter 1/2"					
A	Tenaga			Koefisiennya	
	Pekerja	OH	0.036	Rp 85,000.00	Rp 3,060.00
	Tukang	OH	0.06	Rp 105,000.00	Rp 6,300.00
	Kepala Tukang	OH	0.006	Rp 120,000.00	Rp 720.00
	Mandor	OH	0.002	Rp 150,000.00	Rp 300.00
Jumlah Tenaga Kerja					Rp 10,380.00
B	Bahan				
	Pipa PVC 1/2"	M	1.2	Rp 3,750.00	Rp 4,500.00
	Perlengkapan	%	35		Rp 1,575.00
Jumlah Harga Bahan					Rp 6,075.00
D	Jumlah (A+B)				Rp 16,455.00
E	Overhead & Profit (10% x D)				Rp 1,645.50
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 18,100.50

Gambar 5.11 Dokumen Analisa Harga Satuan
(Sumber : Screen Capture dari Software Revit, Diakses 2020)

Menurut Ibrahim (2012) menyatakan bahwa kelompok pekerja pada suatu pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi mempengaruhi ketepatan dalam menyelesaikan suatu proyek. Dalam hal ini peneliti melakukan wawancara terhadap pihak stakeholder terkait jumlah pekerja/tukang serta kelompok pekerja yang digunakan. Detail Jumlah serta jenis pekerja yang akan digunakan dapat dilihat pada Lampiran 9. Detail Kelompok Pekerja Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing.

Koefisien yang dipakai disesuaikan dengan kelompok pekerja yang digunakan dalam suatu pekerjaan seperti yang tertera pada Lampiran 9. Untuk mengetahui keseluruhan koefisien yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut ini yang diperoleh dari Analisa Harga Satuan Pada SNI.

Tabel 5.5 Rekapitulasi Koefisien Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing

No.	Task Name	Koef. Tenaga Kerja	Koef. Mandir	Unit
1	Instalasi Penerangan dengan Spek Kabel NYA 3x1x2.5 mm ² dalam High Impact conduit dia. 20 mm	0,05	0.05	OH
2	Instalasi Outlet Kotak Kontak Dengan Spek Kabel NYA 3x1x2.5 mm ² dalam High Impact conduit dia. 20 mm	0,05	0.05	OH
3	Pemasangan Saklar Tunggal	0.1	0.04	OH
4	Pemasangan Saklar Ganda	0.1	0.04	OH
5	Pemasangan Stop Kontak	0.1	0.02	OH
6	Pemasangan lampu downlight include bohlam 7watt ex philips	0,06	0.02	OH
7	Pemasangan KWH Listrik	0,02	-	OH
8	Pemasangan MCB BOX	0,02	-	OH
1	Pipa PVC kelas AW dia. 100 atau 4"	0,135	0.002	OH
2	Pipa PVC kelas AW dia. 80 atau 3"	0,135	0.002	OH
3	Pipa PVC kelas AW dia. 50 mm atau 2"	0,09	0.003	OH
4	Pipa PVC AW dia. 15 mm atau 1/2 "	0,06	0.002	OH
5	Pipa PVC kelas AW dia. 32 mm atau 1 1/4"	0,09	0.003	OH
6	Pipa PVC AW dia. 25 mm atau 1 "	0,06	0.002	OH
7	Pipa PVC AW dia. 20 mm atau 3/4 "	0,06	0.002	OH
8	Pekerjaan pemasangan kran air 1/2" atau 3/4"	0,4	0.005	OH
9	Pekerjaan pemasangan floor drain	0,1	0.005	OH
10	Pekerjaan pemasangan closet jongkok porselen	1,5	0.06	OH
11	Pekerjaan pemaangan bak zink	0,3	0.015	OH
12	Pekerjaan pemasangan water toren	2,7	0.11	OH

4. Menghitung Durasi Tiap Pekerjaan Dengan Bantuan *Software Ms.Excel*

Konsep *Building Information Modeling (BIM)* mengutamakan metode *Lean Construction* yang mana berfungsi sebagai cara untuk meminimalkan *waste* material dan waktu, dengan tujuan untuk meningkatkan *value (nilai)*. maka implementasi konsep *BIM* akan tercapai bila adanya integrasi data dalam tiap tahapannya. Maka dari itu dilakukan estimasi durasi pada pekerjaan elektrikal dan plambing berdasarkan informasi yang tersedia pada *3D ModelBase* dari *software RevitMEP*. Sesuai dengan Gambar 4.5 *flowchart* Estimasi Durasi Aktivitas.

Menurut Iman Soeharto, perencanaan waktu pekerjaan dalam suatu proyek dapat dihitung dengan rumus pada persamaan 3.1 berikut ini.

$$T = \frac{k * V}{N}$$

Dimana:

N = Jumlah Tenaga Kerja

k = Koefisien Tenaga Kerja dalam Analisa Harga Satuan

V = Kuantitas Pekerja

T = Lama Pekerjaan.

Berdasarkan data Dokumen Rencana Penjadwalan Proyek, diterima data jumlah pekerja/hari dalam pekerjaan elektrikal dan plambing adalah tiga orang. Sebagai dasar estimasi durasi pekerjaan, perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut.

- a. Instalasi listrik penerangan dan dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1)

Diketahui;

$$N = 3 \text{ orang} + 1 \text{ mandor}$$

$$k = 0,05 \text{ OH} + 0,05 \text{ OH}$$

$$V = 133,55$$

Dilakukan perhitungan menggunakan rumus pada persamaan 3.1, seperti dibawah.

$$T = \frac{0,1 \times 130,086}{4}$$

$$T = 3 \text{ Hari.}$$

Dilakukan perhitungan estimasi durasi pada setiap pekerjaan elektrikal dan plambing, yang mana rekapitulasi estimasi durasi pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Durasi Pekerjaan Elektrikal dan Plambing

No	Task Name	Duration (days)
1	Pekerjaan Elektrikal Dan Plambing	
2	Pekerjaan MEP 1	
3	Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.1)	3
4	Instalasi Air Hujan (lt.1)	2
5	Pekerjaan MEP 2	
6	Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.2)	3
7	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1)	3
8	Pekerjaan MEP 3	
9	Instalasi Air Bersih (lt.1)	1
10	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1) (2)	3
11	Pekerjaan MEP 4	
12	Instalasi Air Hujan (atap)	3
13	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2)	3
14	Pekerjaan MEP 5	
15	Instalasi Air Bersih (lt.2)	1
16	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2) (2)	3
17	Pekerjaan MEP 6	
18	Instalasi Air Bersih (atap)	1
19	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (1)	
20	Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.1)	1
21	Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.1)	2.0
22	Pemasangan Stopkontak (lt.1)	1
23	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (2)	
24	Pemasangan floor drain (lt.1)	1
25	pemasangan closet jongkok porselen (lt.1)	3
26	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (3)	
27	Pemasangan bak zink (lt.1)	0.1
28	Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.1)	1
29	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (1)	
30	Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.2)	1
31	Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.2)	2

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Durasi Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing

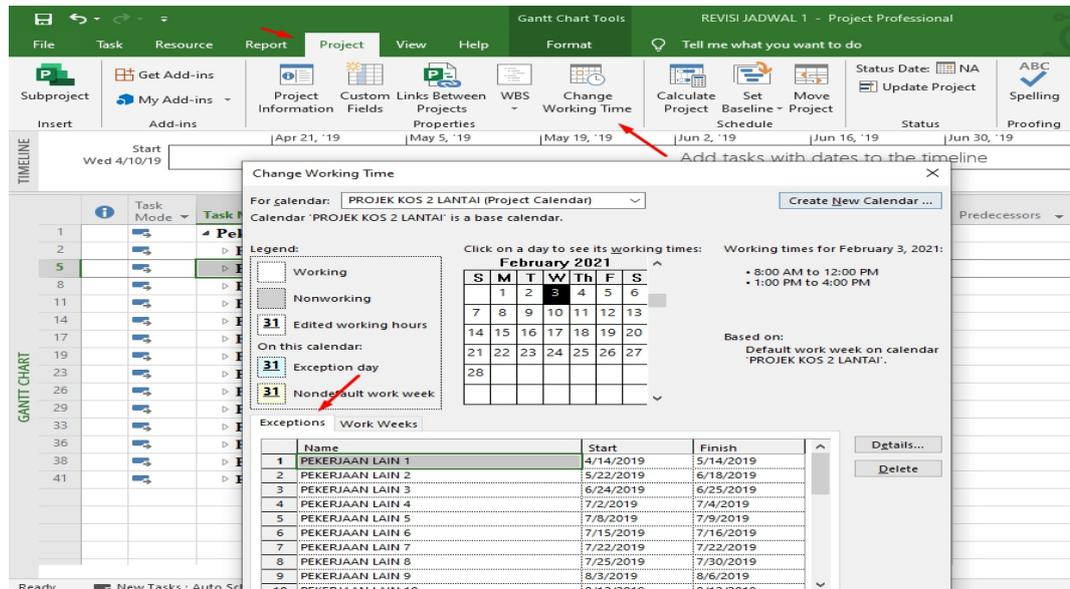
No	Task Name	Duration (days)
32	Pemasangan Stopkontak (lt.2)	1
33	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (2)	
34	Pemasangan floor drain (lt.2)	1
35	pemasangan closet jongkok porselen (lt.2)	3
36	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (3)	
37	Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.2)	1
38	Pekerjaan Aksesoris MEP Atap	
39	Pemasangan Roof drain	0.4
40	Pekerjaan pemasangan water toren	1
41	Pekerjaan KWH Listrik dan MCB Box	
42	Pemasangan KWH Listrik (lt.1)	0.3
43	Pemasangan MCB Box (lt.1)	0.02
44	Pemasangan KWH Listrik (lt.2)	0.3
45	Pemasangan MCB Box (lt.2)	0.02

5.2.4 Rencana Jadwal dengan *Software Microsoft Project*

Pada tahapan ini melakukan pembuatan rencana jadwal sehingga menghasilkan durasi total pada pekerjaan elektrikal dan plumbing. *Software Ms.project* dipilih karena software ini mampu terintegrasi terhadap konsep building information modeling dalam mewujudkan *4D Scheduling* dengan *software Navisworks*. Tahapannya sesuai dengan Gambar 4.3 *Flowchart Pengaplikasian Microsoft Project*. Tahapan dapat dilihat seperti berikut.

1. Mengatur Informasi Dari Projek
 - a. Rencana jadwal pada pekerjaan elektrikal dan plumbing dibuat berdasarkan urutan kerjanya dalam proyek penelitian. Lalu memberikan informasi dimana pekerjaan dimulai berdasarkan urutan kerjanya lalu memberikan hubungan keterkaitannya. letak tiap aktivitas berdasarkan dokumen Penjadwalan Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai, Sapen tersedia di lampiran 1, lalu menginput data tersebut, berikut tahapannya.

- Buka *microsoft project*, lalu pilih Menu *project-change working time* untuk mengisi informasi pekerjaan struktural dan arsitektural seperti yang terlihat pada Gambar 5.12 berikut ini.



Gambar 5.12 Input Informasi Proyek Pada *Tab Change Working Time*
(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Ms.Project*, Diakses 2020)

- Input Urutan Kerja Dan Durasi Tiap Pekerjaan
Langkah pertama yang dilakukan dengan mengisi pekerjaan kedalam *Column Task Name*, yang dapat dilihat pada Gambar 5.13 berikut ini.

Task Name
▶ Pekerjaan Elektrikal Dan Plambing
▶ Pekerjaan MEP 1
▶ Pekerjaan MEP 2
▶ Pekerjaan MEP 3
▶ Pekerjaan MEP 4
▶ Pekerjaan MEP 5
▶ Pekerjaan MEP 6
▶ Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (1)
▶ Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (2)
▶ Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (3)
▶ Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (1)
▶ Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (2)
▶ Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (3)
▶ Pekerjaan Aksesoris MEP Atap
▶ Pekerjaan KWH Listrik dan MCB Box

Gambar 5.13 Input Pekerjaan Pada Tabel *Ms.Project*
(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Ms.Project*, Diakses 2020)

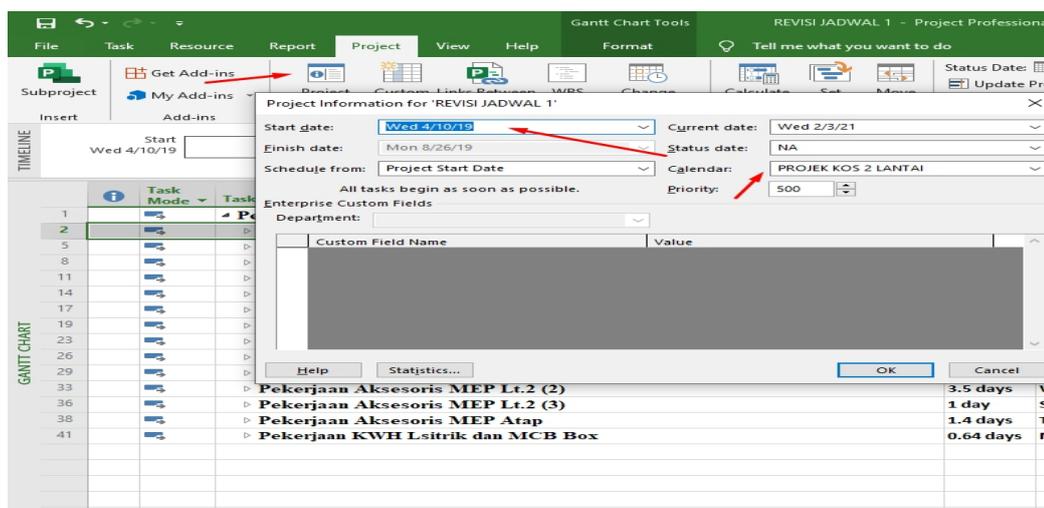
Lalu memasukkan durasi pekerjaan pada tiap sub pekerjaan elektrikal dan plambing yang dapat dilihat pada Gambar 5.14 berikut ini.

Task Name	Duration
Pekerjaan Elektrikal Dan Plambing	30.64 days
▷ Pekerjaan MEP 1	3 days
▷ Pekerjaan MEP 2	3 days
▷ Pekerjaan MEP 3	3 days
▷ Pekerjaan MEP 4	3 days
▷ Pekerjaan MEP 5	3 days
▷ Pekerjaan MEP 6	1 day
▷ Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (1)	2 days
▷ Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (2)	3 days
▷ Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (3)	1 day
▷ Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (1)	2 days
▷ Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (2)	3 days
▷ Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (3)	1 day
▷ Pekerjaan Aksesoris MEP Atap	1 day
▷ Pekerjaan KWH Lsitrik dan MCB Box	0.64 days

Gambar 5.14 Input Durasi Pekerjaan

(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Ms.Project*, Diakses 2020)

Setelah memasukkan durasi tiap pekerjaan, lalu merubah Task Mode menjadi Auto Schedule untuk sinkronisasi waktu tiap pekerjaan. Seperti yang terlihat pada Gambar 5.14 diatas. Langkah selanjutnya mengisi jadwal awal pada pekerjaan elektrikal dan plambing dengan memilih *Menu Project-Project Information*, lalu akan muncul tampilan *project information* seperti yang terlihat pada gambar 5.15 dibawah.



Gambar 5.15 Input Tanggal Awal Pekerjaan.

(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Ms.Project*, Diakses 2020)

4. Input Hubungan Antar Pekerjaan

Tahapan ini dilakukan berdasarkan urutan instalasi pekerjaan elektrikal dan plambing yang tertera pada outline work breakdown structure serta hubungan antar pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.7 seperti berikut.

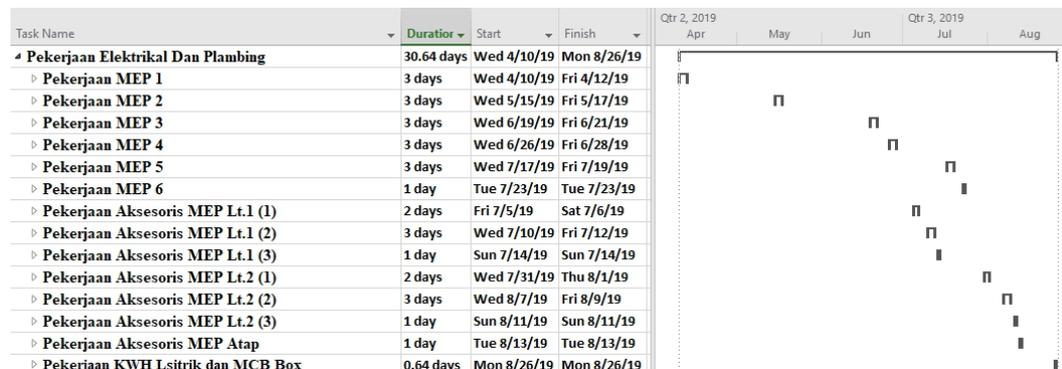
Tabel 5.7 Scheduling Pekerjaan Elektrikal dan Plambing

	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1	Pekerjaan Elektrikal Dan Plambing	30.64 days	Wed 4/10/19	Mon 8/26/19	
2	Pekerjaan MEP 1	3 days	Wed 4/10/19	Sat 4/12/19	
3	Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.1)	3 days	Wed 4/10/19	Sat 4/12/19	
4	Instalasi Air Hujan (lt.1)	2 days	Wed 4/10/19	Sat 4/11/19	3SS
5	Pekerjaan MEP 2	3 days	Wed 5/15/19	Tue 5/17/19	
6	Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.2)	3 days	Wed 5/15/19	Mon 5/17/19	4
7	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1)	3 days	Wed 5/15/19	Tue 5/17/19	6SS
8	Pekerjaan MEP 3	3 days	Wed 6/19/19	Sun 6/21/19	
9	Instalasi Air Bersih (lt.1)	1 day	Wed 6/19/19	Thu 6/19/19	7
10	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1) (2)	3 days	Wed 6/19/19	Sun 6/21/19	9SS
11	Pekerjaan MEP 4	3 days	Wed 6/26/19	Mon 6/28/19	
12	Instalasi Air Hujan (atap)	3 days	Wed 6/26/19	Sun 6/28/19	10
13	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2)	3 days	Wed 6/26/19	Mon 7/28/19	12SS
14	Pekerjaan MEP 5	3 days	Wed 7/17/19	Sun 7/19/19	
15	Instalasi Air Bersih (lt.2)	1 day	Wed 7/17/19	Wed 7/17/19	28
16	Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2) (2)	3 days	Wed 7/17/19	Sun 7/19/19	15SS
17	Pekerjaan MEP 6	1 day	Tue 7/23/19	Wed 7/23/19	
18	Instalasi Air Bersih (atap)	1 day	Tue 7/23/19	Wed 7/23/19	

Lanjutan Tabel 5.7 *Scheduling Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing*

	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
19	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (1)	2 days	Fri 7/5/19	Sun 7/6/19	
20	Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.1)	1 day	Fri 7/5/19	Sat 7/5/19	13
21	Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.1)	2 days	Fri 7/5/19	Sun 7/6/19	20SS
22	Pemasangan Stopkontak (lt.1)	1 day	Fri 7/5/19	Sat 7/5/19	21SS
23	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (2)	3 days	Wed 7/10/19	Sat 7/12/19	
24	Pemasangan floor drain (lt.1)	1 day	Wed 7/10/19	Wed 7/10/19	22
25	pemasangan closet jongkok porselen (lt.1)	3 days	Wed 7/10/19	Sat 7/12/19	24SS
26	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (3)	1 day	Sun 7/14/19	Sun 7/14/19	
27	Pemasangan bak zink (lt.1)	0.1 days	Sun 7/14/19	Sun 7/14/19	25
28	Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.1)	1 day	Sun 7/14/19	Sun 7/14/19	27SS
29	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (1)	2 days	Wed 7/31/19	Fri 8/1/19	
30	Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.2)	1day	Wed 7/31/19	Thu 7/31/19	183
31	Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.2)	2 days	Wed 7/31/19	Fri 8/1/19	30SS
32	Pemasangan Stopkontak (lt.2)	1 day	Wed 7/31/19	Thu 7/31/19	31SS
33	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (2)	3 days	Wed 8/7/19	Sat 8/9/19	
34	Pemasangan floor drain (lt.2)	1 day	Wed 8/7/19	Wed 8/7/19	32
35	pemasangan closet jongkok porselen (lt.2)	3 days	Wed 8/7/19	Sat 8/9/19	34SS
36	Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (3)	1 day	Sun 8/11/19	Sun 8/11/19	
37	Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.2)	1 day	Sun 8/11/19	Sun 8/11/19	35
38	Pekerjaan Aksesoris MEP Atap	1 day	Tue 8/13/19	Wed 8/13/19	
39	Pemasangan Roof drain	0.4 days	Tue 8/13/19	Tue 8/13/19	37
40	Pekerjaan pemasangan water toren	1 day	Tue 8/13/19	Wed 8/13/19	39SS
41	Pekerjaan KWH Listrik dan MCB Box	0.64 days	Mon 8/26/19	Mon 8/26/19	
42	Pemasangan KWH Listrik (lt.1)	0.3 days	Mon 8/26/19	Mon 8/26/19	40
43	Pemasangan MCB Box (lt.1)	0.02 days	Mon 8/26/19	Mon 8/26/19	42
44	Pemasangan KWH Listrik (lt.2)	0.3 days	Mon 8/26/19	Mon 8/26/19	43
45	Pemasangan MCB Box (lt.2)	0.02 days	Mon 8/26/19	Mon 8/26/19	44

Tabel diatas adalah tabel rencana jadwal pada pekerjaan elektrikal dan plambing yang tersedia pada software *ms.project*. Dan juga tersedia rencana jadwal dalam bentuk Gantt chart yang dapat dilihat pada Gambar 5.16 berikut ini.



Gambar 5.16 Gantt Chart Pekerjaan Plambing dan Elektrikal

(Sumber : Screen Capture dari Software *Ms.Project*, Diakses 2020)

Hasil dari tahapan ini merupakan dokumen rencana jadwal pada pekerjaan elektrikal dan plambing yang nantinya diintegrasikan terhadap *3D Modelbase* didalam *software naviswork*. Hasil penempatan urutan kerja serta hubungan keterkaitannya diperoleh total durasi yaitu 47.64 hari. Untuk dokumen rencana jadwal pada pekerjaan elektrikal dan plambing lebih lengkap dapat dilihat dalam *software ms.project* yang dapat dilihat pada Lampiran 3.

5.2.5 4D Scheduling Simulation Dengan Software Navisworks

Tahapan ini dapat dilakukan setelah 2 tahap sebelumnya terpenuhi, pada tahapan ini dilakukan kolaborasi antara *3D Modelbase* dan *Schedule* dalam *software navisworks* untuk memperoleh kontrol atas proses konstruksi secara visual dengan menampilkan jadwal berbasis *3D Modelbase* yaitu *4D Scheduling Simulation*. Tahapannya sesuai Gambar 4.4 *Flowchart Scheduling Simulation* yang dapat dilihat sebagai berikut.

1. Input File Schedule ke Software Navisworks

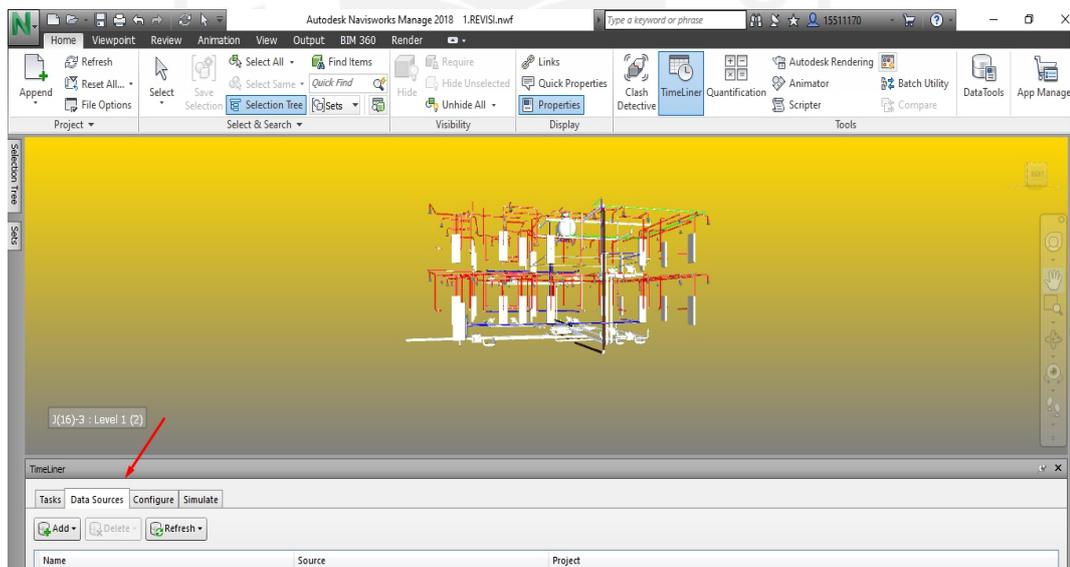
Setelah *3D ModelBase* terinput, selanjutnya memasukkan rencana jadwal yang telah dibuat pada *Ms.Project* ke dalam *software Navisworks*, langkah untuk input *schedule* adalah memilih Menu Home-Timeliner yang akan menampilkan Jendela Timeliner yang berisi tabel pekerjaan dan *Gantt Chart*, yang dapat dilihat pada Gambar 5.17 berikut ini



Gambar 5.17 Tampilan Timeliner

(Sumber : *Screen Capture dari Software Navisworks*, Diakses 2020)

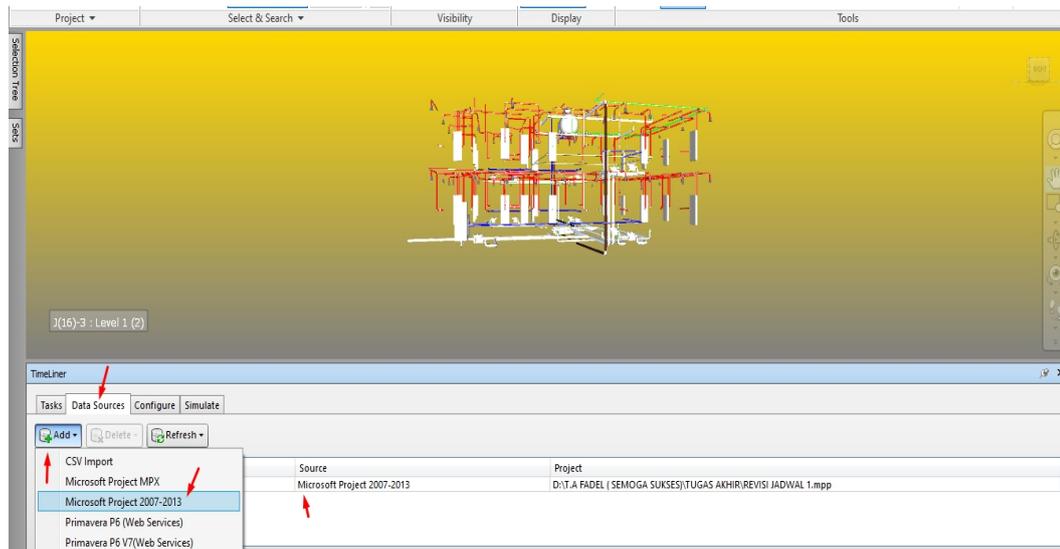
Pada Tampilan Timeliner, lalu tampilkan *schedule* dari *Ms.Project* dengan memilih *Tab Data Sources* pada tampilan jendela *Timeliner*, tampilan tab *Data Source* dapat dilihat pada Gambar 5.18 berikut ini



Gambar 5.18 Tampilan Data Sources

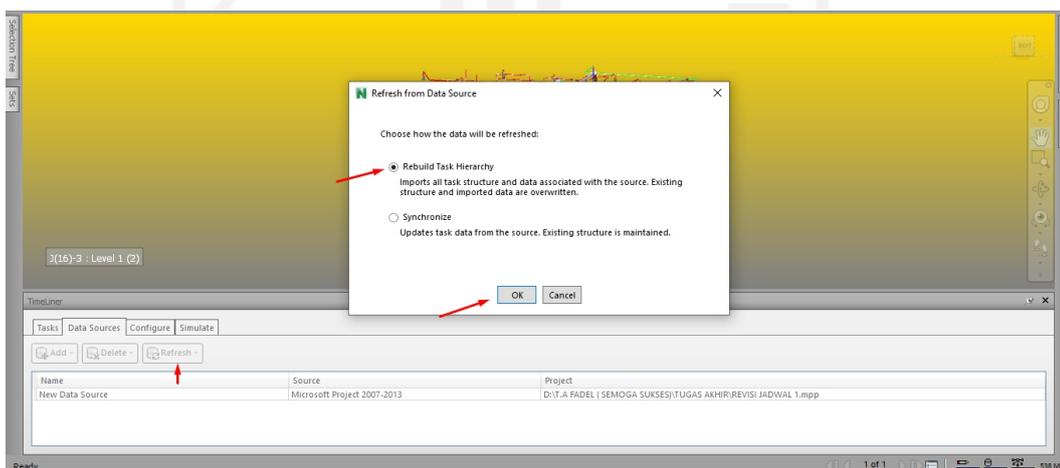
(Sumber : *Screen Capture dari Software Navisworks*, Diakses 2020)

Selanjutnya menginput *schedule* kedalam jendela *timeliner* dengan memilih tab *Add-Microsoft Project 2007-2013*, lalu pilih *file schedule* yang telah dibuat. *File schedule* akan ditampilkan dalam jendela *data sources* yang dapat dilihat pada Gambar 5.19 berikut ini.



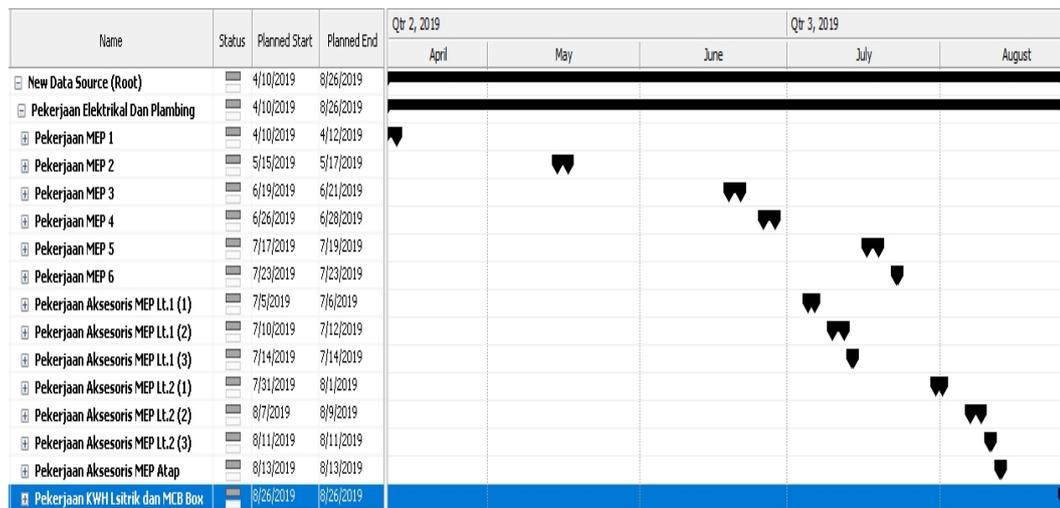
Gambar 5.19 Tampilan Data *Schedule* pada *Data Sources*
(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)

Selanjutnya, menentukan bagaimana data *schedule* diperbaharui berdasarkan *3D Modelbase* dengan memilih *tab refresh-selected data sources*, lalu memilih *Rebuild Task Hierarchy*. Memilih *Rebuild Task Hierarchy* dikarenakan belum ada file *schedule* pada *timeliner*. *Synchronize* dipilih ketika ingin mengupdate data *schedule* kedalam *timeliner* ketika data *schedule* telah ada, tampilannya dapat dilihat pada Gambar 5.20 berikut ini.



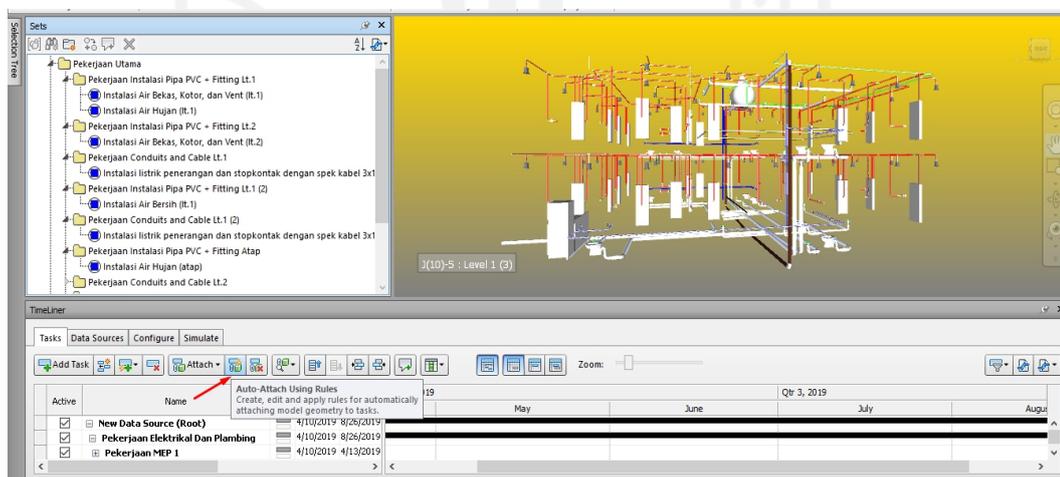
Gambar 5.20 Tampilan *Refresh Data Source*
(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)

Lalu, kembali ke tampilan utama *timeliner* untuk melihat *schedule* yang terinput ke tampilan *timeliner* yang dapat dilihat pada Gambar 5.21 berikut ini.



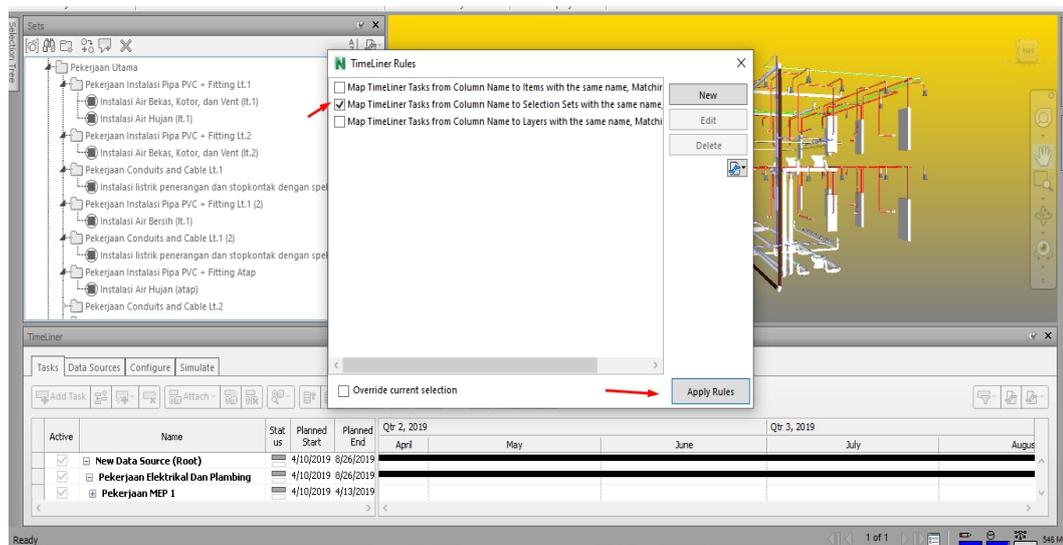
Gambar 5.21 Tampilan Schedule pada Timeliner
(Sumber : Screen Capture dari Software Navisworks, Diakses 2020)

- Menghubungkan *3D Modelbase* dengan Task dalam Schedule di Timeliner
Tahapan ini dilakukan dengan menghubungkan set selection yang dibuat terhadap scheduling pada tampilan Timeliner. Langkahnya dengan membuka tampilan *Timeliner*, lalu pilih *Tab auto attach using rules* pada tampilan Timeliner yang dapat dilihat pada Gambar 5.22 berikut ini.



Gambar 5.22 Tampilan Pengaturan *Auto Attach Using Rules*
(Sumber : Screen Capture dari Software Navisworks, Diakses 2020)

Setelah memilih Tab *auto attach using rules*, akan muncul tampilan *Timeliner Rules*, pilih *Timeliner Task from coloum name to selection sets with the same name, mathing case* lalu apply rules. Tampilan *Timeliner Rules* dapat dilihat pada Gambar 5.23 berikut ini.



Gambar 5.23 Tampilan Timeliner Rules

(Sumber : Screen Capture dari Software Navisworks, Diakses 2020)

Timeliner Task from coloum name to selection sets with the same name, mathing case berarti menghubungkan pekerjaan penjadwalan terhadap *selection sets* dengan nama yang sama secara otomatis. Tampilan jadwal pekerjaan yang telah terhubung dengan *3D ModelBase* dapat dilihat pada Gambar 5.24 berikut ini

Active	Name	Status	Planned Start	Planned End	Actual Start	Actual End	Task Type	Attached
<input checked="" type="checkbox"/>	New Data Source (Root)	■	4/10/2019	8/26/2019	N/A	N/A		
<input checked="" type="checkbox"/>	Pekerjaan Elektrikal Dan Plumbing	■	4/10/2019	8/26/2019	N/A	N/A		
<input checked="" type="checkbox"/>	Pekerjaan MEP 1	■	4/10/2019	4/13/2019	N/A	N/A		
<input checked="" type="checkbox"/>	Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.1)	■	4/10/2019	4/13/2019	N/A	N/A	Construct	Sets->PLUMBING AND ELECT...
<input checked="" type="checkbox"/>	Instalasi Air Hujan (lt. 1)	■	4/10/2019	4/13/2019	N/A	N/A	Construct	Sets->PLUMBING AND ELECT...
<input checked="" type="checkbox"/>	Pekerjaan MEP 2	■	5/15/2019	5/21/2019	N/A	N/A		
<input checked="" type="checkbox"/>	Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.2)	■	5/15/2019	5/20/2019	N/A	N/A	Construct	Sets->PLUMBING AND ELECT...
<input checked="" type="checkbox"/>	Instalasi listrik penerangan dan stopko...	■	5/15/2019	5/21/2019	N/A	N/A	Construct	Sets->PLUMBING AND ELECT...
<input checked="" type="checkbox"/>	Pekerjaan MEP 3	■	6/19/2019	6/23/2019	N/A	N/A		
<input checked="" type="checkbox"/>	Instalasi Air Bersih (lt.1)	■	6/19/2019	6/20/2019	N/A	N/A	Construct	Sets->PLUMBING AND ELECT...
<input checked="" type="checkbox"/>	Instalasi listrik penerangan dan stopko...	■	6/19/2019	6/23/2019	N/A	N/A	Construct	Sets->PLUMBING AND ELECT...
<input checked="" type="checkbox"/>	Pekerjaan MEP 4	■	6/26/2019	7/1/2019	N/A	N/A		
<input checked="" type="checkbox"/>	Instalasi Air Hujan (atap)	■	6/26/2019	6/30/2019	N/A	N/A	Construct	Sets->PLUMBING AND ELECT...
<input checked="" type="checkbox"/>	Instalasi listrik penerangan dan stopko...	■	6/26/2019	7/1/2019	N/A	N/A	Construct	Sets->PLUMBING AND ELECT...
<input checked="" type="checkbox"/>	Pekerjaan MEP 5	■	7/17/2019	7/21/2019	N/A	N/A		
<input checked="" type="checkbox"/>	Instalasi Air Bersih (lt. 2)	■	7/17/2019	7/17/2019	N/A	N/A	Construct	Sets->PLUMBING AND ELECT...

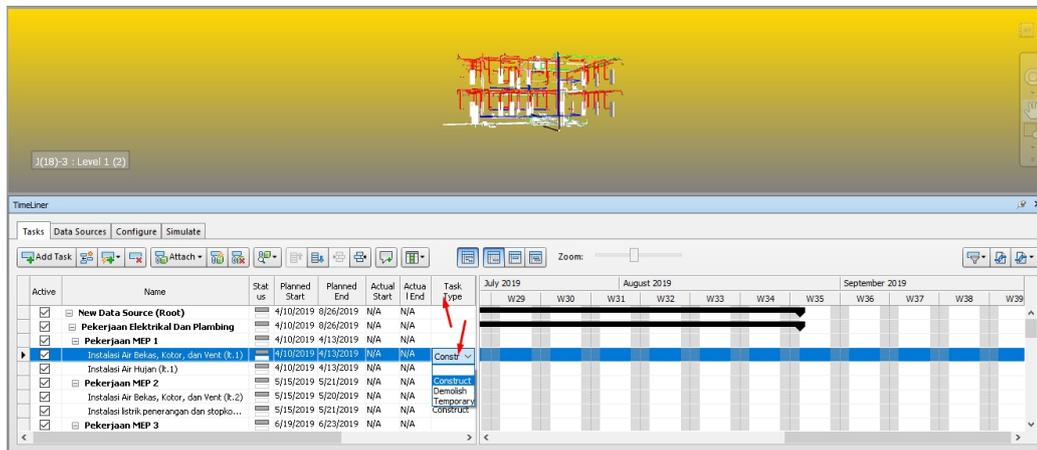
Gambar 5.24 Tampilan Timeliner dengan Selection Set

(Sumber : Screen Capture dari Software Navisworks, Diakses 2020)

3. Input Perintah Construct Pada Tiap Pekerjaan

Tahapan untuk memperoleh *4D Scheduling Simulation* dengan memberikan perintah *construct* pada tiap pekerjaan penjadwalan di tampilan *Timeliner* yang bertujuan memilih pekerjaan yang akan disimulasikan. Dengan

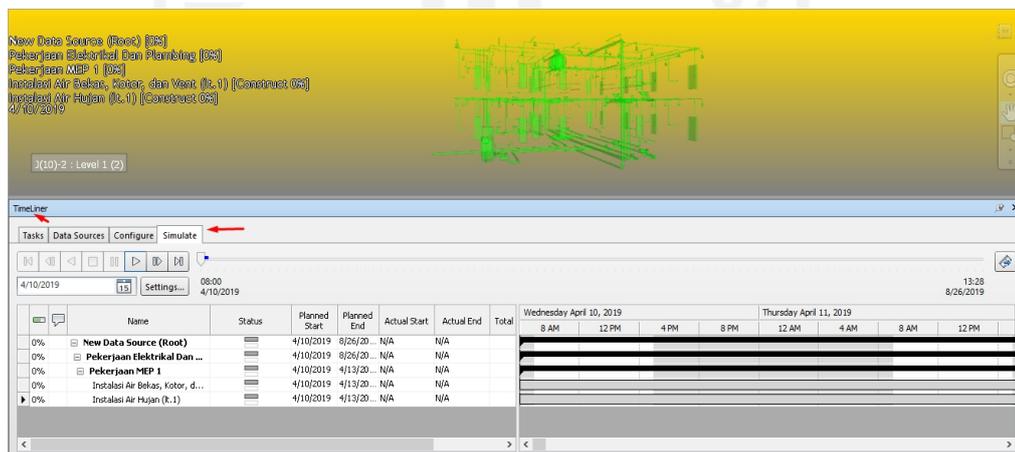
memilih kolom *Task Type* pada tampilan jendela *Timeliner* dan pilih perintah *Construct* untuk tiap pekerjaan yang dapat dilihat pada Gambar 5.25 berikut ini.



Gambar 5.25 Tampilan Pengaktifan Perintah *Construct* untuk *Task*
(Sumber : Screen Capture dari Software Navisworks, Diakses 2020)

4. Simulasi Rencana Jadwal Pada Timeliner

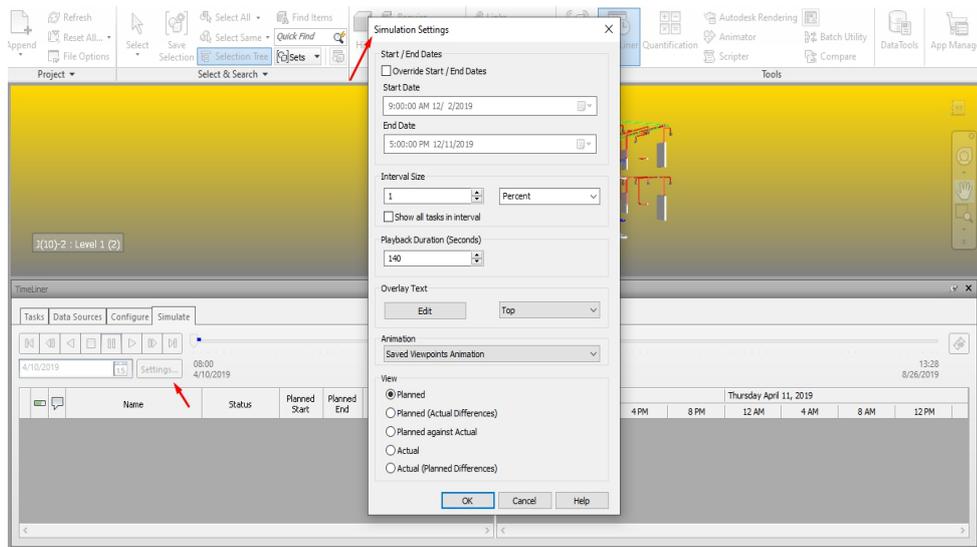
Tahapan simulasi rencana jadwal (*4D Scheduling Simulation*) dilakukan dengan memilih *Tab Simulate* pada tampilan jendela *Timeliner*, yang dapat dilihat pada Gambar 5.26 berikut ini.



Gambar 5.26 Tampilan Tab *Simulate*

(Sumber : Screen Capture dari Software Navisworks, Diakses 2020)

Didalam Tampilan *Simulate*, diberi aturan dalam menampilkan *4D Scheduling Simulation* dengan memilih *Tab Setting* yang dapat dilihat pada Gambar 5.27 berikut ini.

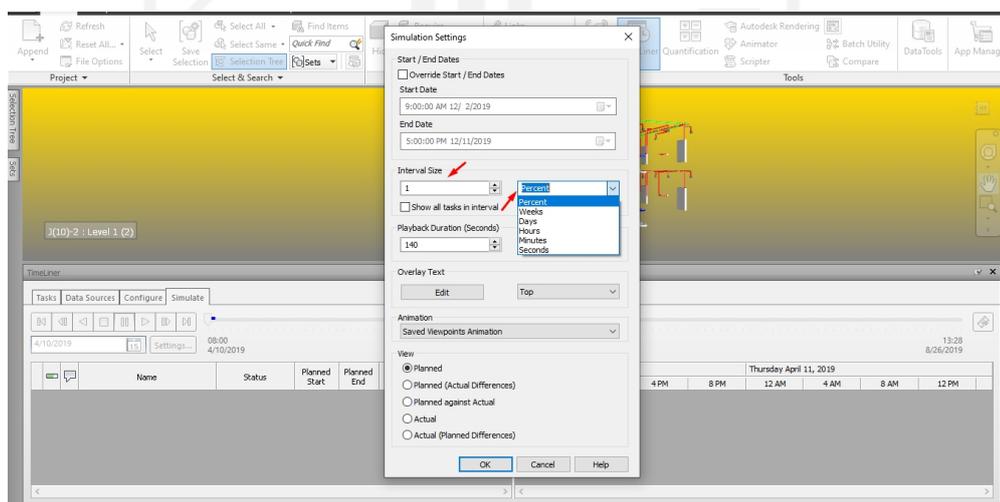


Gambar 5.27 Tampilan Jendela Setting

(Sumber : Screen Capture dari Software Navisworks, Diakses 2020)

Pada tampilan jendela setting, kita mengatur beberapa hal yang tahapannya dapat dilihat seperti berikut.

- a. *Tools Interval Size* yang berfungsi sebagai penentuan penampilan 4D Timeliner Simulation dalam bentuk persentase, minggu, hari, jam, menit ataupun detik berdasarkan satuan interval yang diinginkan yang mana terlihat pada Gambar 5.28 berikut ini.



Gambar 5.28 Tampilan Tools Interval Size

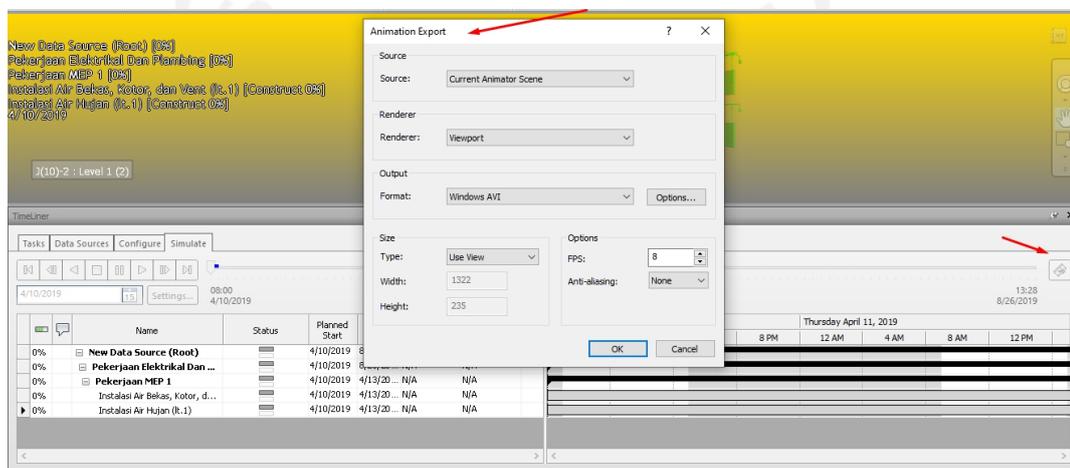
(Sumber : Screen Capture dari Software Navisworks, Diakses 2020)

- b. *Tools playback duration* yang berfungsi mengatur durasi simulasi yang diinginkan dalam satuan detik. Serta *animation* yang berfungsi menginput viewpoint tiap pekerjaan yang akan dijadikan animasi untuk

seimulasi. dan tools *View* yang berfungsi menunjukkan tampilan penjadwalan apa yang ingin disimulasikan seperti yang terlihat pada Gambar 5.28 diatas.

5. Export Scheduling Animation

Tahapan *export animation* yang berfungsi menampilkan simulasi rencana jadwal berbasis 3D View yang berguna dalam lingkup pekerjaan di konstruksi untuk saat ini. Tampilan jendela Animation Export dapat dilihat pada Gambar 5.29 berikut ini



Gambar 5.29 Tampilan Jendela Animation Export
(Sumber : Screen Capture dari Software Navisworks, Diakses 2020)

Pada Tampilan Jendela Animation Export diatur beberapa hal yaitu

a. Source

Source memiliki fungsi untuk memilih tampilan apa yang akan dianimasikan. Pilihannya yaitu, current animation scene, timeliner simulation current animation.

b. Renderer

Renderer memiliki fungsi proses pembangunan sebuah model melalui program komputer, pilihan untuk renderer yaitu viewport dan autodesk.

c. Output

Output memiliki fungsi sebagai memilih format video yang akan dianimasikan dalam bentuk video maupun gambar.

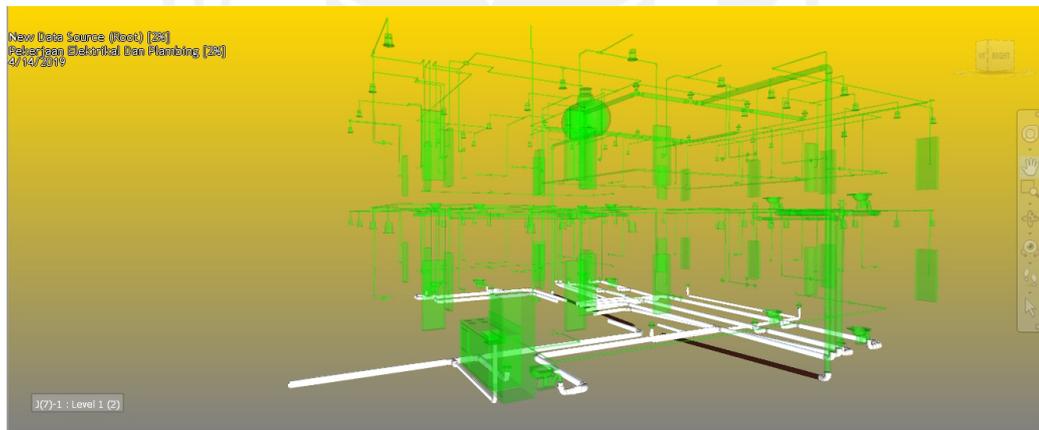
Setelah mengatur hal diatas hasil yang diperoleh *4D Schedule Timerliner Simulation*.

5.2.6 Output 4D Scheduling Simulation dari Software Navisworks

Output yang diperoleh dari hasil kerja menggunakan *software navisworks* ialah berupa *4D Scheduling Simulation* pada pekerjaan elektrikal dan plumbing yang ditampilkan dalam bentuk animasi seperti terlampir dalam Lampiran 4. karena hasil penelitian ini berupa animasi penjadwalan, sehingga diperlukan penggunaan metode gambar dalam menampilkan proses simulasinya dalam laporan ini, maka dokumentasi gambar simulasi dapat dilihat sebagai berikut.

1. Tampilan Animasi Rencana Jadwal Pekerjaan MEP 1

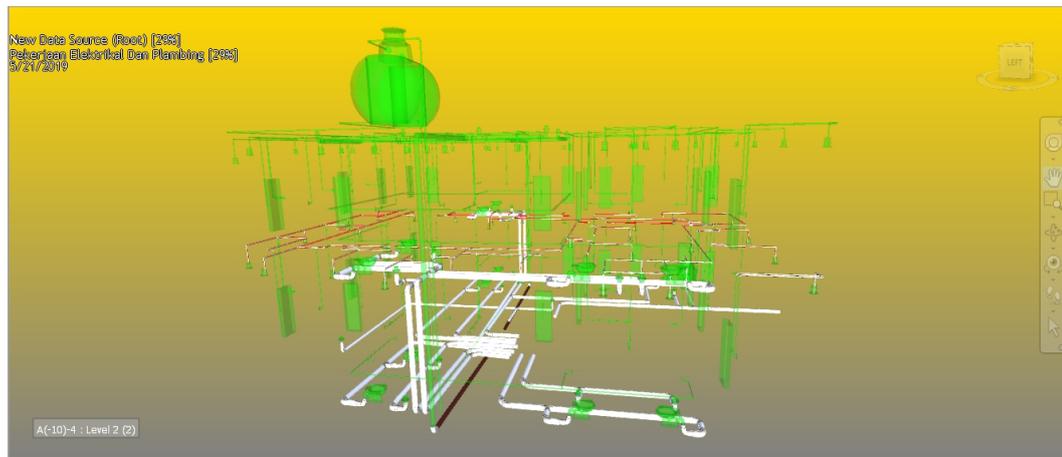
Dalam menampilkan gambar animasi ditetapkan berdasarkan urutan kerjanya yaitu berisi Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.1) dan Instalasi Air Hujan (lt.1) yang dimulai bersamaan yang dapat dilihat pada Gambar 5.30 berikut ini.



Gambar 5.30 Tampilan Simulasi Pekerjaan MEP 1
(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)

2. Tampilan Animasi Rencana Jadwal Pekerjaan MEP 2

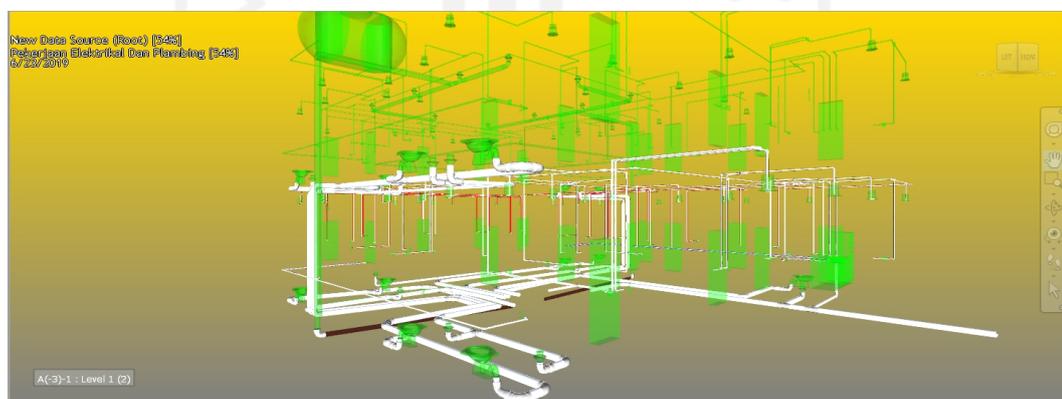
Dalam menampilkan gambar animasi ditetapkan berdasarkan urutan kerjanya yaitu berisi Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.2) dan Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1) yang dimulai bersamaan yang dapat dilihat pada Gambar 5.30 berikut ini.



Gambar 5.31 Tampilan Simulasi Pekerjaan MEP 2
(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)

3. Tampilan Animasi Rencana Jadwal Pekerjaan MEP 3

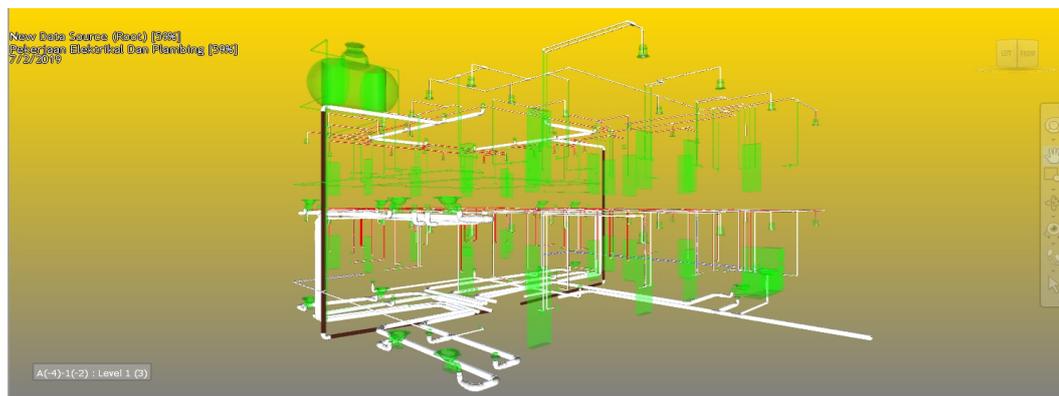
Dalam menampilkan gambar animasi ditetapkan berdasarkan urutan kerjanya yaitu berisi Instalasi Air Bersih (lt.1) dan Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1) (2) yang dimulai bersamaan yang dapat dilihat pada Gambar 5.32 berikut ini.



Gambar 5.32 Tampilan Simulasi Pekerjaan MEP 3
(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)

4. Tampilan Animasi Rencana Jadwal Pekerjaan MEP 4

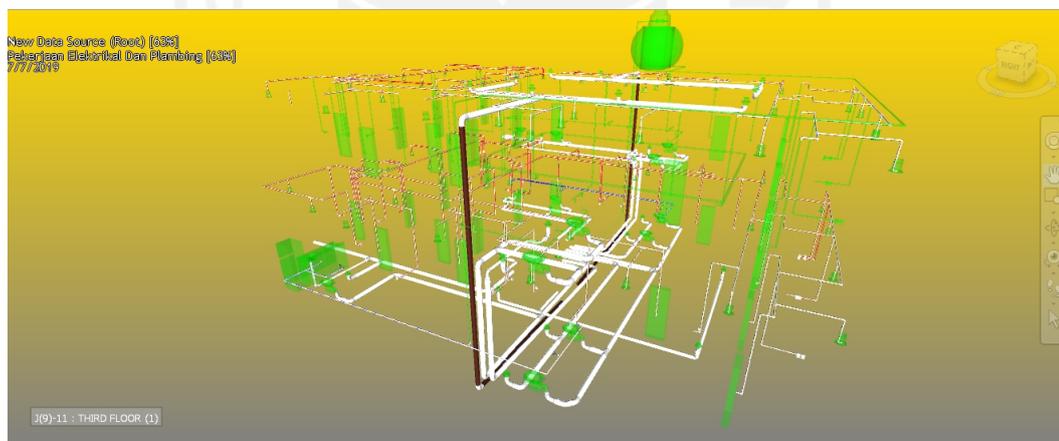
Dalam menampilkan gambar animasi ditetapkan berdasarkan urutan kerjanya yaitu berisi Instalasi Air Hujan (atap) dan Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2) yang dimulai bersamaan yang dapat dilihat pada Gambar 5.33 berikut ini.



Gambar 5.33 Tampilan Simulasi Pekerjaan MEP 4
(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)

5. Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (1)

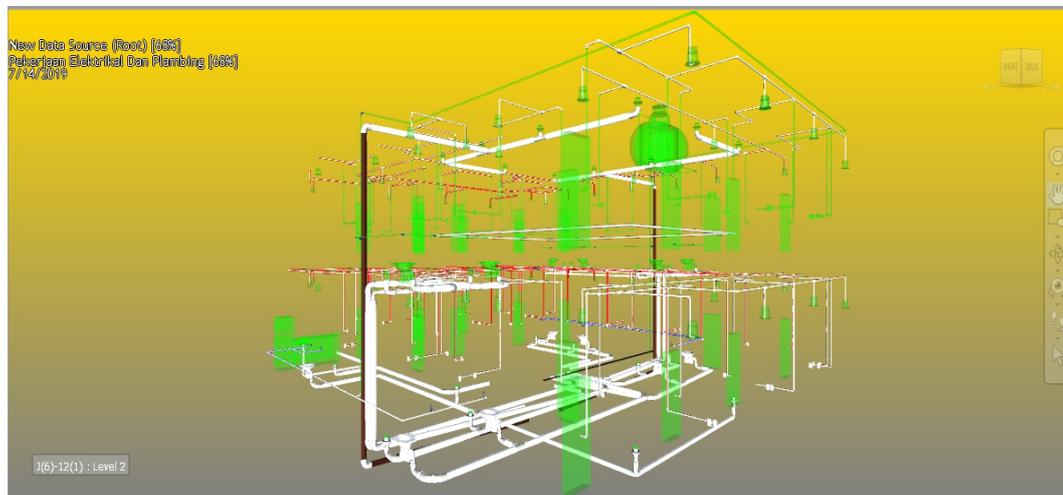
Dalam menampilkan gambar animasi ditetapkan berdasarkan urutan kerjanya yaitu berisi Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.1), Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.1) dan Pemasangan Stopkontak (lt.1) yang dimulai bersamaan yang dapat dilihat pada Gambar 5.34 berikut ini.



Gambar 5.34 Tampilan Simulasi Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (1)
(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)

6. Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (2)

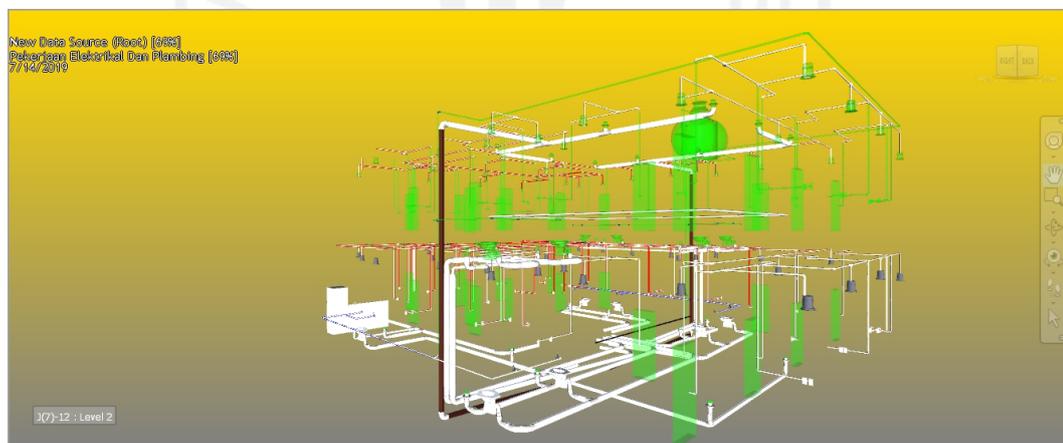
Dalam menampilkan gambar animasi ditetapkan berdasarkan urutan kerjanya yaitu berisi Pemasangan floor drain (lt.1) dan pemasangan closet jongkok porselen (lt.1) yang dimulai bersamaan yang dapat dilihat pada Gambar 5.35 berikut ini.



Gambar 5.35 Tampilan Simulasi Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (2)
(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)

7. Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (3)

Dalam menampilkan gambar animasi ditetapkan berdasarkan urutan kerjanya yaitu berisi Pemasangan bak zink (lt.1) dan Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.1) yang dimulai bersamaan yang dapat dilihat pada Gambar 5.36 berikut ini.

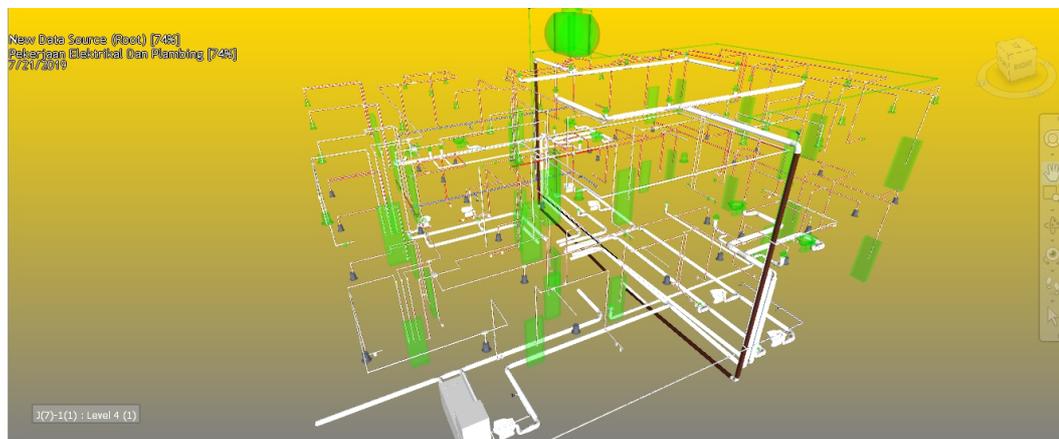


Gambar 5.36 Tampilan Simulasi Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (3)
(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)

8. Pekerjaan MEP 5

Dalam menampilkan gambar animasi ditetapkan berdasarkan urutan kerjanya yaitu berisi Instalasi Air Bersih (lt.2) dan Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high

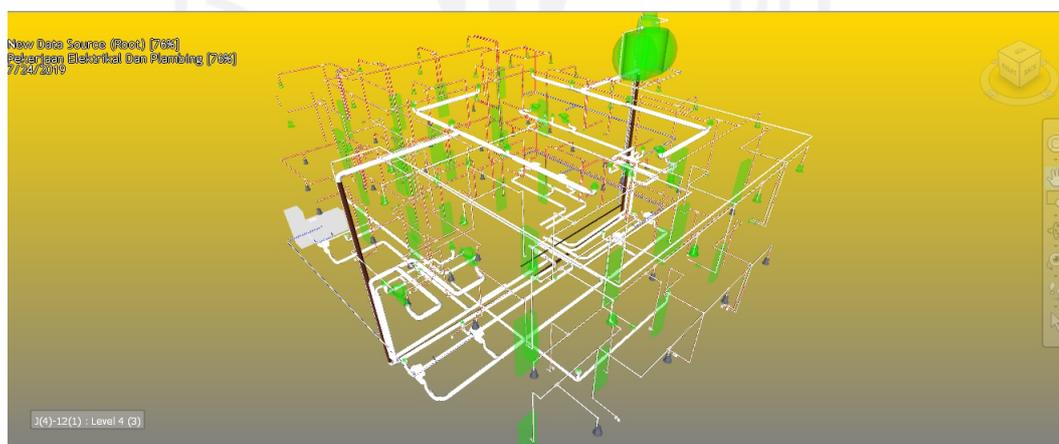
impact conduit dia.20 mm (lt.2) (2) yang dimulai bersamaan yang dapat dilihat pada Gambar 5.37 berikut ini.



Gambar 5.37 Tampilan Simulasi Pekerjaan MEP 5
(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)

9. Pekerjaan MEP 6

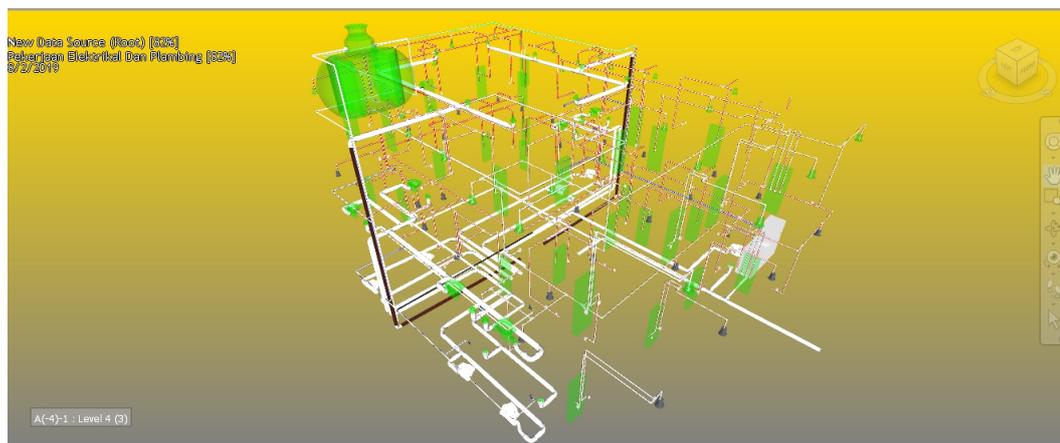
Dalam menampilkan gambar animasi ditetapkan berdasarkan urutan kerjanya yaitu berisi Instalasi Air Bersih (atap) yang dapat dilihat pada Gambar 5.38 berikut ini.



Gambar 5.38 Tampilan Simulasi Pekerjaan MEP 6
(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)

10. Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (1)

Dalam menampilkan gambar animasi ditetapkan berdasarkan urutan kerjanya yaitu berisi Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.2), Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.2), dan Pemasangan Stopkontak (lt.2) yang dimulai bersamaan yang dapat dilihat pada Gambar 5.39 berikut ini.

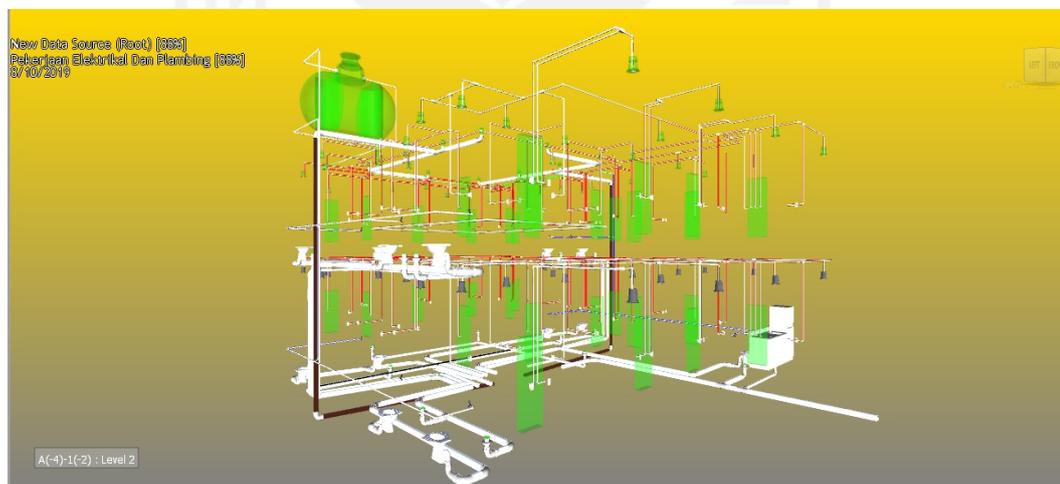


Gambar 5.39 Tampilan Simulasi Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (1)

(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)

11. Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (2)

Dalam menampilkan gambar animasi ditetapkan berdasarkan urutan kerjanya yaitu berisi Pemasangan floor drain (lt.2), dan pemasangan closet jongkok porselen (lt.2) yang dimulai bersamaan yang dapat dilihat pada Gambar 5.40 berikut ini.

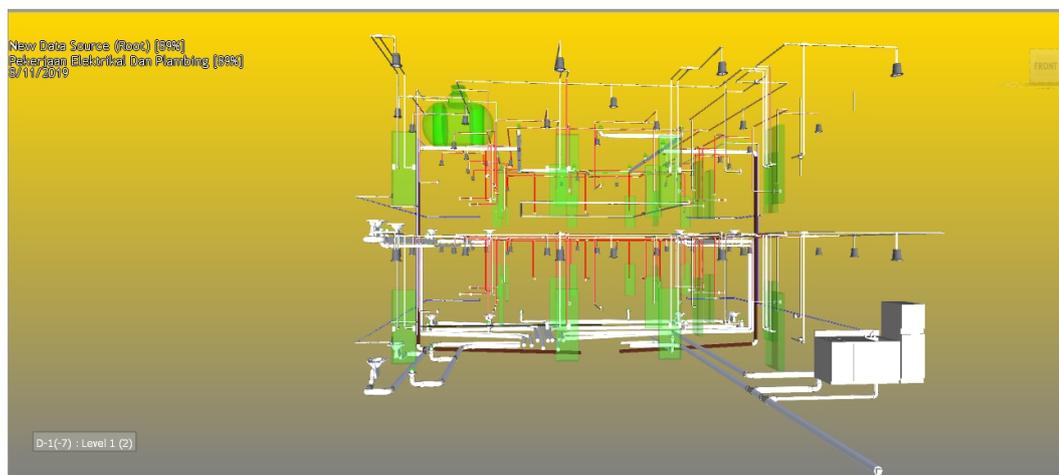


Gambar 5.40 Tampilan Simulasi Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (2)

(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)

12. Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (3)

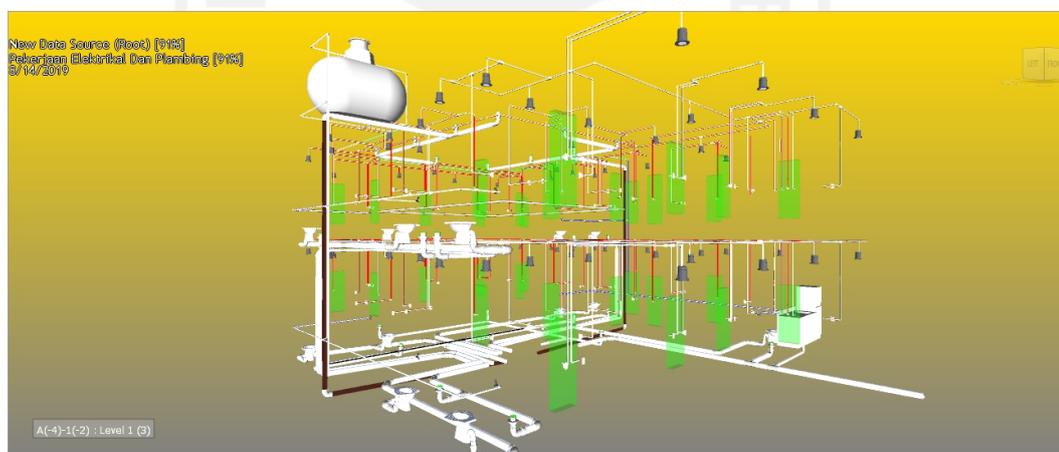
Dalam menampilkan gambar animasi ditetapkan berdasarkan urutan kerjanya yaitu berisi Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.2) yang dapat dilihat pada Gambar 5.41 berikut ini.



Gambar 5.41 Tampilan Simulasi Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (2)
(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)

13. Pekerjaan Aksesoris MEP Atap

Dalam menampilkan gambar animasi ditetapkan berdasarkan urutan kerjanya yaitu berisi Pemasangan Roof drain dan Pekerjaan pemasangan water toren yang dikerjakan bersamaan yang dapat dilihat pada Gambar 5.42 berikut ini.

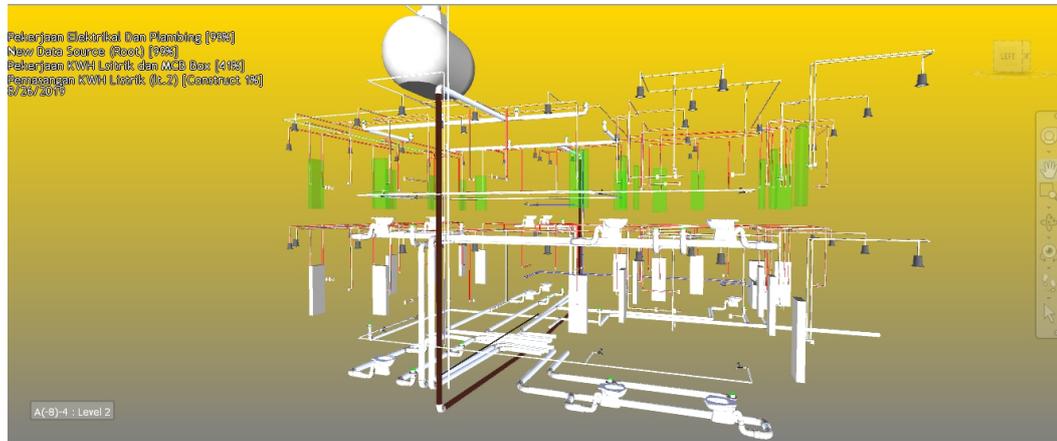


Gambar 5.42 Tampilan Simulasi Pekerjaan Aksesoris MEP Atap
(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)

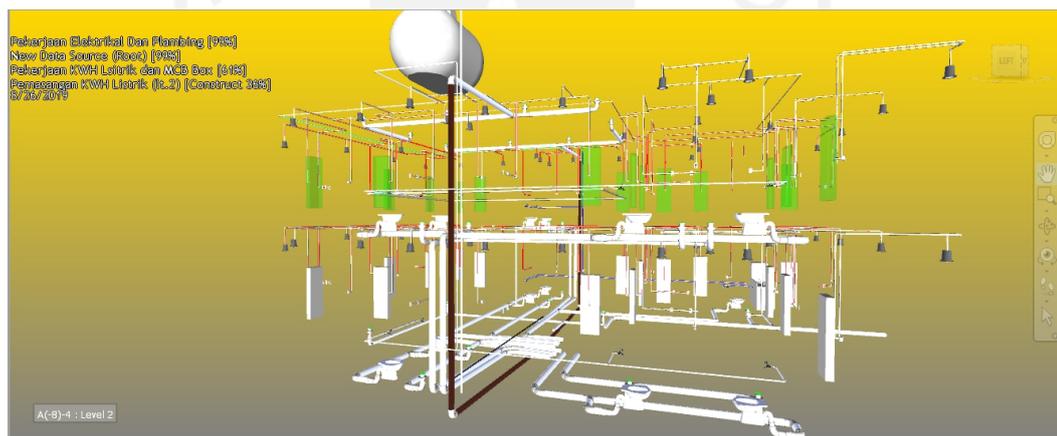
14. Pekerjaan KWH Listrik dan MCB Box

Dalam menampilkan gambar animasi ditetapkan berdasarkan urutan kerjanya yaitu berisi Pemasangan KWH Listrik (lt.1), Pemasangan MCB Box (lt.1), Pemasangan KWH Listrik (lt.2) dan Pemasangan MCB Box (lt.2)

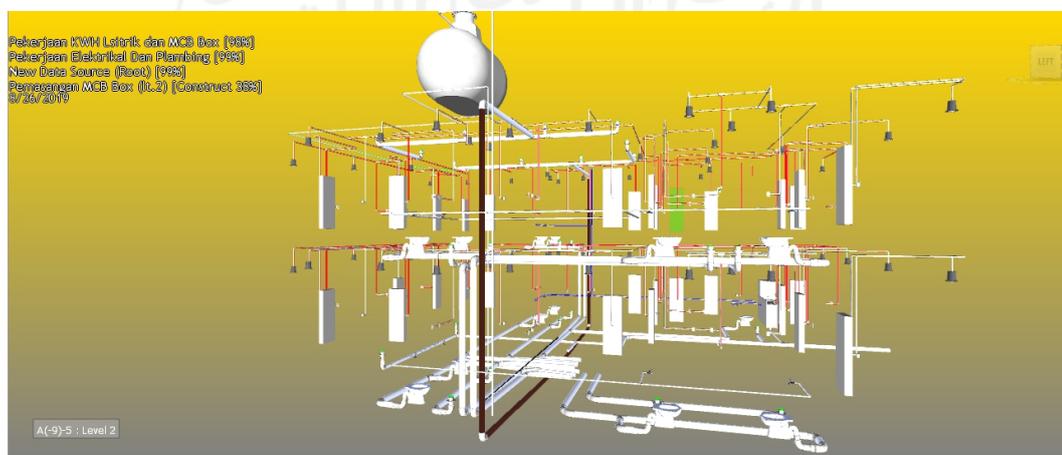
yang dikerjakan berurutan yang dapat dilihat pada Gambar 5.43, 5.44, 5.45 dan 5.46 berikut ini.



Gambar 5.43 Tampilan Simulasi Pemasangan KWH Listrik (Lt.1)
(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)



Gambar 5.44 Tampilan Simulasi Pemasangan MCB Box (Lt.1)
(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)



Gambar 5.45 Tampilan Simulasi Pemasangan KWH Listrik (Lt.2)
(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)



Gambar 5.46 Tampilan Simulasi Pemasangan MCB Box (Lt.2)

(Sumber : *Screen Capture* dari *Software Navisworks*, Diakses 2020)

Output dari *4D Scheduling Simulation* pada pekerjaan elektrikal dan plumbing pada fase perencanaan ini mampu memberikan gambaran jelas bagaimana proses pelaksanaan yang akan dilakukan nantinya dan memberikan tampilan kepada owner bagaimana proses pekerjaan elektrikal dan plumbing akan dikerjakan, sehingga pemilik proyek mampu memantau tiap tahapannya hingga selesai.

5.3 Pembahasan

Pada Proyek Pembangunan Kos 2 lantai di Gang Soka, Sapen, GK/1635, Demangan RT 24 RW 07 Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta menunjukkan hasil dari penyusunan rencana penjadwalan pekerjaan elektrikal dan plumbing dengan metode tradisional yang mana berbeda dengan hasil penelitian yang menerapkan konsep *building information modeling* dalam penjadwalannya dengan menerapkan *4D Scheduling Simulation*. Perbedaan yang dapat diketahui dari rencana penjadwalan proyek dengan rencana jadwal dengan mengimplementasikan konsep *building information modeling* dapat dilihat sebagai berikut.

1. Durasi Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing

Durasi pekerjaan sangat penting demi ketepatan dalam menyelesaikan pekerjaan dalam suatu proyek. sehingga diperlukan perhitungan yang baik dalam menentukannya. Berikut perbedaan durasi proyek dan penelitian ini.

a. Durasi Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing Dalam Proyek

Durasi pekerjaan elektrikal dan plumbing pada proyek ditentukan berdasarkan pengalaman ahli dibidangnya. Durasi dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut ini

Tabel 5.8 Durasi Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing pada Proyek

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi (Hari)
	Total Durasi	23
I	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK LANTAI 1	
1	Pemasangan titik lampu dalam (saklar tunggal)	3
2	Pemasangan titik lampu dalam (saklar ganda)	3
3	Pemasangan Stop Kontak	3
4	Pemasangan Box Sikring	3
5	Pemasangan Listrik 1300 watt	3
II	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK LANTAI 2	
1	Pemasangan titik lampu dalam (saklar tunggal)	3
2	Pemasangan titik lampu dalam (saklar ganda)	3
3	Pemasangan Stop Kontak	3
4	Pemasangan Box Sikring	3
5	Pemasangan Listrik 1300 watt	3
III	PEKERJAAN INSTALASI AIR BERSIH DAN KOTOR	
1	Memasang pipa PVC 1/2"	14
2	Memasang pipa PVC 3/4"	14
3	Memasang pipa PVC 1"	14
4	Memasang pipa PVC 2"	14
5	Memasang pipa PVC 6"	14
6	Memasang Kran dim 1/2 - 3/4	3
7	Memasang Floor Drain	3
8	Memasang kloset jongkok	3
12	Memasang bak zink	1
13	Memasang Tandon Air	1

b. Durasi Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing Dalam Penelitian

Durasi pekerjaan elektrikal dan plumbing pada penelitian ditentukan berdasarkan persamaan 3.1 tentang menentukan durasi tiap pekerjaan. Dari 3D Modelbase diperoleh informasi *quantity takeoff* tiap aktivitas yang dijadikan landasan perhitungan bersama dengan dokumen analisa

harga satuan. dalam mengimplementasikan konsep *BIM* yang diperlukan terjadinya keterkaitan tahapannya (lalu lintas data). Dan durasi yang dihasilkan berdasarkan data pekerjaan pada *3D Modelbase*. Durasi pekerjaan elektrikal dan plambing dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut ini.

Tabel 5.9 Durasi Pekerjaan Elektrikal dan Plambing dalam Penelitian

Task Name	Duration
Pekerjaan Elektrikal Dan Plambing	30.64 days
Pekerjaan MEP 1	3 days
Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.1)	3 days
Instalasi Air Hujan (lt.1)	2 days
Pekerjaan MEP 2	3 days
Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.2)	3 days
Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1)	3 days
Pekerjaan MEP 3	3 days
Instalasi Air Bersih (lt.1)	1 day
Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1) (2)	3 days
Pekerjaan MEP 4	3 days
Instalasi Air Hujan (atap)	3 days
Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2)	3 days
Pekerjaan MEP 5	3 days
Instalasi Air Bersih (lt.2)	1 day
Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2) (2)	3 days
Pekerjaan MEP 6	1 days
Instalasi Air Bersih (atap)	1 day
Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (1)	2 days
Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.1)	1 day
Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.1)	2 days
Pemasangan Stopkontak (lt.1)	1 day
Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (2)	3 days
Pemasangan floor drain (lt.1)	1 day
pemasangan closet jongkok porselen (lt.1)	3 days
Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (3)	1 day
Pemasangan bak zink (lt.1)	0.1 days

Lanjutan Tabel 5.9 Durasi Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing dalam Penelitian

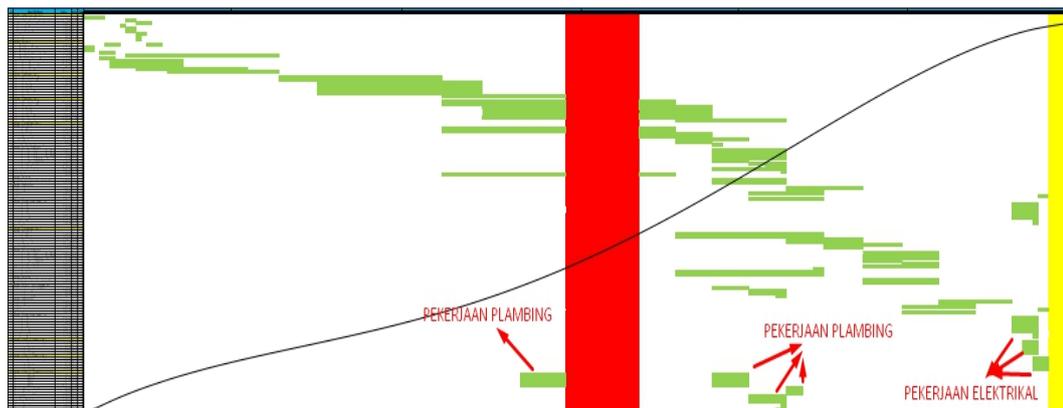
Task Name	Duration
Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.1)	1 day
Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (1)	2 days
Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.2)	1 day
Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.2)	2 days
Pemasangan Stopkontak (lt.2)	1 days
Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (2)	3 days
Pemasangan floor drain (lt.2)	1 day
pemasangan closet jongkok porselen (lt.2)	3 days
Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (3)	1 day
Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.2)	1 day
Pekerjaan Aksesoris MEP Atap	1 day
Pemasangan Roof drain	0.4 days
Pekerjaan pemasangan water toren	1 day
Pekerjaan KWH Listrik dan MCB Box	0.64 days
Pemasangan KWH Listrik (lt.1)	0.3 days
Pemasangan MCB Box (lt.1)	0.02 days
Pemasangan KWH Listrik (lt.2)	0.3 days
Pemasangan MCB Box (lt.2)	0.02 days

2. Dokumen Rencana Jadwal

Dokumen rencana penjadwalan berfungsi dalam menentukan, melihat urutan pekerjaan dilakukan sehingga suatu pekerjaan dapat selesai dengan benar tanpa adanya kesalahan dalam pelaksanaan pekerjaan. Berikut ini adalah perbedaan dokumen rencana penjadwalan pekerjaan elektrikal dan plumbing pada proyek dan penelitian ini.

a. Dokumen Rencana Penjadwalan Pada Proyek

Dalam dokumen penjadwalan proyek, penjadwalan elektrikal dan plumbing dilaksanakan terpisah dengan menyelesaikan pekerjaan plumbing terlebih dahulu lalu menyelesaikan pekerjaan elektrikal. Dan penjadwalan proyek dapat dilihat pada Gambar 5.47 berikut ini



Gambar 5.47 Dokumen Penjadwalan Pekerjaan Elektrikal dan Plambing Proyek

(Sumber: Lampiran 2. Dokumen Penjadwalan Proyek)

Pada Gambar 5.47 diatas dapat dilihat bahwa dalam penjadwalannya, pekerjaan plambing dikerjakan terlebih dahulu, lalu pekerjaan elektrikal. Dokumen penjadwalan proyek dapat dilihat dengan lengkap pada Lampiran 2. Dokumen Penjadwalan Proyek.

b. Dokumen Rencana Jadwal Pada Penelitian

Dokumen rencana penjadwalan pada penelitian ini dengan mengimplementasikan konsep *building information modeling* berbasis *3D Model base* dan dokumen penjadwalan, sehingga menghasilkan *4D Scheduling Simulation* dalam melihatnya pada *software Navisworks*, dalam *software naviswork* juga dapat dilihat penjadwalan pada pekerjaan elektrikal dan plambing dalam *Gantt Chart*, seperti yang terlihat pada Gambar 5.21 Tampilan Schedule Pada Timeliner sebelumnya. Gambar 5.21 merupakan tampilan *Gantt Chart* yang tersedia dalam *software navisworks*. Rencana jadwal pekerjaan elektrikal dan plambing yang dilakukan berupa *4D Scheduling Simulation*, yang memudahkan dalam melihat proses pekerjaan dilaksanakan, sebelum pelaksanaan sehingga memudahkan dalam menemukan masalah *4D Scheduling Simulation* dapat dilihat dalam Lampiran 5. Dan data penjadwalan dalam *software Ms.Project* pada Lampiran 3.

Berdasarkan perbedaan diatas dapat diketahui beberapa point yang diketahui yaitu:

1. Durasi Total Pekerjaan

Durasi yang diterima dalam melakukan penelitian ini yaitu 30.64 hari yang mana hasil ini diperoleh tanpa mempertimbangkan keterlibatan dari pekerjaan elektrikal dan plambing yang mana nantinya dapat dikembangkan, sedangkan durasi total yang diterima dari proyek yaitu 23 hari yang mana ini diestimasi berdasarkan ahli dibidangnya. Karna status penulis sebagai mahasiswa yang hanya berfokus pada pekerjaan elektrikal dan plambing.

2. Dokumen Penjadwalan

Dokumen penjadwalan dalam melakukan penelitian yaitu berupa Gantt Chart dan 4D *Scheduling* (penjadwalan) yang terdapat pada *software Navisworks* dalam bentuk *3D Modelbase* yang mana memudahkan orang yang terlibat dalam proyek dan *owner* dalam melihat proses perencanaan proyek konstruksi dilaksanakan nantinya dengan melihat secara *visual*, sedangkan dokumen penjadwalan yang diterima dari proyek berupa Gantt Chart dalam bentuk kertas dan dalam dokumen *ms.excel*.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

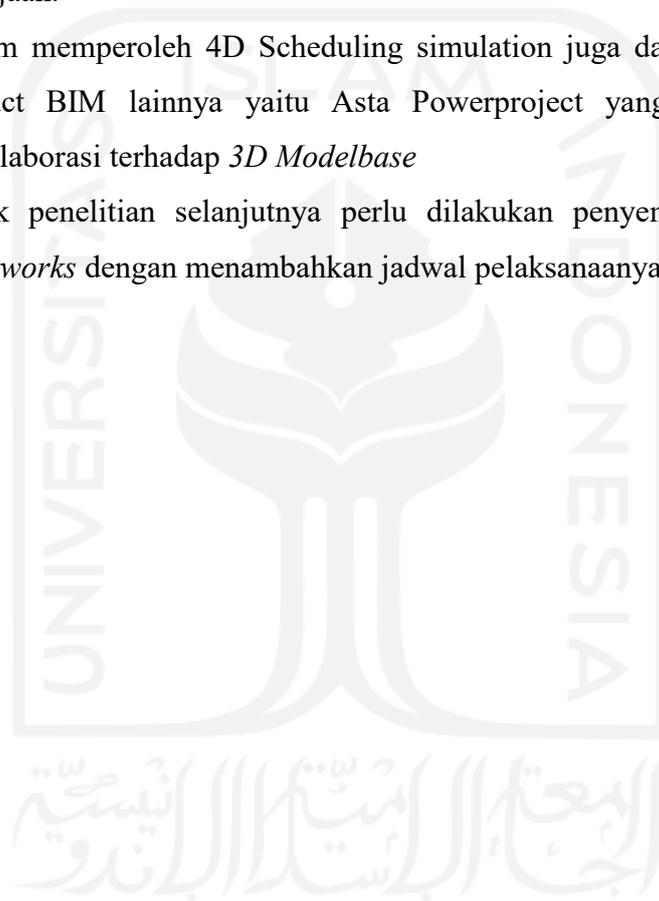
Berdasarkan hasil penelitian mengenai proses implementasi konsep *Building Information Modeling (BIM)* dalam memperoleh *4D Scheduling Simulation* pada pekerjaan elektrikal dan plambing dapat diambil kesimpulan bahwa hasil yang diperoleh menunjukkan adanya perbedaan yaitu yang pertama, dengan mengimplementasikan konsep *BIM* diperoleh durasi total 30.64 hari sedangkan pada proyek durasi total 23 hari pada pekerjaan elektrikal dan plambing. kedua, hasil rencana jadwal yang diterima berbeda yaitu pada tempat studi kasus diterima penjadwalan dalam bentuk *Gantt Chart* saja, sedangkan dalam penelitian ini hasil penjadwalan dalam bentuk *3D Modelbase* yang dihubungkan dengan rencana jadwal, sehingga menghasilkan *4D Scheduling Simulation* yang juga terdapat *Gantt Chart* didalamnya, yang dapat dilihat pada Lampiran 5. Dokumen Schedule Pada Navisworks.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh beberapa saran yang dapat bermanfaat sebagai berikut.

- a. Implementasi konsep *Building Information Modeling (BIM)* yang begitu mempermudah lalu lintas data untuk saling berkolaborasi dan mendapatkan informasi sesuai data yang dibutuhkan dan dapat digunakan dalam manajemen proyek dala berbagai proyek konstruksi.
- b. Hasil penelitian *4D Scheduling Simulation* pekerjaan elektrikal dan plambing terdapat pada dimensi ke empat *Building Information Modeling (BIM)* yang dapat dikembangkan kedalam *5D Cost Simulation* dan dapat

- c. juga dilakukan *4D Scheduling Simulation* pada seluruh pekerjaan pada suatu proyek dalam perencanaannya. Dan dapat dikembangkan kedalam 6D sebagai pekerjaan yang berkelanjutan dan 7D sebagai manajemen lingkungan pada suatu proyek konstruksi.
- d. *Lifecycle Building Information Modeling (BIM)* yang dapat diterapkan diberbagai proyek konstruksi untuk pengoptimalan di berbagai sub pekerjaan.
- e. Dalam memperoleh 4D Scheduling simulation juga dapat dilakukan oleh product BIM lainnya yaitu Asta Powerproject yang memperbolehkan berkolaborasi terhadap *3D Modelbase*
- f. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penyempurnaan *Software Navisworks* dengan menambahkan jadwal pelaksanaannya.



DAFTAR PUSTAKA

- 4D Simulation In Navisworks Manage (Youtube Video)*. 2020. Dayong TV.
- Andy K.D Wong, Francis K. W. Wong, Abid Nadeem. 2010. Atributes of Building Information Modelling Implementations in Various Countries.
- Alder, 2020. To 4D or not 4D, That is the question. Indiana Autodesk Naviswork, Autodesk Product.
- Azhar, S., Nadeem, A., Mok, J.Y.N. and Leung, B.H.Y. (2008) Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects. Proceedings of the First International Conference on Construction in Developing Countries (ICCIDC - I), Karachi.
- Bim Information Modeling (google)*. 2015. Sibima Konstruksi
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. Manajemen Proyek dan Konstruksi, Jilid 2. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Dwiandito, Hidayat Amir Satrio. 2015. Analisis Clash Detection Dengan Revit dan Naviswork pada Studi Kasus Bangunan Gedung. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Eastman, 2005. The Development OF Building Information Modeling (BIM) Definition, Johor.
- Edward, W. 2011. Applications / Advantages of *4D Modeling*. *Planning planet*.
- Hidayat, F. 2019. Implementasi Konsep Building Information System (BIM) Dalam Estimasi Biaya Pada Pekerjaan Plambing. Tugas Akhir. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Islam Indonesia. Sleman.
- Furneaux, Craig & Kivvits, Robbie 2008. BIM–implications for government. CRC for Construction Innovation, Brisbane.
- Google Earth Pro 2018 : Peta Lokasi Sapen, Gondokusuman Daerah Istimewa Yogyakarta. Diterima 14 November 2019.

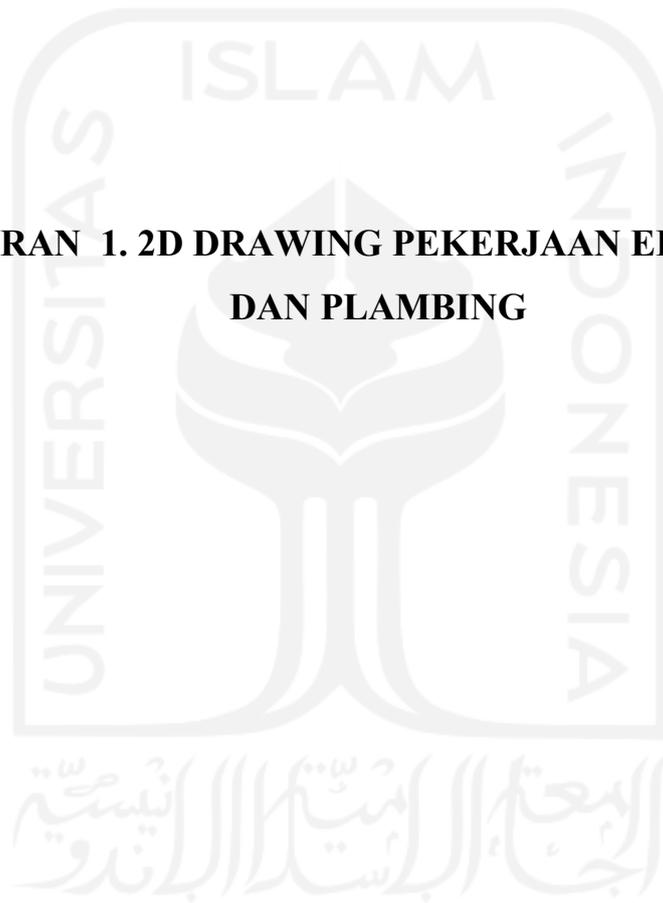
- Hardin, B 2009. BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and workflow.
- Hasnan, Fahrizal. 2013. Analisis Sistem Plumbing Pada Hartono Lifestyle Mall Solobaru. Tugas Akhir Program D3 Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil UNS. Surakarta.
- Hasnan, Fahrizal. 2013. Analisis Sistem Elektrikal Pada Hartono Lifestyle Mall Solobaru. Tugas Akhir Program D3 Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil UNS. Surakarta.
- Jurusan Teknik Sipil. 2017. Buku Pedoman Tugas Akhir dan Praktik Kerja Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Manurung, Vanbori. 2012. Analisis Aplikasi Lean Construction Untuk Mengurangi Limbah Material Pada Proyek Konstruksi Jembatan (Studi Kasus Perusahaan Precast). Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.
- Mohd, Suzila and Ahmad Latiffi, Aryani (2013) Building Information Modeling (BIM) application in construction planning. Bangkok, Thailand.
- Mudzakir, Ahmad Chasan dkk. 2017. Evaluasi Waste dan Implementasi Lean Construction (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Serbaguna Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang). Jurnal Karya Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Hal 145-158 (Vol.6 No.2).
- Navisworks Tutorial (*Youtube Video*). 2017. Learning With Rich.
- Navisworks Timeliner 4D Simulation. 2011. Autodesk Building Solution.
- Noerbambang, Soufyan Moh dan Morumura, Takeo. 2005. Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plumbing. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Nugraha, A.K. 2019. Implementasi Konsep Building Information System (BIM) Dalam Estimasi Biaya Pada Pekerjaan Plambing. Tugas Akhir. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Islam Indonesia. Sleman.
- Purwanto, Zakiy Imaduddin, dkk. 2016. Analisis Performansi Pekerjaan Proyek Pembanguna Mechanical-Electrical-Plumbing Gedung Sentraland Semarang

- Menggunakan Metode Earned Value Analysis. Program Studi Teknik Industri Universitas Diponegoro. Semarang.
- Raut, S.P. and Valunekar, S.S. 2019. Improve The Productivity of Building Project using Building Information Modeling (BIM) Based 4D Simulation Model.
- Soeharto, I. 1999. Manajemen Proyek. Erlangga. Jakarta
- Sonar, A dan Ambre, H. 2019. Application OF 4D Cad BIM Technology In Construction Scheduling. International Research Journal of Engineering and Technology. Nashik.
- Swapnesh, Dkk. 2017. Pengembangan Produktifitas dari Proyek Bangunan Menggunakan Building Information Modeling (BIM) dalam Simulasi Model 4D. Teknik Sipil. Kepala Departemen Tekni Sipil Universitas Maharastha. In
- Telaga. 2018. Tinjauan Implementasi *Building Information Modeling (BIM)* Pada Industri Konstruksi di Indonesia. Politeknik Manufaktur Astra. Jakarta
- Umam, Faqih Nadiya. 2018. Analisis Kinerja Waktu dan Penerapan Building Information Modelling (BIM) pada Proyek Pembangunan Transmart Bogor. Tugas Akhir. Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Warsika, Putu Dharma. 2017. Analisis Waktu dan Biaya Berdasarkan Analisa Produktivitas Tenaga Kerja Pada Proyek Pembanguna Kosntruksi. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik, Universitas Udayana,
- What is Navisworks (*Youtube Video*). 2016. AEC TechKnow University.
- Wijaya, Felix dan Sentosa (2014). Studi Kasus Penjadwalan Proyek Pada Proyek Rumah Toko X Menggunakan Microsoft Project 2010

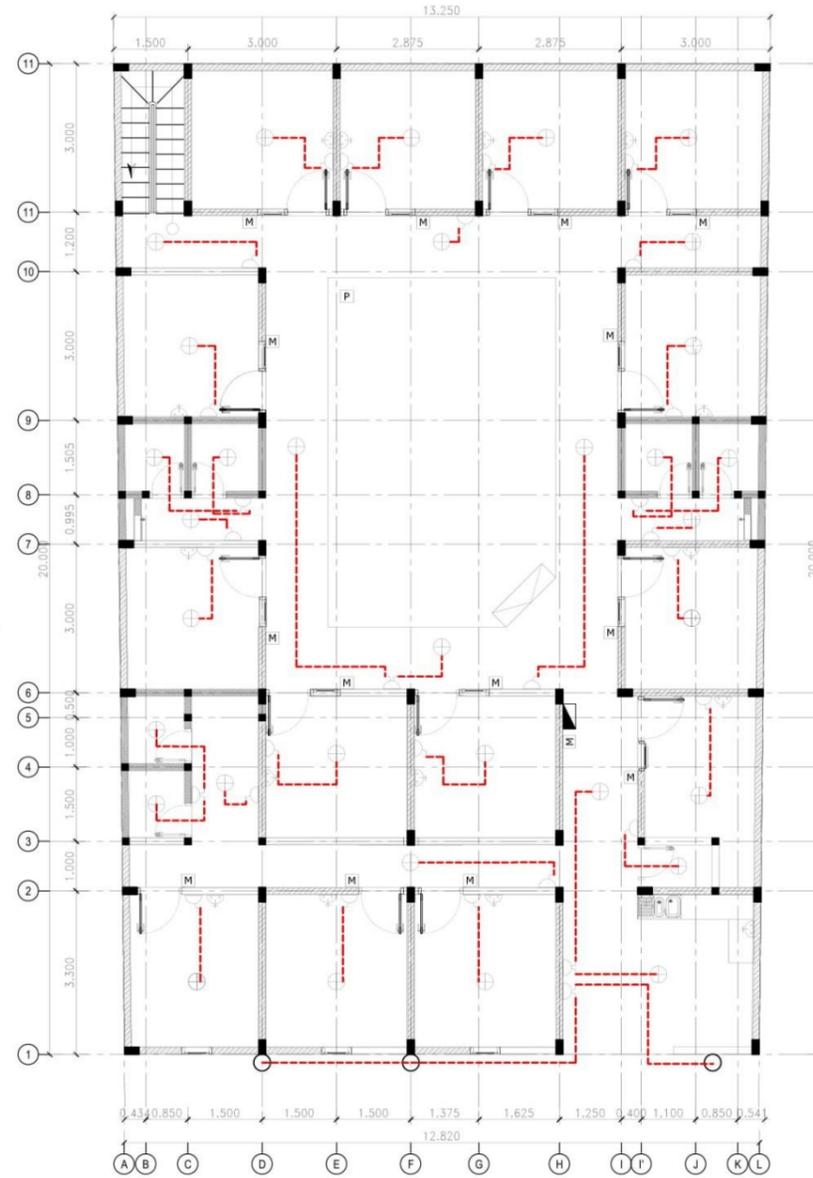
LAMPIRAN



**LAMPIRAN 1. 2D DRAWING PEKERJAAN ELEKTRIKAL
DAN PLAMBING**



NOTASI	KETERANGAN
⊕	Lampu Piting
○	Housing Lamp
■	Box Sekring (MCB)
M	Meteran
P	Pompa Air
—	Lampu TL
NOTAS	KETERANGAN
D	Saklar Tunggal
X	Saklar Ganda
⊞	Stop Kontak



UNIT KOS
DENAH RENCANA INSTALASI LISTRIK LT 1
SKALA 1 : 100

HAK CIPTA
DILARANG MENJUAL ATAU MEMERIKSA GAMBAR INI DALAM BENTUK
APAPUN KEJUJUAN DENGAN PERSETUJUAN TERTULIS DARI ARSITEK
ATAU PERENCANA.

COPYRIGHT
NO PART OF THIS DOCUMENT MAY BE REPRODUCED, TRANSMITTED
OR RECORDED IN ANY FORM OR OTHERWISE WITHOUT THE PRIOR
WRITTEN PERMISSION OF ARCHITECTS OR PLANNERS.

LEGENDA

LEGENDA

STUDIO ARSITEK
ARCHITECT STUDIO



1	13/12/2018	MERUBAH KONSEP DESAIN STRUKTUR DARI DED BANGUNAN 1 LANTAI MEN- JADI BANGUNAN DENGAN STRUKTUR 2 LANTAI
---	------------	---

NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDMENT	PARA- SIGN

PEMBERI TUGAS
CLIENT

BAPAK SUPARGIYONO Prof. dr.

PROYEK
PROJECT

AS BUILD
DRAWING

TIM ARSITEK
ARCHITECTURE TEAM

FATUR HIDAYAT P.I.C ARCHITECT

SEPTIAN ARDHI N. P.D ARCHITECT

ARGA PRIHANDANA S. DRAFTER ARCHITECT

STRUCTURAL & M.E.P CONSULTANT

KONSULTAN STRUKTUR DAN M.E.P

ADITYA KURNIA NUGRAHA

SURVEYOR CONSULTANT

KONSULTAN SURVEYOR

ADITYA KURNIA NUGRAHA

GAMBAR
DRAWINGS

INSTALASI LISTRIK LT 1

SKALA
SCALE 1 : 100

DIGAMBAR
DRAWN FRH

PERENCANA
DESIGNER FRH

TANGGAL
DATE -

DIPERIKSA
CHECKED -

DISETUJUI
APPROVED -

NAMA
NAME

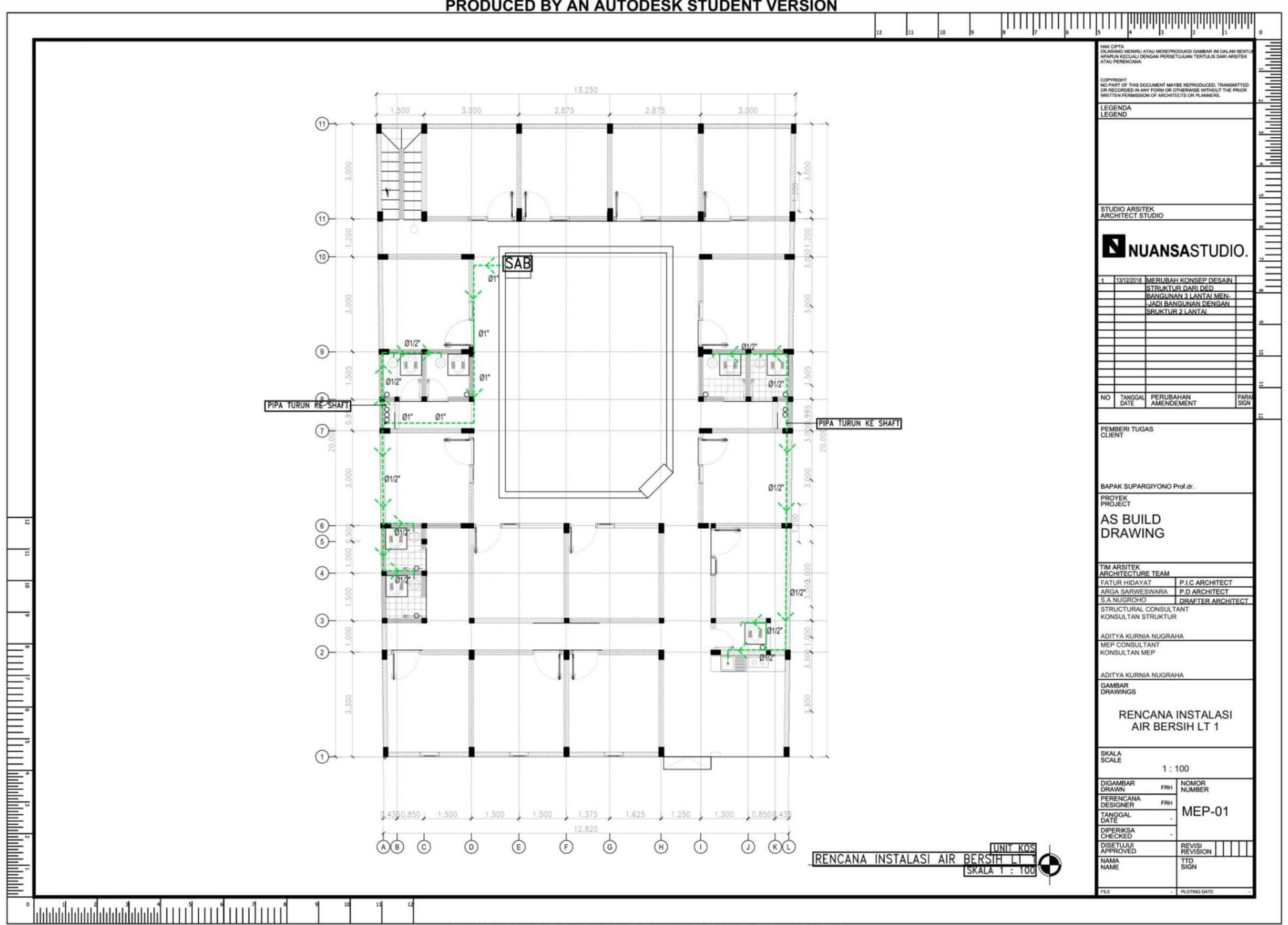
REVISI
REVISION

TTD
SIGN

FILE - PLOTTING DATE -

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



RENCANA INSTALASI AIR BERSIH LT 1
 UNIT KOS
 SKALA 1 : 100

SIK SIFTA
 WA SAMA MEMILI ATAU MEREPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
 APAPUN BILAKAL DENGAN PERSETUJUAN TERTULIS DARI ARSITEK
 ATAU PERENCANA.
 COPYRIGHT
 NO PART OF THIS DOCUMENT MAYBE REPRODUCED, TRANSMITTED
 OR RECORDED IN ANY FORM OR OTHERWISE WITHOUT THE PRIOR
 WRITTEN PERMISSION OF ARCHITECTS OR PLANNERS.

LEGENDA
LEGEND

STUDIO ARSITEK
ARCHITECT STUDIO



1	13/02/2018	MERUBAH KONSEP DESAIN STRUKTUR DARI DED BANGUNAN 1 LANTAI MEN- JADI BANGUNAN DENGAN STRUKTUR 2 LANTAI
---	------------	---

NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDEMENT	PARA SIGN
----	-----------------	-------------------------	--------------

PEMBERI TUGAS
CLIENT

BAPAK SUPARGIYONO Prof.dr.

PROYEK
PROJECT

AS BUILD
DRAWING

TIM ARSITEK
ARCHITECTURE TEAM

EZATUR HIDAYAT P.I.C ARCHITECT

ARGA SARWESWARA P.D ARCHITECT

S.A NUGROHO DRAFTER ARCHITECT

STRUCTURAL CONSULTANT
KONSULTAN STRUKTUR

ADITYA KURNIA NUGRAHA
MEP CONSULTANT
KONSULTAN MEP

ADITYA KURNIA NUGRAHA
GAMBAR
DRAWINGS

RENCANA INSTALASI
AIR BERSIH LT 1

SKALA
SCALE 1 : 100

DIGAMBAR
DRAWN FRH NOMOR
NUMBER

PERENCANA
DESIGNER FRH MEP-01

TANGGAL
DATE

DIPERIKSA
CHECKED

DISTULU
APPROVED

NAMA
NAME

REVISI
REVISION

TTD
SIGN

FILE

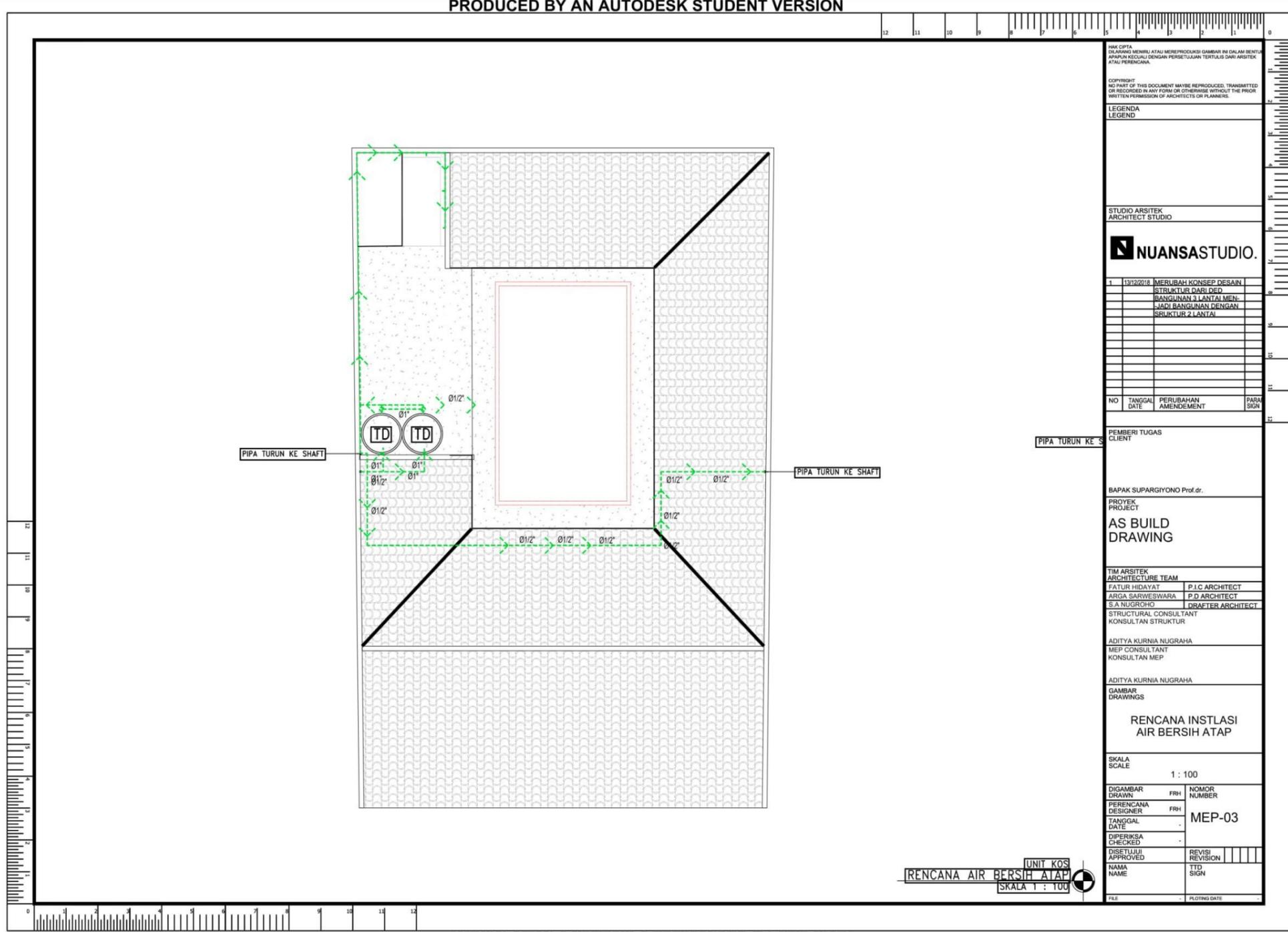
PLOTING DATE

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



UNIT KOS
 RENCANA AIR BERSIH ATAP
 SKALA 1 : 100

SIWA SIWA
 SIWA SIWA MEMILIKI ATAU MEREPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
 SIWA SIWA MELAKUKAN PERSETUJUAN TERTULIS DARI ARSITEK
 ATAU PERENCANA.

COPYRIGHT
 NO PART OF THIS DOCUMENT MAY BE REPRODUCED, TRANSMITTED
 OR RECORDED IN ANY FORM OR OTHERWISE WITHOUT THE PRIOR
 WRITTEN PERMISSION OF ARCHITECTS OR PLANNERS.

LEGENDA
 LEGEND

STUDIO ARSITEK
 ARCHITECT STUDIO

NUANSASTUDIO.

1	13/02/2018	MERUBAH KONSEP DESAIN STRUKTUR DARI DED BANGUNAN 1 LANTAI MEN- JADI BANGUNAN DENGAN STRUKTUR 2 LANTAI
---	------------	---

NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDMENT	PARA SIGN

PEMBERI TUGAS
 CLIENT

BAPAK SUPARGIYONO Prof.dr.

PROYEK
 PROJECT

**AS BUILD
 DRAWING**

TIM ARSITEK
 ARCHITECTURE TEAM

EZATUR HIDAYAT	P.I.C ARCHITECT
ARGA SARWESWARA	P.D ARCHITECT
S.A NUGROHO	DRAFTER ARCHITECT

STRUCTURAL CONSULTANT
 KONSULTAN STRUKTUR

ADITYA KURNIA NUGRAHA
 MEP CONSULTANT
 KONSULTAN MEP

ADITYA KURNIA NUGRAHA
 GAMBAR
 DRAWINGS

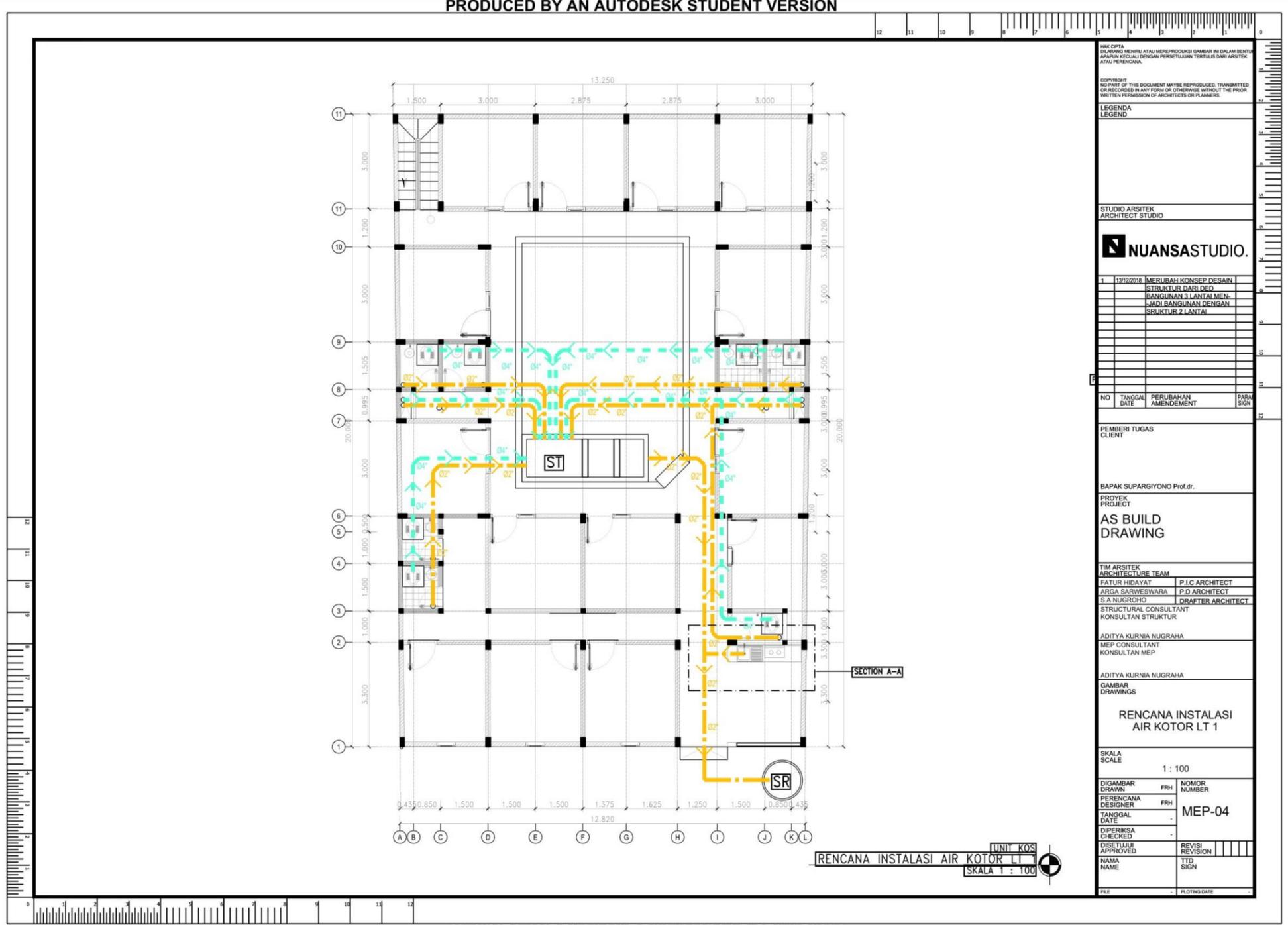
**RENCANA INSTLASI
 AIR BERSIH ATAP**

SKALA
 SCALE

1 : 100

DIGAMBAR DRAWN	FRH	NOMOR NUMBER
PERENCANA DESIGNER	FRH	MEP-03
TANGGAL DATE	-	-
DIPERIKSA CHECKED	-	-
DISTELAH APPROVED	-	-
NAMA NAME	TTD	REVISI REVISION
FILE	-	PLOTING DATE

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



RENCANA INSTALASI AIR KOTOR LT 1
 UNIT KOS
 SKALA 1 : 100

HAKEQTA
 HAK SAHA MENJADI ATAU MEREPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
 APAPUN BUKAN DENGAN PERSETUJUAN TERTULIS DARI ARSITEK
 ATAU PERENCANA.

COPYRIGHT
 NO PART OF THIS DOCUMENT MAY BE REPRODUCED, TRANSMITTED
 OR RECORDED IN ANY FORM OR OTHERWISE WITHOUT THE PRIOR
 WRITTEN PERMISSION OF ARCHITECTS OR PLANNERS.

LEGENDA
 LEGEND

STUDIO ARSITEK
 ARCHITECT STUDIO

NUANSASTUDIO.

1	19/02/2018	MERUBAH KONSEP DESAIN STRUKTUR DARI DED BANGUNAN 1 LANTAI MEN- JADI BANGUNAN DENGAN STRUKTUR 2 LANTAI
---	------------	---

NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDEMENT	PARA SIGN

PEMBERI TUGAS
 CLIENT

BAPAK SUPARGIYONO Prof.dr.

PROYEK
 PROJECT

AS BUILD
 DRAWING

TIM ARSITEK
 ARCHITECTURE TEAM

EZATUR HIDAYAT	P.I.C ARCHITECT
ARGA SARWESWARA	P.D ARCHITECT
S.A NUGROHO	DRAFTER ARCHITECT

STRUCTURAL CONSULTANT
 KONSULTAN STRUKTUR

ADITYA KURNIA NUGRAHA
 MEP CONSULTANT
 KONSULTAN MEP

ADITYA KURNIA NUGRAHA
 GAMBAR
 DRAWINGS

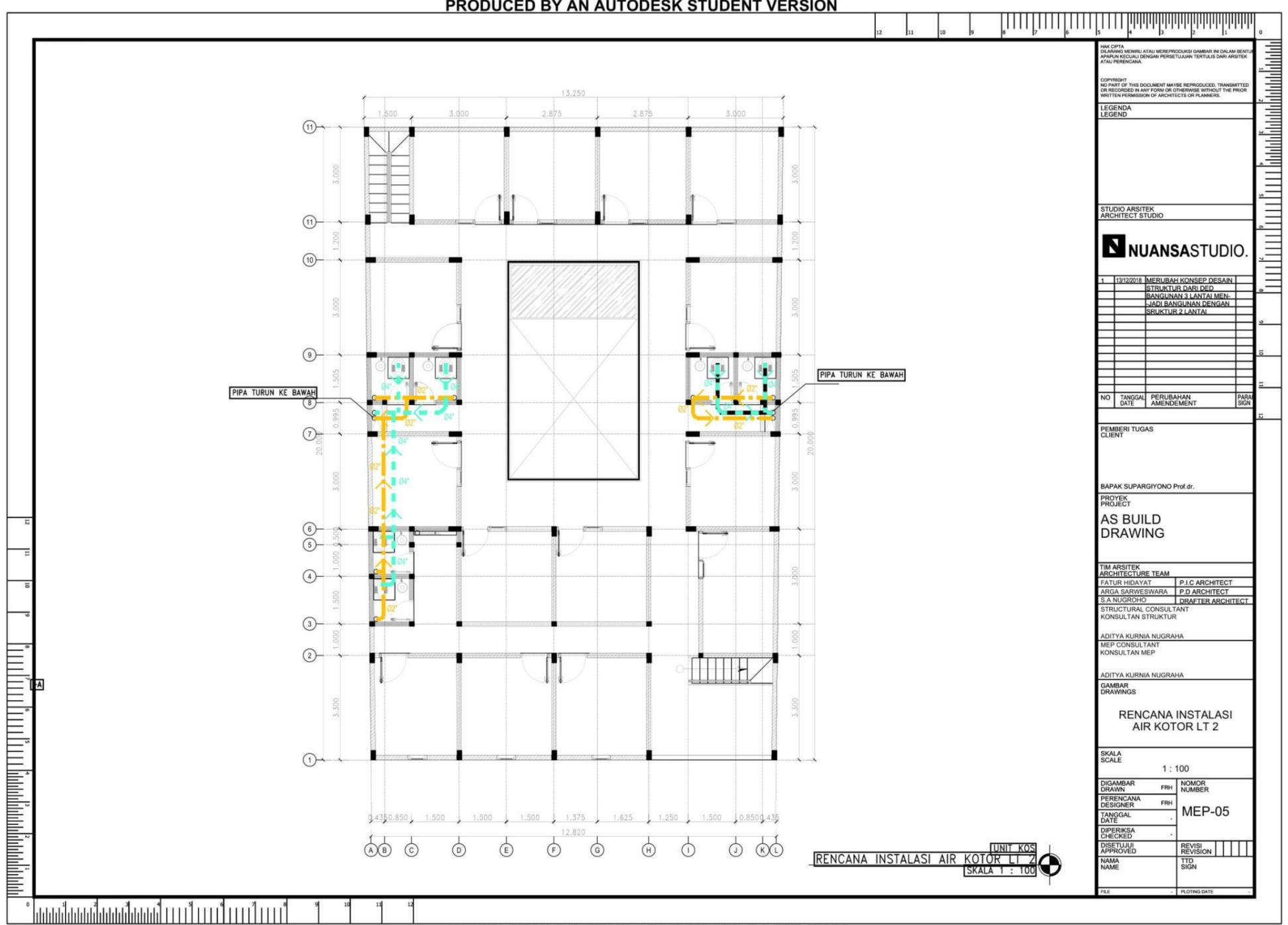
RENCANA INSTALASI
 AIR KOTOR LT 1

SKALA
 SCALE

1 : 100

DIGAMBAR DRAWN	FRH	NOMOR NUMBER
PERENCANA DESIGNER	FRH	MEP-04
TANGGAL DATE	-	-
DIPERIKSA CHECKED	-	-
DISTULU APPROVED	-	REVISI REVISION
NAMA NAME	-	TTD SIGN
FILE	-	PLOTING DATE

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



SIK SIFTA
 WA SAMA MEMBU ATAU MEREPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
 APAPUN BILAKAL DENGAN PERSETUJUAN TERTULIS DARI ARSITEK
 ATAU PERENCANA.

COPYRIGHT
 NO PART OF THIS DOCUMENT MAYBE REPRODUCED, TRANSMITTED
 OR RECORDED IN ANY FORM OR OTHERWISE WITHOUT THE PRIOR
 WRITTEN PERMISSION OF ARCHITECTS OR PLANNERS.

LEGENDA
 LEGEND

STUDIO ARSITEK
 ARCHITECT STUDIO



1	13/02/2018	MERUBAH KONSEP DESAIN STRUKTUR DARI DED BANGUNAN 1 LANTAI MEN- JADI BANGUNAN DENGAN STRUKTUR 2 LANTAI
---	------------	---

NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDMENT	PARA SIGN
----	-----------------	------------------------	--------------

PEMBERI TUGAS
 CLIENT

BAPAK SUPARGIYONO Prof.dr.

PROYEK
 PROJECT
**AS BUILD
 DRAWING**

TIM ARSITEK
 ARCHITECTURE TEAM
 FATUR HIDAYAT P.I.C ARCHITECT
 ARGASARWESWARA P.D ARCHITECT
 S.A NUGROHO DRAFTER ARCHITECT

STRUCTURAL CONSULTANT
 KONSULTAN STRUKTUR
 ADITYA KURNIA NUGRAHA
 MEP CONSULTANT
 KONSULTAN MEP

ADITYA KURNIA NUGRAHA
 GAMBAR
 DRAWINGS

**RENCANA INSTALASI
 AIR KOTOR LT 2**

SKALA
 SCALE
 1 : 100

DIGAMBAR
 DRAWN FRH
 PERENCANA
 DESIGNER FRH
 TANGGAL
 DATE
 DIPERIKSA
 CHECKED
 DISTUJUI
 APPROVED

NOMOR
 NUMBER
MEP-05

REVISI
 REVISION
 TTD
 SIGN

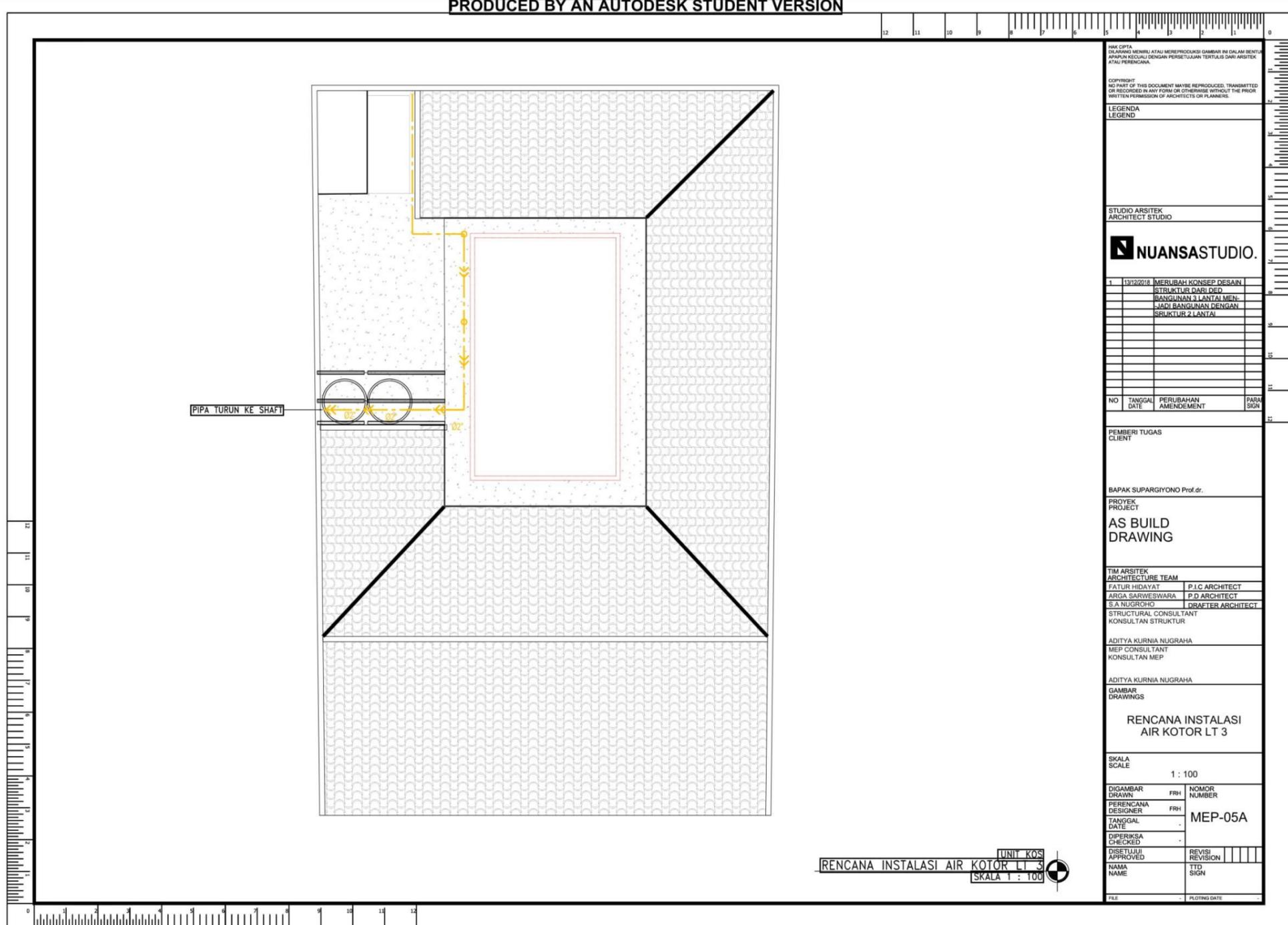
FILE
 PLOTTING DATE

RENCANA INSTALASI AIR KOTOR LT 2
 SKALA 1 : 100

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PIPA TURUN KE SHAFT

RENCANA INSTALASI AIR KOTOR LT 3
SKALA 1 : 100

UNIT KOS

REVISI

HAK CIPTA
SIAPUN BILAU ATAU MEREPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
SIAPUN BILAU DENGAN PERSETUJUAN TERTULIS DARI ARSITEK
ATAU PERENCANA.
COPYRIGHT
NO PART OF THIS DOCUMENT MAY BE REPRODUCED, TRANSMITTED
OR RECORDED IN ANY FORM OR OTHERWISE WITHOUT THE PRIOR
WRITTEN PERMISSION OF ARCHITECTS OR PLANNERS.

LEGENDA
LEGEND

STUDIO ARSITEK
ARCHITECT STUDIO

NUANSASTUDIO.

1	13/02/2018	MERUBAH KONSEP DESAIN STRUKTUR DARI DED BANGUNAN 1 LANTAI MEN- JADI BANGUNAN DENGAN STRUKTUR 2 LANTAI
---	------------	---

NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDMENT	PARA SIGN

PEMBERI TUGAS
CLIENT

BAPAK SUPARGIYONO Prof.dr.

PROYEK
PROJECT

AS BUILD
DRAWING

TIM ARSITEK
ARCHITECTURE TEAM

FATUR HIDAYAT	P.I.C ARCHITECT
ARGA SARWESWARA	P.D ARCHITECT
S.A NUGROHO	DRAFTER ARCHITECT

STRUCTURAL CONSULTANT
KONSULTAN STRUKTUR

ADITYA KURNIA NUGRAHA
MEP CONSULTANT
KONSULTAN MEP

ADITYA KURNIA NUGRAHA
GAMBAR
DRAWINGS

RENCANA INSTALASI
AIR KOTOR LT 3

SKALA
SCALE
1 : 100

DIGAMBAR
DRAWN
FRH1

PERENCANA
DESIGNER
FRH1

TANGGAL
DATE
-

DIPERIKSA
CHECKED
-

DISTULUHI
APPROVED
-

NAMA
NAME
TTD
SIGN

FILE
-

PLOTING DATE
-

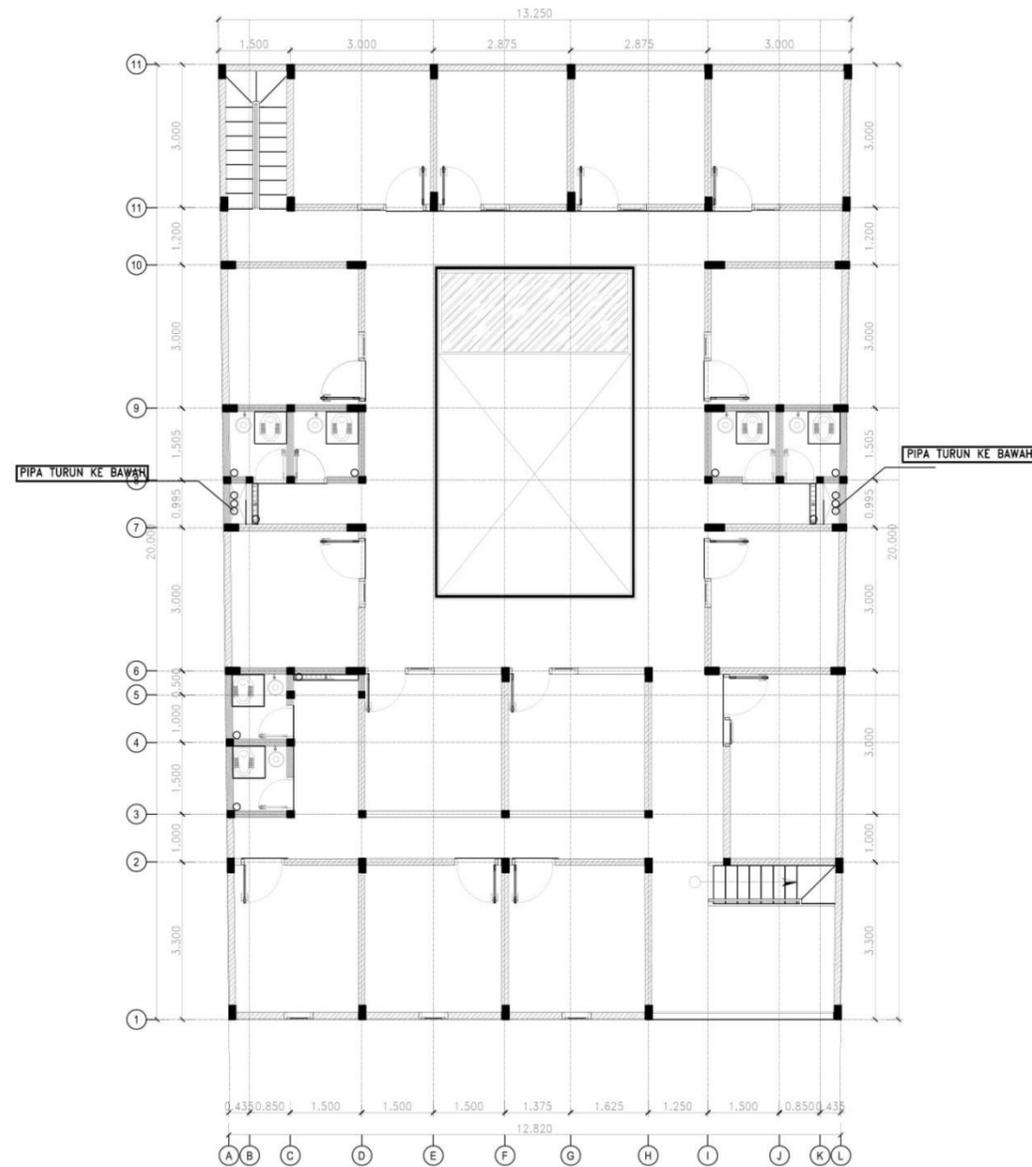
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



UNIT KOS
RENCANA AIR HUJAN LT 2
SKALA 1 : 100

HAK CIPTA
SALAH SAMA MEMILIKI ATAU MEREPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
SIKAPIN KECUALI DENGAN PERSETUJUAN TERTULIS DARI ARSITEK
ATAU PERENCANA.
COPYRIGHT
NO PART OF THIS DOCUMENT MAY BE REPRODUCED, TRANSMITTED
OR RECORDED IN ANY FORM OR OTHERWISE WITHOUT THE PRIOR
WRITTEN PERMISSION OF ARCHITECTS OR PLANNERS.

LEGENDA

LEGEND

STUDIO ARSITEK
ARCHITECT STUDIO

NUANSASTUDIO.

1	13/02/2018	MERUBAH KONSEP DESAIN STRUKTUR DARI DED BANGUNAN 1 LANTAI MEN- JADI BANGUNAN DENGAN STRUKTUR 2 LANTAI
---	------------	---

NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDEMENT	PARA SIGN

PEMBERI TUGAS
CLIENT

BAPAK SUPARGIYONO Prof.dr.

PROYEK
PROJECT

AS BUILD
DRAWING

TIM ARSITEK
ARCHITECTURE TEAM

FATUR HIDAYAT	P.I.C ARCHITECT
ARGA SARWESWARA	P.D ARCHITECT
S.A NUGROHO	DRAFTER ARCHITECT

STRUCTURAL CONSULTANT

KONSULTAN STRUKTUR

ADITYA KURNIA NUGRAHA

MEP CONSULTANT

KONSULTAN MEP

ADITYA KURNIA NUGRAHA

GAMBAR
DRAWINGS

RENCANA AIR HUJAN

LT 2

SKALA
SCALE

1 : 100

DIGAMBAR
DRAWN

FRH1

NOMOR
NUMBER

PERENCANA
DESIGNER

FRH1

TANGGAL
DATE

-

DIPERIKSA
CHECKED

-

DISTUJUI
APPROVED

-

REVISI
REVISION

TTD
SIGN

NAMA
NAME

-

FILE

-

PLACING DATE

-

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

LAMPIRAN 2. DOKUMEN PENJADWALAN PROYEK (minggu)																										
NO	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (Hari)	Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
I PEKERJAAN PERSIAPAN & PRASARANA																										
1	Pekerjaan Pembersihan Lahan	4	4-7																							
2	Pemasangan Pagar Sementara Seng Gelombang	2		12-13																						
3	Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank	3		14	15-16																					
4	Pembangunan Los Kerja	1		11																						
5	Pembangunan Gudang	2		12-13																						
6	Pembangunan Direksi Keet	2		12-13																						
7	Toilet Sementara	2		14	15																					
8	Pabrikasi Besi	1		14																						
9	Pabrikasi Kayu	1		14																						
II PEKERJAAN PONDASI																										
1	Galian Tanah Pondasi Footplate	6		8-10	16-18																					
2	Galian Tanah Pondasi Batu Kali	2		4-5																						
3	Galian Tanah Sloof	2		4-5																						
4	Urugan Pasir Di Bawah Pondasi Batu Kali	3		7	8-9																					
5	Urugan Tanah Kembali	29		12-14	15-21	22-31	1-7	8-10																		
6	Lantai Kerja Di Bawah Pondasi Footplate	3		7-10																						
7	Pekerjaan Pondasi Footplate 1	14		9-14	15-22																					
8	Pekerjaan Pondasi Footplate 2	14		9-14	15-22																					
9	Pekerjaan Pondasi Footplate 3	14		9-14	15-22																					
10	Pekerjaan Pondasi Batu Kali	21		14	15-21	22-31	1-3																			
11	Pekerjaan Sloof	21			20-21	22-31	1-7	8-9																		
III PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 1																										
1	Pekerjaan Kolom Struktur (KS)	28						10-14	15-21	22-31	1-7															
2	Pekerjaan Kolom Praktis (KP)	28						10-14	15-21	22-31	1-7															
3	Pekerjaan Balok 1 (B1)	28							17-21	22-31	1-7	8-14														
4	Pekerjaan Balok 2 (B2)	28							17-21	22-31	1-7	8-14														
5	Pekerjaan Balok 3 (B3)	28							17-21	22-31	1-7	8-14														
6	Pekerjaan Balok Latei (BL)	28							17-21	22-31	1-7	8-14														
7	Pekerjaan Pelat Lantai 1	28							17-21	22-31	1-7	8-14														
8	Pekerjaan Tangga	21										8-14	15-21	22-28												
IV PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 2																										
1	Pekerjaan Kolom Struktur (KS)	28							8-14	15-21	22-28		12-14	15-18												
2	Pekerjaan Kolom Praktis (KP)	28							8-14	15-21	22-28		12-14	15-18												
3	Pekerjaan Balok 1 (B1)	28								15-21	22-28		12-14	15-21	22-25											
4	Pekerjaan Balok 2 (B2)	28								15-21	22-28		12-14	15-21	22-25											
5	Pekerjaan Balok 3 (B3)	28								15-21	22-28		12-14	15-21	22-25											
6	Pekerjaan Balok Latei (BL)	28								15-21	22-28		12-14	15-21	22-25											
7	Pekerjaan Pelat Lantai 2	28								15-21	22-28		12-14	15-21	22-25											
8	Pekerjaan Tangga Lantai 2	21												19-21	22-30	1-7	8-9									
V PEKERJAAN ARSITEKTUR LANTAI 1																										
A PEKERJAAN PASANGAN																										
1	Pasangan Bata Hebel	28							8-14	15-21	22-28		12-14	15-18												
2	Pasangan Bata Merah	28							8-14	15-21	22-28		12-14	15-18												
3	Plesteran Dinding 1:4 dan Acian	14											12-14	15-21	22-25											
4	Plesteran Trasram 1:3	14											12-14	15-21	22-25											
5	Acian Bata Merah	14												19-21	22-30	1-2										
6	Tali Air 10x10 mm	7												19-21	22-25											
7	Pasangan Bata Merah di Dapur t= 10 cm	2													26-27											
B PEKERJAAN PASANGAN KERAMIK																										
1	Pasangan Lantai Keramik Homogenous Tile Uk 60x60 cm (Teksture)	14													26-30	1-7	8-9									
2	Pasangan Lantai Keramik Homogenous Tile Uk 40x40 cm	14													26-30	1-7	8-9									
3	Pasangan Lantai Keramik Homogenous Tile Uk 25x30 cm	14													26-30	1-7	8-9									
4	Pasangan Lantai Keramik Uk 20x20 cm Unpolished	14													26-30	1-7	8-9									
5	Pasangan Dinding Keramik Uk 20x20 cm	7													26-30	1-2										
6	Pasangan Plint Keramik 10x40 cm	7													26-30	1-2										
7	Pasangan Paving Block	4														3-7	8-9									
8	Pekerjaan Screeding tebal 2 cm	14														6-7	8-9									
9	Penutup Selokan	1													26-30	1-7	8-9									
10	Pasangan Roaster	28							8-14	15-21	22-28		12-14	15-18												
C PEKERJAAN PLAFOND																										
1	Pas. Plafond Gypsumboard 9 mm Rangka Metal Furing	14													26-30	1-7	8-9									
2	Pas. List Plafond Gypsum	14													26-30	1-7	8-9									
D PEKERJAAN PENGECATAN																										
1	Cat Dinding Interior	14																			10-14	15-21	22-23			
2	Cat Dinding Exterior	7																			10-14	15-16				
3	Cat Plafond	14														3-7	8-14	15-16								
4	Cat Besi	2																							26-27	
5	Waterproofing	14														3-7	8-14	15-16								
E PEKERJAAN KUSEN, PINTU, JENDELA, DLL																										
1	Pasangan Pintu P1	5																						21	22-25	
2	Pasangan Pintu P1	5																						21	22-25	
3	Pasangan Pintu P2	5																						21	22-25	
4	Pasangan Pintu P3	5																						21	22-25	

LAMPIRAN 3
DOKUMEN ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Analisa Harga Satuan Pekerjaan Sistem Instalasi Plambing						
Nama Proyek	: Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai					
Lokasi Proyek	: Gang Soka, Sapen, GK/1635, Demangan RT 24 RW 7 Gondokusuman, DIY					
Pemilik Proyek	: Prof. Dr. Supargiono, DTM&H, SU, Ph.D					
Pelaksana Proyek	: Nuansa Studio24					
No.	Uraian		Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Pemasangan 1 m' pipa PVC tipe AW diameter 1/2"						
A	Tenaga					
		Pekerja	OH	0.036	Rp85,000.00	Rp3,060.00
		Tukang	OH	0.06	Rp105,000.00	Rp6,300.00
		Kepala Tukang	OH	0.006	Rp120,000.00	Rp720.00
		Mandor	OH	0.002	Rp150,000.00	Rp300.00
Jumlah Tenaga Kerja						Rp10,380.00
B	Bahan					
		Pipa PVC 1/2"	M	1.2	Rp3,750.00	Rp4,500.00
		Perlengkapan	%	35		Rp1,575.00
Jumlah Harga Bahan						Rp6,075.00
D	Jumlah (A+B)					Rp16,455.00
E	<i>Overhead & Profit</i> (10% x D)					Rp1,645.50
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp18,100.50

No.	Uraian		Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Pemasangan 1 m' pipa PVC tipe AW diameter 3/4"						
A	Tenaga					
		Pekerja	OH	0.036	Rp85,000.00	Rp3,060.00
		Tukang	OH	0.06	Rp105,000.00	Rp6,300.00
		Kepala Tukang	OH	0.006	Rp120,000.00	Rp720.00
		Mandor	OH	0.002	Rp150,000.00	Rp300.00
					Jumlah Tenaga Kerja	Rp10,380.00
B	Bahan					
		Pipa PVC 3/4"	M	1.2	Rp5,000.00	Rp6,000.00
		Perlengkapan	%	35		Rp2,100.00
					Jumlah Harga Bahan	Rp8,100.00
D	Jumlah (A+B)					Rp18,480.00
E	<i>Overhead & Profit (10% x D)</i>					Rp1,848.00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp20,328.00
Pemasangan 1 m' pipa PVC tipe AW diameter 1"						
A	Tenaga					
		Pekerja	OH	0.036	Rp85,000.00	Rp3,060.00
		Tukang	OH	0.06	Rp105,000.00	Rp6,300.00
		Kepala Tukang	OH	0.006	Rp120,000.00	Rp720.00
		Mandor	OH	0.002	Rp150,000.00	Rp300.00
					Jumlah Tenaga Kerja	Rp10,380.00
B	Bahan					
		Pipa PVC 1"	M	1.2	Rp7,500.00	Rp9,000.00
		Perlengkapan	%	35		Rp3,150.00
					Jumlah Harga Bahan	Rp12,150.00
D	Jumlah (A+B)					Rp22,530.00
E	<i>Overhead & Profit (10% x D)</i>					Rp2,253.00

No.	Uraian		Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp24,783.00
Pemasangan 1 m' pipa PVC tipe AW diameter 1 1/4"						
A	Tenaga					
		Pekerja	OH	0.054	Rp85,000.00	Rp4,590.00
		Tukang	OH	0.09	Rp105,000.00	Rp9,450.00
		Kepala Tukang	OH	0.009	Rp120,000.00	Rp1,080.00
		Mandor	OH	0.003	Rp150,000.00	Rp450.00
					Jumlah Tenaga Kerja	Rp15,570.00
B	Bahan					
		Pipa PVC 1 1/4"	M	1.2	Rp10,000.00	Rp12,000.00
		Perlengkapan	%	35		Rp4,200.00
					Jumlah Harga Bahan	Rp16,200.00
D	Jumlah (A+B)					Rp31,770.00
E	<i>Overhead & Profit</i> (10% x D)					Rp3,177.00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp34,947.00
Pemasangan 1 m' pipa PVC tipe AW diameter 2"						
A	Tenaga					
		Pekerja	OH	0.054	Rp85,000.00	Rp4,590.00
		Tukang	OH	0.09	Rp105,000.00	Rp9,450.00
		Kepala Tukang	OH	0.009	Rp120,000.00	Rp1,080.00
		Mandor	OH	0.003	Rp150,000.00	Rp450.00
					Jumlah Tenaga Kerja	Rp15,570.00
B	Bahan					
		Pipa PVC tipe AW 2"	M	1.2	Rp13,750.00	Rp16,500.00
		Perlengkapan	%	35		Rp5,775.00
					Jumlah Harga Bahan	Rp22,275.00
D	Jumlah (A+B)					Rp37,845.00

No.	Uraian		Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
E	<i>Overhead & Profit (10% x D)</i>					Rp3,784.50
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp41,629.50
Pemasangan 1 m' pipa PVC tipe D diameter 2"						
A	Tenaga					
		Pekerja	OH	0.054	Rp85,000.00	Rp4,590.00
		Tukang	OH	0.09	Rp105,000.00	Rp9,450.00
		Kepala Tukang	OH	0.009	Rp120,000.00	Rp1,080.00
		Mandor	OH	0.003	Rp150,000.00	Rp450.00
					Jumlah Tenaga Kerja	Rp15,570.00
B	Bahan					
		Pipa PVC tipe D 2"	M	1.2	Rp11,250.00	Rp13,500.00
		Perlengkapan	%	35		Rp4,725.00
					Jumlah Harga Bahan	Rp18,225.00
D	Jumlah (A+B)					Rp33,795.00
E	<i>Overhead & Profit (10% x D)</i>					Rp3,379.50
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp37,174.50
Pemasangan 1 m' pipa PVC tipe AW diameter 3"						
A	Tenaga					
		Pekerja	OH	0.081	Rp85,000.00	Rp6,885.00
		Tukang	OH	0.135	Rp105,000.00	Rp14,175.00
		Kepala Tukang	OH	0.0135	Rp120,000.00	Rp1,620.00
		Mandor	OH	0.004	Rp150,000.00	Rp600.00
					Jumlah Tenaga Kerja	Rp23,280.00
B	Bahan					
		Pipa PVC 3"	M	1.2	Rp26,250.00	Rp31,500.00
		Perlengkapan	%	35		Rp11,025.00

No.	Uraian		Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	Jumlah Harga Bahan					Rp42,525.00
D	Jumlah (A+B)					Rp65,805.00
E	<i>Overhead & Profit</i> (10% x D)					Rp6,580.50
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp72,385.50
Pemasangan 1 m' pipa PVC tipe AW diameter 4"						
A	Tenaga					
		Pekerja	OH	0.081	Rp85,000.00	Rp6,885.00
		Tukang	OH	0.135	Rp105,000.00	Rp14,175.00
		Kepala Tukang	OH	0.0135	Rp120,000.00	Rp1,620.00
		Mandor	OH	0.004	Rp150,000.00	Rp600.00
	Jumlah Tenaga Kerja					Rp23,280.00
B	Bahan					
		Pipa PVC 4"	M	1.2	Rp46,250.00	Rp55,500.00
		Perlengkapan	%	35		Rp19,425.00
	Jumlah Harga Bahan					Rp74,925.00
D	Jumlah (A+B)					Rp98,205.00
E	<i>Overhead & Profit</i> (10% x D)					Rp9,820.50
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp108,025.50
Pemasangan 1 buah aksesoris pipa 4"						
A	Tenaga					
		Pekerja	OH	0.106	Rp85,000.00	Rp9,010.00
		Tukang Pipa	OH	0.053	Rp105,000.00	Rp5,565.00
		Mandor	OH	0.011	Rp150,000.00	Rp1,650.00
	Jumlah Tenaga Kerja					Rp16,225.00
B	Bahan					
		Aksesoris Pipa PVC 4"	M	1.2	Rp35,000.00	Rp42,000.00
		Perlengkapan	%	35		Rp14,700.00

No.	Uraian		Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
					Jumlah Harga Bahan	Rp56,700.00
D	Jumlah (A+B)					Rp72,925.00
E	<i>Overhead & Profit</i> (10% x D)					Rp7,292.50
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp80,217.50
Pemasangan 1 buah kran diameter 1/2" atau 3/4"						
A	Tenaga					
		Pekerja	OH	0.01	Rp85,000.00	Rp850.00
		Tukang	OH	0.4	Rp105,000.00	Rp42,000.00
		Kepala Tukang	OH	0.04	Rp120,000.00	Rp4,800.00
		Mandor	OH	0.005	Rp150,000.00	Rp750.00
						Jumlah Tenaga Kerja
B	Bahan					
		Kran Air <i>Kenmaster</i>	Unit	1	Rp35,000.00	Rp35,000.00
		Sealtape	Buah	0.025	Rp5,000.00	Rp8.75
						Jumlah Harga Bahan
D	Jumlah (A+B)					Rp35,008.75
E	<i>Overhead & Profit</i> (10% x D)					Rp8,340.88
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp91,749.63
Pemasangan 1 buah <i>floordrain</i>						
A	Tenaga					
		Pekerja	OH	0.01	Rp85,000.00	Rp850.00
		Tukang	OH	0.1	Rp105,000.00	Rp10,500.00
		Kepala Tukang	OH	0.01	Rp120,000.00	Rp1,200.00
		Mandor	OH	0.005	Rp150,000.00	Rp750.00
						Jumlah Tenaga Kerja
B	Bahan					
		<i>Floor Drain INNO</i>	Unit	1	Rp75,000.00	Rp75,000.00

No.	Uraian		Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	Jumlah Harga Bahan					Rp75,000.00
D	Jumlah (A+B)					Rp88,300.00
E	<i>Overhead & Profit (10% x D)</i>					Rp8,830.00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp97,130.00
Pemasangan 1 buah roofdrain						
A	Tenaga					
		Pekerja	OH	0.01	Rp-	Rp-
		Tukang	OH	0.1	Rp85,000.00	Rp8,500.00
		Kepala Tukang	OH	0.01	Rp105,000.00	Rp1,050.00
		Mandor	OH	0.005	Rp120,000.00	Rp600.00
					Jumlah Tenaga Kerja	Rp10,150.00
B	Bahan					
		<i>Roof Drain</i>	Unit	1	Rp150,000.00	Rp150,000.00
					Jumlah Harga Bahan	Rp150,000.00
D	Jumlah (A+B)					Rp160,150.00
E	<i>Overhead & Profit (10% x D)</i>					Rp16,015.00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp176,165.00
Pekerjaan Water Toren						
A	Tenaga					
		Pekerja	OH	1.8	Rp85,000.00	Rp153,000.00
		Tukang	OH	2.7	Rp105,000.00	Rp283,500.00
		Kepala Tukang	OH	0.54	Rp120,000.00	Rp64,800.00
		Mandor	OH	0.11	Rp150,000.00	Rp16,500.00
					Jumlah Tenaga Kerja	Rp517,800.00
B	Bahan					
		Water Toren	Buah	1	Rp2,000,000.00	Rp2,000,000.00
		Stop Kran (<i>Bal Valve</i>)	Buah	2	Rp75,000.00	Rp150,000.00

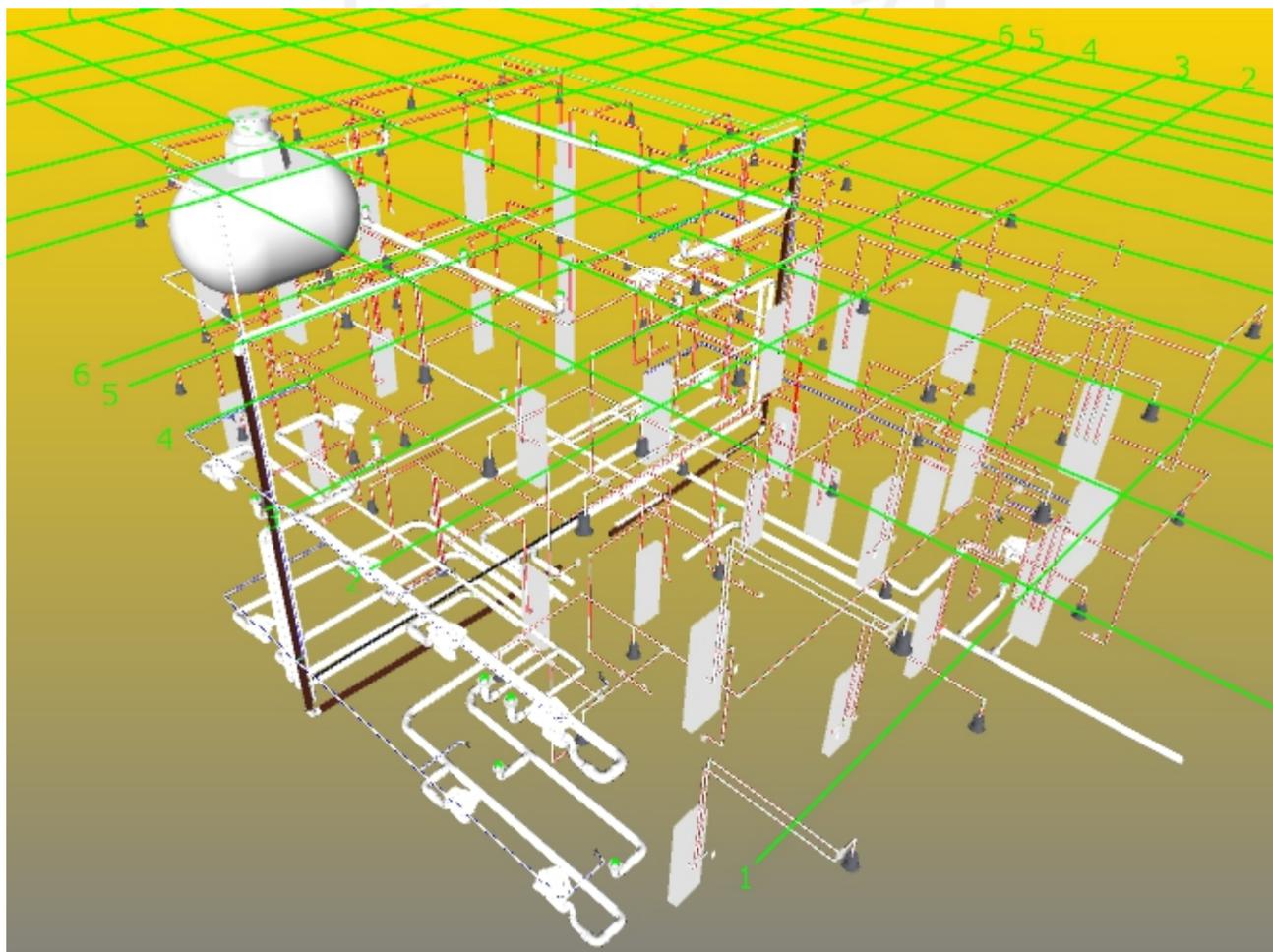
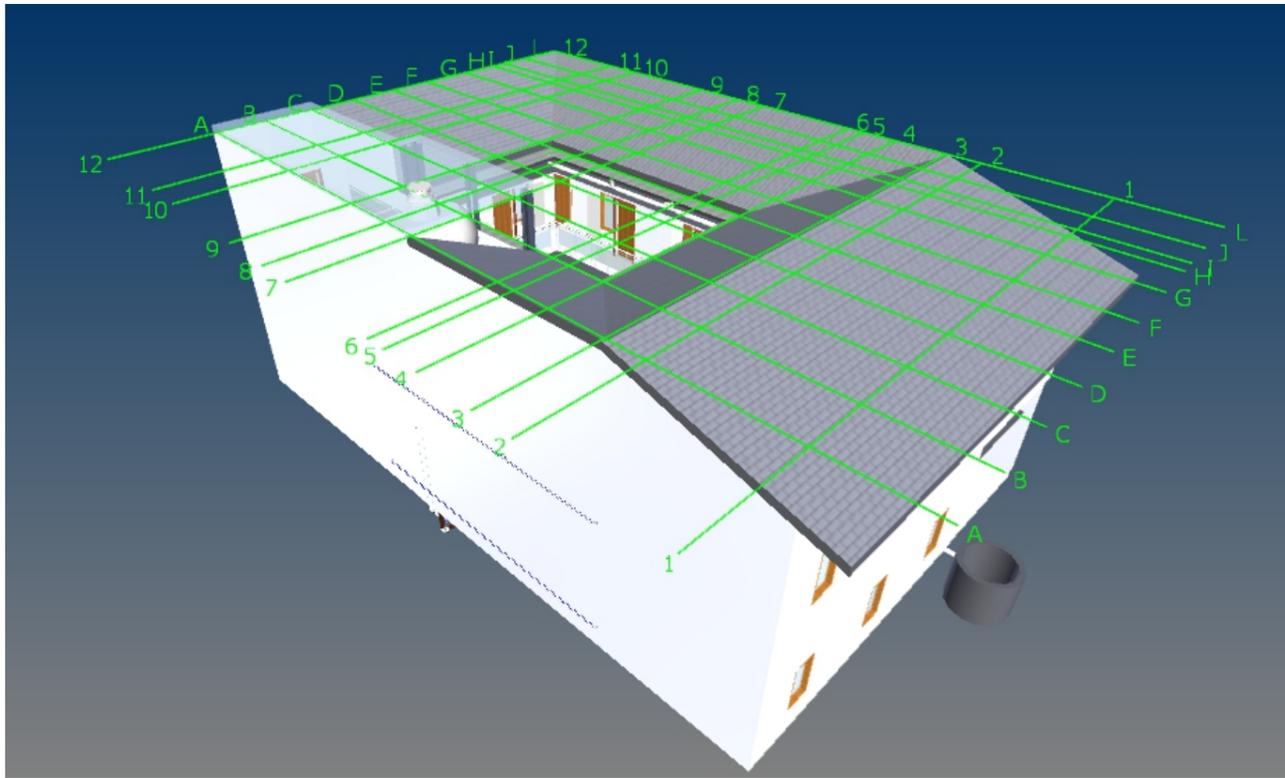
No.	Uraian		Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	Jumlah Harga Bahan					Rp2,150,000.00
D	Jumlah (A+B)					Rp2,667,800.00
E	<i>Overhead & Profit (10% x D)</i>					Rp266,780.00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp2,934,580.00
Pemasangan 1 buah closet jongkok porselen						
A	Tenaga					
		Pekerja	OH	1	Rp85,000.00	Rp85,000.00
		Tukang	OH	1.5	Rp105,000.00	Rp157,500.00
		Kepala Tukang	OH	0.15	Rp120,000.00	Rp18,000.00
		Mandor	OH	0.16	Rp150,000.00	Rp24,000.00
					Jumlah Tenaga Kerja	Rp284,500.00
B	Bahan					
		Closet Jongkok <i>toto</i>	Unit	1	Rp350,000.00	Rp350,000.00
		Semen Portland	Kg	6	Rp1,250.00	Rp7,500.00
		Pasir Pasang	M ³	0.01	Rp225,000.00	Rp2,250.00
					Jumlah Harga Bahan	Rp359,750.00
D	Jumlah (A+B)					Rp644,250.00
E	<i>Overhead & Profit (10% x D)</i>					Rp64,425.00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp708,675.00
Pemasangan Bak Zink						
A	Tenaga					
		Pekerja	OH	0.03	Rp85,000.00	Rp2,550.00
		Tukang	OH	0.3	Rp105,000.00	Rp31,500.00
		Kepala Tukang	OH	0.03	Rp120,000.00	Rp3,600.00
		Mandor	OH	0.015	Rp150,000.00	Rp2,250.00
					Jumlah Tenaga Kerja	Rp39,900.00

No.	Uraian		Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
B	Bahan					
		Bak Zink	Buah	1	Rp550,000.00	Rp550,000.00
		Water Drain	Unit	1	Rp85,000.00	Rp85,000.00
					Jumlah Harga Bahan	Rp635,000.00
D	Jumlah (A+B)					Rp674,900.00
E	Overhead & Profit (10% x D)					Rp67,490.00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp742,390.00
Analisa Harga Satuan Pekerjaan Sistem Instalasi Elektrikal						
No.	Uraian		Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Instalasi Penerangan dengan Spek Kabel NYA 3x1x2.5 mm ² dalam High Impact conduit dia. 20 mm						
A	Bahan :					
1		Pipa High Impact conduit dia.20 mm	M	9	Rp 5,200	Rp 46,800
2		Kabel NYA 1x2,5 mm	m	9	Rp 7,400	Rp 66,600
3		Klem Pipa	bh	10	Rp 350	Rp 3,500
4		Klem Kabel	bh	10	Rp 350	Rp 3,500
5		T Doos	bh	3	Rp 4,000	Rp 12,000
6		Spoket Conduit	bh	3	Rp 3,000	Rp 9,000
7		Fischer	bh	20	Rp 195	Rp 3,900
8		Las Dop	bh	3	Rp 350	Rp 1,050
9		Fitting	bh	1	Rp 10,000	Rp 10,000
					Jumlah Har Bahan	Rp 156,350
B	Upah :					
1		Pekerja	OH	0.3	Rp 85,000	Rp 25,500
2		Tukang Listrik	OH	0.05	Rp 105,000	Rp 15,750
3		Kep.Tukang	OH	0.05	Rp 120,000	Rp 7,300
					Jumlah Tenaga Kerja	Rp 48,550
					Total	Rp 204,900

No.	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Instalasi Outlet Kotak Kontak Dengan Spek Kabel NYA 3x1x2.5 mm²dalam High Impact conduit dia. 20 mm					
A	Bahan :				
1	Pipa High Impact conduit dia.20 mm	M	9	Rp 5,200	Rp 46,800
2	Kabel NYA 1x2,5 mm	m	9	Rp 7,400	Rp 66,600
3	Klem Pipa	bh	10	Rp 350	Rp 3,500
4	Klem Kabel	bh	10	Rp 350	Rp 3,500
5	T Doos	bh	3	Rp 4,000	Rp 12,000
6	Spoket Conduit	bh	3	Rp 3,000	Rp 9,000
7	Fischer	bh	20	Rp 195	Rp 3,900
8	Las Dop	bh	3	Rp 350	Rp 1,050
9	Fitting	bh	1	Rp 10,000	Rp 10,000
				Jumlah Har Bahan	Rp 156,350
B	Upah :				
1	Pekerja	OH	0.3	Rp 85,000	Rp 25,500
2	Tukang Listrik	OH	0.05	Rp 105,000	Rp 15,750
3	Kep.Tukang	OH	0.05	Rp 120,000	Rp 7,300
				Jumlah Tenagga Kerja	Rp 48,550
				Total	Rp 204,900
Pemasangan Saklar Tunggal					
A	Bahan				
1	Sakral Tunggal	bh	1	Rp 19,000	Rp 19,000
				Jumlah Harga Bahan	Rp 19,000
B	Upah :				
1	Pekerja	OH	0,1	Rp 85,000	Rp 9,240
2	Tukang Listrik	OH	0,09	Rp 105,000	Rp 9,450
3	Kepala Tukang	OH	0,04	Rp 120,000	Rp 6,000
				Jumlah Tenagga Kerja	Rp 24,700
				Total	Rp 43,700

No.	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Pemasangan Saklar Ganda					
A	Bahan				
1	Sakral Tunggal	bh	1	Rp 25,000	Rp 25,000
				Jumlah Harga Bahan	Rp 25,000
B	Upah :				
1	Pekerja	OH	0,12	Rp 85,000	Rp 10,000
2	Tukang Listrik	OH	0,1	Rp 105,000	Rp 10,500
3	Kepala Tukang	OH	0,04	Rp 120,000	Rp 6,000
				Jumlah Tenaga Kerja	Rp 26,500
				Total	Rp 51,500
Pemasangan Stop Kontak					
A	Bahan				
1	Stop Kontak	bh	1	Rp 23,000	Rp 23,000
				Jumlah Harga Bahan	Rp 23,000
B	Upah :				
1	Pekerja	OH	0,1	Rp 85,000	Rp 11,050
2	Tukang Listrik	OH	0,09	Rp 105,000	Rp 9,810
3	Kepala Tukang	OH	0,02	Rp 120,000	Rp 6,000
				Jumlah Tenaga Kerja	Rp 26,860
				Total	Rp 49,860
Pemasangan lampu downlight include bohlam 7watt ex philips					
A	Bahan				
1	Armatur Downlight	bh	1	Rp 85,000	Rp 85,000
2	Lampu Philips 7 Watt	bh	1	Rp 21,500	Rp 21,500
				Jumlah Harga Bahan	Rp 106,500
B	Upah :				
1	Pekerja	OH	0,1	Rp 85,000	Rp 11,050
2	Tukang Listrik	OH	0,09	Rp 105,000	Rp 6,450
3	Kepala Tukang	OH	0,02	Rp 120,000	Rp 23,500
				Jumlah Tenaga Kerja	Rp 130,000
				Total	Rp 49,860

LAMPIRAN 4.DOKUMEN 3D MODELBASE DALAM *SOFTWARE REVIT IMAGES*



Lampiran 5. Dokumen Detail *Quantity Take Off* Tiap Aktivitas

Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1)		
No.	Nama Item	Volume (m')
	Pipa Conduit 21mm Penerangan	
	Pipe 1	0.477
	Pipe 2	0.236
	Pipe 3	0.283
	Pipe 4	1.345
	Pipe 5	1.176
	Pipe 6	0.112
	Pipe 7	1.888
	Pipe 8	1.349
	Pipe 9	1.116
	Pipe 10	0.916
	Pipe 11	0.364
	Pipe 12	1.507
	Pipe 13	1.136
	Pipe 14	0.796
	Pipe 15	0.152
	Pipe 16	1.342
	Pipe 17	0.152
	Pipe 18	1.313
	Pipe 19	0.038
	Pipe 20	1.44
	Pipe 21	0.188
	Pipe 22	0.3
	Pipe 23	0.535
	Pipe 24	1.405
	Pipe 25	0.172
	Pipe 26	1.429
	Pipe 27	0.239
	Pipe 28	1.484
	Pipe 29	0.196
	Pipe 30	1.016
	Pipe 31	0.049
	Pipe 32	0.625
	Pipe 33	1.376
	Pipe 34	0.03
	Pipe 35	0.285
	Pipe 36	0.164
	Pipe 37	1.745
	Pipe 38	1.1

Pipe 39	0.445
Pipe 40	0.322
Pipe 41	0.498
Pipe 42	3.21
Pipe 43	1.418
Pipe 44	0.289
Pipe 45	4.164
Pipe 46	0.146
Pipe 47	2.065
Pipe 48	0.397
Pipe 49	0.576
Pipe 50	0.221
Pipe 51	0.916
Pipe 52	2.297
Pipe 53	1.69
Pipe 54	1.016
Pipe 55	0.223
Pipe 56	0.188
Pipe 57	0.5
Pipe 58	3.456
Pipe 59	0.728
Pipe 60	0.443
Pipe 61	0.191
Pipe 62	0.896
Pipe 63	0.658
Pipe 64	0.794
Pipe 65	0.245
Pipe 66	0.738
Pipe 67	3.436
Pipe 68	0.598
Pipe 69	0.758
Pipe 70	0.858
Pipe 71	1.076
Pipe 72	1.769
Pipe 73	0.076
Pipe 74	2.782
Pipe 75	0.463
Pipe 76	0.463
Pipe 77	0.437
Pipe 78	2.27
Pipe 79	0.437
Pipe 80	0.423
Pipe 81	0.558
Pipe 82	0.438

Pipe 83	0.457
Pipe 84	0.257
Pipe 85	0.618
Pipe 86	0.457
Pipe 87	0.079
Pipe 88	0.416
Pipe 89	0.008
Pipe 90	0.416
Pipe 91	0.038
Pipe 92	0.416
Pipe 93	0.021
Pipe 94	0.416
Pipe 95	0.033
Pipe 96	0.416
Pipe 97	0.016
Pipe 98	0.416
Pipe 99	0.022
Pipe 100	0.416
Pipe 101	0.01
Pipe 102	0.416
Pipe 103	2.57
Pipe 104	0.057
Pipe 105	0.416
Pipe 106	0.94
Pipe 107	0.032
Pipe 108	0.416
Pipe 109	0.022
Pipe 110	0.416
Pipe 111	0.018
Pipe 112	0.416
Pipe 113	0.281
Pipe 114	0.025
Pipe 115	0.416
Pipe 116	0.044
Pipe 117	0.416
Pipe 118	2.566
Pipe 119	0.028
Pipe 120	0.416
Pipe 121	0.02
Pipe 122	1.255
Pipe 123	1.103
Pipe 124	1.095
Pipe 125	0.027
Pipe 126	0.416

Pipe 127	0.4
Pipe 128	0.152
Pipe 129	0.517
Pipe 130	1.255
Pipe 131	1.261
Pipe 132	0.059
Pipe 133	0.416
Pipe 134	0.165
Pipe 135	0.041
Pipe 136	0.416
Pipe 137	0.436
Pipe 138	0.436
Pipe 139	1.096
Pipe 140	0.535
Pipe 141	0.998
Pipe 142	0.24
Pipe 143	0.033
Pipe 144	0.416
Pipe 145	0.415
Pipe 146	0.807
Pipe 147	0.416
Pipe 148	0.658
Pipe 149	1.194
Pipe 150	0.255
Pipe 151	0.013
Pipe 152	0.416
Pipe 153	1.208
Pipe 154	1.338
Pipe 155	0.542
Pipe 156	1.152
Pipe 157	1.151
Pipe 158	0.792
Pipe 159	0.585
Pipe 160	1.163
Pipe 161	0.022
Pipe 162	0.416
Pipe 163	1.058
Pipe 164	0.215
Pipe 165	0.23
Pipe 166	0.212
Pipe 167	0.667
Pipe 168	0.091
Pipe 169	0.327
Pipe 170	0.03

Pipe 171	1.787
Pipe 172	0.016
Pipe 173	1.011
Pipe 174	0.271
Pipe 175	0.394
Pipe 176	0.763
Pipe 177	0.97
Pipe 178	0.401
Pipe 179	1.138
Pipe 180	0.366
Pipe 181	0.58
Pipe 182	0.304
Pipe 183	0.625
Pipe 184	0.288
Pipe 185	0.022
Pipe 186	2.616
Pipe 187	0.07
Pipe 188	0.416
Total	130.086
Pipa Conduit 21mm Kotak Kontak	
Pipe 1	3.46
Conduit Fiting Elbow	134 buah
Tee Conduit Fitting	38 buah
Cross Conduit High Impact	1 buah

Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1) (2)		
No.	Nama Item	Volume (m')
	Pipa Conduit 21mm Penerangan	
	Pipe 1	0.076
	Pipe 2	0.288
	Pipe 3	0.418
	Pipe 4	0.721
	Pipe 5	0.86
	Pipe 6	0.122
	Pipe 7	0.029
	Pipe 8	0.058
	Pipe 9	1.098
	Pipe 10	0.153
	Pipe 11	0.058
	Pipe 12	1.059
	Pipe 13	0.101
	Pipe 14	0.089

Pipe 15	1.072
Pipe 16	1.285
Pipe 17	0.447
Pipe 18	0.243
Pipe 19	0.821
Pipe 20	0.348
Pipe 21	0.304
Pipe 22	0.299
Pipe 23	0.273
Pipe 24	0.143
Pipe 25	0.796
Pipe 26	0.136
Pipe 27	0.218
Pipe 28	1.198
Pipe 29	0.148
Pipe 30	0.076
Total	12.937
Pipa Conduit 21mm Kotak Kontak	
Pipe 2	1.916
Pipe 3	1.897
Pipe 4	1.897
Pipe 5	1.897
Pipe 6	1.897
Pipe 7	1.897
Pipe 8	1.897
Pipe 9	1.897
Pipe 10	1.897
Pipe 11	1.897
Pipe 12	1.897
Pipe 13	1.897
Pipe 14	1.897
Pipe 15	1.897
Pipe 16	1.897
Pipe 17	1.897
Pipe 18	1.897
Pipe 19	1.897
Pipe 20	1.897
Pipe 21	1.897
Pipe 22	1.897
Pipe 23	1.896
Pipe 24	1.897
Pipe 25	1.897
Pipe 26	1.897

Pipe 27	1.897
Pipe 28	1.897
Pipe 29	1.897
Pipe 30	1.897
Pipe 31	1.897
Pipe 32	1.896
Pipe 33	1.897
Pipe 34	1.897
Pipe 35	1.896
Pipe 36	1.896
Pipe 37	1.897
Pipe 38	1.897
Pipe 39	1.897
Pipe 40	1.897
Pipe 41	1.897
Pipe 42	1.897
Pipe 43	1.897
Pipe 44	1.897
Pipe 45	1.897
Pipe 46	1.942
Total	87.322
Conduit Fiting Elbow	46 buah

Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2)		
No.	Nama Item	Volume (m')
Pipa Conduit 21mm Penerangan		
Pipe 1		0.477
Pipe 2		0.236
Pipe 3		0.283
Pipe 4		1.345
Pipe 5		1.176
Pipe 6		0.112
Pipe 7		1.888
Pipe 8		1.349
Pipe 9		1.116
Pipe 10		0.916
Pipe 11		0.364
Pipe 12		1.507
Pipe 13		1.136
Pipe 14		0.796
Pipe 15		0.152
Pipe 16		0.152

Pipe 17	1.342
Pipe 18	1.313
Pipe 19	0.038
Pipe 20	1.44
Pipe 21	0.188
Pipe 22	0.3
Pipe 23	0.535
Pipe 24	1.405
Pipe 25	0.172
Pipe 26	1.429
Pipe 27	0.239
Pipe 28	1.484
Pipe 29	0.196
Pipe 30	1.016
Pipe 31	0.049
Pipe 32	0.625
Pipe 33	1.376
Pipe 34	0.03
Pipe 35	0.285
Pipe 36	0.164
Pipe 37	1.745
Pipe 38	1.1
Pipe 39	0.445
Pipe 40	0.498
Pipe 41	0.322
Pipe 42	3.21
Pipe 43	1.418
Pipe 44	0.289
Pipe 45	4.164
Pipe 46	0.146
Pipe 47	2.065
Pipe 48	0.397
Pipe 49	0.576
Pipe 50	0.221
Pipe 51	1.69
Pipe 52	1.016
Pipe 53	0.223
Pipe 54	0.188
Pipe 55	0.5
Pipe 56	3.456
Pipe 57	0.728
Pipe 58	0.443
Pipe 59	0.191
Pipe 60	0.896

Pipe 61	0.658
Pipe 62	0.794
Pipe 63	0.738
Pipe 64	0.245
Pipe 65	3.436
Pipe 66	0.598
Pipe 67	0.758
Pipe 68	0.858
Pipe 69	1.076
Pipe 70	1.769
Pipe 71	2.782
Pipe 72	0.076
Pipe 73	2.27
Pipe 74	3.46
Pipe 75	0.618
Pipe 76	0.079
Pipe 77	0.008
Pipe 78	0.038
Pipe 79	0.021
Pipe 80	0.033
Pipe 81	0.016
Pipe 82	0.022
Pipe 83	0.01
Pipe 84	2.57
Pipe 85	0.057
Pipe 86	0.032
Pipe 87	0.022
Pipe 88	0.018
Pipe 89	0.281
Pipe 90	0.025
Pipe 91	0.044
Pipe 92	2.566
Pipe 93	0.028
Pipe 94	0.02
Pipe 95	1.255
Pipe 96	1.103
Pipe 97	1.095
Pipe 98	0.027
Pipe 99	0.4
Pipe 100	0.152
Pipe 101	0.517
Pipe 102	1.255
Pipe 103	1.261
Pipe 104	0.059

Pipe 105	0.041
Pipe 106	0.165
Pipe 107	0.436
Pipe 108	0.436
Pipe 109	1.096
Pipe 110	0.535
Pipe 111	0.998
Pipe 112	0.033
Pipe 113	0.24
Pipe 114	0.415
Pipe 115	0.807
Pipe 116	0.416
Pipe 117	0.658
Pipe 118	1.194
Pipe 119	0.255
Pipe 120	0.013
Pipe 121	1.208
Pipe 122	1.338
Pipe 123	0.542
Pipe 124	1.152
Pipe 125	1.151
Pipe 126	0.792
Pipe 127	0.585
Pipe 128	1.163
Pipe 129	0.022
Pipe 130	1.058
Pipe 131	0.215
Pipe 132	-0.23
Pipe 133	0.212
Pipe 134	0.667
Pipe 135	0.091
Pipe 136	0.327
Pipe 137	0.03
Pipe 138	1.787
Pipe 139	0.016
Pipe 140	1.011
Pipe 141	0.271
Pipe 142	0.394
Pipe 143	0.763
Pipe 144	0.97
Pipe 145	0.401
Pipe 146	1.138
Pipe 147	0.366
Pipe 148	0.58

Pipe 149	0.304
Pipe 150	0.625
Pipe 151	0.288
Pipe 152	2.616
Pipe 153	0.022
Pipe 154	0.07
Pipe 155	0.463
Pipe 156	0.463
Pipe 157	0.437
Pipe 158	0.437
Pipe 159	0.438
Pipe 160	0.558
Pipe 161	0.457
Pipe 162	0.257
Pipe 163	0.457
Pipe 164	0.416
Pipe 165	0.416
Pipe 166	0.416
Pipe 167	0.416
Pipe 168	0.416
Pipe 169	0.416
Pipe 170	0.416
Pipe 171	0.416
Pipe 172	0.416
Pipe 173	0.416
Pipe 174	0.416
Pipe 175	0.416
Pipe 176	0.416
Pipe 177	0.416
Pipe 178	0.416
Pipe 179	0.416
Pipe 180	0.416
Pipe 181	0.416
Pipe 182	0.416
Pipe 183	0.416
Pipe 184	0.416
Pipe 185	0.416
Total	128.97
Conduit Fiting Elbow	132
Tee Conduit Fitting	371
Cross Conduit High Impact	1

Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel
3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2) (2)

No.	Nama Item	Volume (m')
	Pipa Conduit 21mm Penerangan	
	Pipe 1	0.076
	Pipe 2	0.076
	Pipe 3	0.076
	Pipe 4	0.076
	Pipe 5	0.076
	Pipe 6	0.076
	Pipe 7	0.076
	Pipe 8	0.076
	Pipe 9	0.076
	Pipe 10	0.076
	Pipe 11	0.076
	Pipe 12	0.076
	Pipe 13	0.076
	Pipe 14	0.076
	Pipe 15	0.076
	Pipe 16	0.076
	Pipe 17	0.288
	Pipe 18	0.418
	Pipe 19	0.721
	Pipe 20	0.86
	Pipe 21	0.122
	Pipe 22	0.029
	Pipe 23	0.058
	Pipe 24	1.098
	Pipe 25	0.153
	Pipe 26	0.058
	Pipe 27	1.059
	Pipe 28	0.101
	Pipe 29	0.089
	Pipe 30	1.072
	Pipe 31	1.285
	Pipe 32	0.447
	Pipe 33	0.243
	Pipe 34	0.821
	Pipe 35	0.348
	Pipe 36	0.304
	Pipe 37	0.299
	Pipe 38	0.273
	Pipe 39	0.143
	Pipe 40	0.796

Pipe 41	0.136
Pipe 42	0.218
Pipe 43	1.198
Pipe 44	0.076
Pipe 45	0.076
Total	14.005
Pipa Conduit 21mm Kotak Kontak	
Pipe 1	1.897
Pipe 2	1.916
Pipe 3	1.151
Pipe 4	1.897
Pipe 5	1.897
Pipe 6	1.897
Pipe 7	1.897
Pipe 8	1.897
Pipe 9	1.897
Pipe 10	1.897
Pipe 11	1.897
Pipe 12	1.897
Pipe 13	1.897
Pipe 14	1.897
Pipe 15	1.897
Pipe 16	1.897
Pipe 17	1.897
Pipe 18	1.897
Pipe 19	1.897
Pipe 20	1.897
Pipe 21	1.897
Pipe 22	1.897
Pipe 23	1.897
Pipe 24	1.896
Pipe 25	1.897
Pipe 26	1.897
Pipe 27	1.897
Pipe 28	1.897
Pipe 29	1.897
Pipe 30	1.897
Pipe 31	1.897
Pipe 32	1.897
Pipe 33	1.896
Pipe 34	1.897
Pipe 35	1.897
Pipe 36	1.896
Pipe 37	1.896

Pipe 38	1.897
Pipe 39	1.897
Pipe 40	1.897
Pipe 41	1.897
Pipe 42	1.897
Pipe 43	1.897
Pipe 44	1.897
Pipe 45	1.897
Pipe 46	1.897
Pipe 47	1.942
Total	88.473
Conduit Fiting Elbow	45 buah

No.	Nama Item	Volume (buah)
XI	Pekerjaan Aksesoris Lt.1	
	Pekerjaan aksesoris elektrik Lt.1	
	Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.1)	28
	Pemasangan Stopkontak (lt.1)	14
	Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.1)	33
	Pemasangan KWH Listrik (lt.1)	15
	Pemasangan MCB Box (lt.1)	1
XII	Pekerjaan Aksesoris Lt.2	
	Pekerjaan aksesoris elektrik Lt.2	
	Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.2)	27
	Pemasangan Stopkontak (lt.2)	14
	Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.2)	33
	Pemasangan KWH Listrik (lt.2)	14
	Pemasangan MCB Box (lt.2)	1

Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.1)		
No.	Nama Item	Volume (m')
1	Rucika PVC Kelas AW 4" (Air Kotor)	
	Pipe 1	1.558
	Pipe 2	0.043
	Pipe 3	3.429
	Pipe 4	0.234
	Pipe 5	0.035
	Pipe 6	0.094
	Pipe 7	0.077
	Pipe 8	2.041
	Pipe 9	0.047
	Pipe 10	1.276
	Pipe 11	0.043
	Pipe 12	0.952
	Pipe 13	3.626
	Pipe 14	7.309
	Pipe 15	0.023
	Pipe 16	1.232
	Pipe 17	0.076
	Pipe 18	0.066
	Pipe 19	0.043
	Pipe 20	0.043
	Pipe 21	3.471
	Pipe 22	0.248
	Pipe 23	0.066
	Pipe 24	1.869
	Pipe 25	0.043
	Pipe 26	2.671
	Pipe 27	0.156
	Pipe 28	0.066
	Pipe 29	0.219
	Pipe 30	0.066
	Pipe 31	0.017
	Pipe 32	1.2
	Pipe 33	0.043
	Pipe 34	1.602
	Pipe 35	0.239
	Pipe 36	2.199
	Pipe 37	0.24
	Pipe 38	1.353
	Pipe 39	0.043
	Pipe 40	2.031
	Pipe 41	0.005

Pipe 42	0.005
Pipe 43	2.041
Pipe 44	5.008
Pipe 45	0.043
Pipe 46	2.031
Pipe 47	0.005
Pipe 48	2.041
Pipe 49	0.005
Pipe 50	0.043
Pipe 51	0.971
Pipe 52	5.836
Pipe 53	0.066
Pipe 54	1.371
Pipe 55	0.043
Pipe 56	1.214
Pipe 57	4.563
Pipe 58	0.846
Pipe 59	3.512
Pipe 60	3.88
Pipe 61	2.919
Pipe 62	1.857
Pipe 63	3.451
Pipe 64	0.138
Pipe 65	3.163
Pipe 66	0.335
Pipe 67	0.219
Total Volume Pipa	85.7
2 Pipa PVC kelas AW dia. 80 atau 3"	
Pipe 1	0.032
Pipe 2	0.032
Pipe 3	0.032
Pipe 4	0.032
Pipe 5	0.032
Pipe 6	0.032
Pipe 7	0.032
Total Volume Pipa	0.224
3 Pipa PVC kelas AW dia. 50 mm atau 2"	
Pipe 1	2.185
Pipe 2	0.915
Total Volume Pipa	3.1
Rucika Elbow 1 1/4" (Air Van)	1 buah
Rucika Elbow 2" (Air Kotor) Tipe AW	3 buah
Rucika Elbow 3" (Air Kotor)	10 buah
Rucika Elbow 4" (Air Kotor)	40 buah
Rucika Reducer Pipa 4"-2"	2 buah
Rucika Reducer Pipa 4"-3"	12 buah
Rucika Tee 4" (Air Kotor) Kelas AW	9 buah
M_Plug - PVC - Sch 40 - DWV	2 buah

Instalasi Air Hujan (lt.1)		
No.	Nama Item	Volume (m')
1	Rucika PVC Kelas AW 4" (Air Hujan)	11.113
	Pipe 1	5.907
	Pipe 2	5.206
2	Rucika PVC Kelas AW 3" (Air Hujan)	13.16
	Pipe 1	0.145
	Pipe 2	0.145
	Pipe 3	4.981
	Pipe 4	0.145
	Pipe 5	1.352
	Pipe 6	1.374
	Pipe 7	5.018
	Total Volume Pipa	24.273
3	M Transition - Welded - Generic	3 buah
4	Rucika Reducer Pipa 4"	2 buah
5	Rucika Reducer Pipa 3"	3 buah
6	Rucika ElbowWelded 3"	1 buah

Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.2)		
No.	Nama Item	Volume (m')
1	Pipa PVC kelas AW dia. 100 atau 4"	
	Pipe 1	0.006
	Pipe 2	0.016
	Pipe 3	2.912
	Pipe 4	2.855
	Pipe 5	3.113
	Pipe 6	0.041
	Pipe 7	0.016
	Pipe 8	0.057
	Pipe 9	3.394
	Pipe 10	2.904
	Pipe 11	0.057
	Pipe 12	0.016
	Pipe 13	0.016
	Pipe 14	0.259
	Pipe 15	1.905
	Pipe 16	0.037
	Pipe 17	0.016
	Pipe 18	1.945
	Pipe 19	0.296
	Pipe 20	0.636
	Pipe 21	0.534
	Pipe 22	0.387
	Pipe 23	0.057
	Pipe 24	0.097
	Pipe 25	2.005

	Pipe 26	0.193
	Pipe 27	0.097
	Pipe 28	0.016
	Pipe 29	0.175
	Pipe 30	2.005
	Pipe 31	0.558
	Pipe 32	0.583
	Pipe 33	3.062
	Pipe 34	0.187
	Total	30.453
2	Pipa PVC kelas AW dia. 80 atau 3"	
	Pipe 1	0.132
	Pipe 2	0.132
	Pipe 3	0.132
	Pipe 4	0.132
	Total	0.528
3	Pipa PVC kelas AW dia. 50 mm atau 2"	
	Pipe 1	0.16
4	Rucika PVC Kelas AW 1 1/4" (Air Van)	
	Pipe 1	0.114
	Pipe 2	0.154
	Pipe 3	0.16
	Pipe 4	0.16
	Pipe 5	0.171
	Pipe 6	0.197
	Pipe 7	0.249
	Pipe 8	0.294
	Pipe 9	0.328
	Pipe 10	0.334
	Pipe 11	0.589
	Pipe 12	0.994
	Pipe 13	0.994
	Pipe 14	1.034
	Pipe 15	4.947
	Total	10.719
	Standard	1 buah
	Rucika Elbow 4" (Air Kotor)	15 buah
	Rucika Elbow 3" (Air Kotor)	11 buah
	Rucika Elbow 2" (Air Kotor) Tipe AW	1 buah
	Rucika Elbow 2" (Air Kotor) Tipe D	8 buah
	Rucika Tee 4" (Air Kotor) Kelas AW	4 buah
	Rucika Tee 2" (Air Kotor kelas D)	4 buah
	Rucika Reducer Pipa 4"-3"	9 buah
	Rucika Reducer Pipa 3"-2"	5 buah

Instalasi Air Bersih (It.1)		
No.	Nama Item	Volume (m')
1	Rucika PVC Kelas AW 1/2" (Air Bersih)	
	Pipe 1	0.009
	Pipe 2	0.012
	Pipe 3	0.012
	Pipe 4	0.012
	Pipe 5	0.012
	Pipe 6	0.012
	Pipe 7	0.012
	Pipe 8	0.012
	Pipe 9	0.038
	Pipe 10	0.039
	Pipe 11	0.048
	Pipe 12	0.486
	Pipe 13	0.626
	Pipe 14	0.67
	Pipe 15	0.69
	Pipe 16	0.705
	Pipe 17	0.723
	Pipe 18	0.723
	Pipe 19	0.906
	Pipe 20	1.365
	Pipe 21	1.365
	Pipe 22	2.181
	Pipe 23	2.202
	Pipe 24	2.916
	Pipe 25	3.153
	Pipe 26	7.153
	Total	26.082
	Rucika Elbow 1/2" (Air Bersih)	16 buah
	Rucika Tee 1/2" (Air Bersih) kelas AW	6 buah
	Rucika Reducer Pipa 3/4"-1/2"	7 buah

Instalasi Air Hujan (atap)		
No.	Nama Item	Volume (m')
	Rucika PVC Kelas AW 3" (Air Hujan)	
	Pipe 1	0.02
	Pipe 2	0.02
	Pipe 3	0.02
	Pipe 4	0.023
	Pipe 5	0.023
	Pipe 6	0.023
	Pipe 7	0.023
	Pipe 8	0.023
	Pipe 9	0.023
	Total	0.198

Rucika PVC Kelas AW 4" (Air Hujan)	
Pipe 1	0.02
Pipe 2	6.96
Pipe 3	6.96
Pipe 4	0.015
Pipe 5	0.015
Pipe 6	1.623
Pipe 7	1.628
Pipe 8	1.773
Pipe 9	1.773
Pipe 10	2.218
Pipe 11	2.267
Pipe 12	2.539
Pipe 13	2.539
Pipe 14	3.436
Pipe 15	3.506
Total	37.272
Rucika Elbow 4" (Air Hujan)	2 buah
ELBOW WELDED RUCIKA 3"	8 buah
TEE WELDED RUCIKA 3" AW	4 buah
Rucika Reducer Pipa 3/4"-1/2"	1 buah
TRANSITION REDUCE WELDED RUCIKA 4"-3"	15 buah
TEE WELDED RUCIKA 4" AW	2 buah

Instalasi Air Bersih (lt.2)		
No.	Nama Item	Volume (m')
Rucika PVC Kelas AW 1/2" (Air Bersih)		
Pipe 1		0.012
Pipe 2		0.012
Pipe 3		0.012
Pipe 4		0.012
Pipe 5		0.012
Pipe 6		0.029
Pipe 7		0.048
Pipe 8		0.67
Pipe 9		0.69
Pipe 10		0.708
Pipe 11		0.723
Pipe 12		1.365
Pipe 13		1.365
Pipe 14		2.181
Pipe 15		2.202
Pipe 16		2.906
Pipe 17		3.153
Pipe 18		3.306
Pipe 19		3.306
Pipe 20		0.038
Total		22.75
Rucika Tee 1/2" (Air Bersih) kelas AW		2
Rucika Elbow 1/2" (Air Bersih)		7
Rucika Reducer Pipa 3/4"-1/2"		6

No.	Nama Item	Volume (buah)
XI 1	Pekerjaan Aksesoris Lt.1 Pekerjaan aksesoris plambing Lt.1 Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.1) Pemasangan floor drain (lt.1) pemasangan closet jongkok porselen (lt.1) Pemasangan bak zink (lt.1)	7 10 7 1
XII 1	Pekerjaan Aksesoris Lt.2 Pekerjaan aksesoris plambing Lt.2 Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.2) Pemasangan floor drain (lt.2) pemasangan closet jongkok porselen (lt.2)	6 6 6
XIII	Pekerjaan Aksesoris Lt.3 Pekerjaan aksesoris plambing Atap Pemasangan Roof drain Pekerjaan pemasangan water toren	10 1

Lampiran 6. Dokumen Wawancara Dengan Stalkholders Proyek

Wawancara Penentuan Urutan Kerja Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing

Lokasi Wawancara : Lineal Coffe & Coworking Space

Waktu Wawancara : 26 Januari 2021, 11:00 - 02:00 WIB

Narasumber : Rouisul Umam, Aditya Kurnia Nugraha, S.T. ,Fatur Rachman Hidayat, S.T. dan Nurhalim, S.T.

Perusahaan : Nuansa Studio24

Pekerjaan : Pimpinan Proyek, Perencana dan Pelaksana pada ProyeK Pembangunan Proyek Kos 2 Lantai

No.	Narasumber	Pertanyaan	Jawaban
1	Rouisul Umam	Siapakah yang mengetahui dengan jelas urutan kerja dalam pekerjaan elektrikal dan plumbing dalam proyek ini dalam perencanaannya	Yang mengetahui dengan jelas urutan kerjanya yaitu saudara Aditya Kurnia Nugraha, S.T. , Fatur Rachman Hidayat, S.T dan Nurhalim, S.T.
2	Rouisul Umam	Dengan Siapa saya bisa mengetahui rencana jadwal pada pekerjaan elektrikal dan plumbing pada proyek ini	Anda bisa bertanya dengan saudara Nurhalim, S.T. mengenai rencana jadwal pada proyek ini.
3	Rouisul Umam	Bolehkah saya mengetahui kelompok pekerja yang digunakan pada pekerjaan elektrikal dan plumbing serta jumlah tenaga kerja digunakan.	Dalam pekerjaan elektrikal dan plumbing digunakan tengara kerja oleh borongan sehingga digunakan tenaga kerja ahli dalam pekerjaan tersebut. Jumlah pekerja maksimal perhari yang digunakan adalah 4 orang.

Wawancara Penentuan Urutan Kerja Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing

Lokasi Wawancara : Lineal Coffe & Coworking Space

Waktu Wawancara : 26 Januari 2021, 11:00 - 02:00 WIB

Narasumber : Rouisul Umam, Aditya Kurnia Nugraha, S.T. ,Fatur Rachman Hidayat, S.T. dan Nurhalim, S.T.

Perusahaan : Nuansa Studio24

Pekerjaan : Pimpinan Proyek, Perencana dan Pelaksana pada Proyek Pembangunan Proyek Kos 2 Lantai

No.	Narasumber	Pertanyaan	Jawaban
4	Aditya Kurnia Nugraha, S.T.	Bolehkah saya mengetahui letak urutan kerja pada pekerjaan plumbing dalam proyek ini.	Urutan kerja pada pekerjaan plumbing dan plumbing dipengaruhi oleh pekerjaan struktural dan arsitekturalnya agar dapat dikerjakan dengan benar. (hasil urutan kerja yang benar dapat dilihat pada Tabel 5.1)
5	Aditya Kurnia Nugraha, S.T.	Bolehkah saya mengetahui rencana penggunaan pekerja pada tiap pekerjaan plumbing	Jumlah pekerja yang digunakan untuk tiap aktivitas diatur sesuai kebutuhannya, sehingga dapat menyelesaikan pekerjaan menjadi lebih cepat (hasil penetapan pekerja dapat dilihat pada Lampiran 9.)
6	Fatur Rachman Hidayat, S.T.	Bolehkah saya mengetahui letak urutan kerja pada pekerjaan elektrikal dalam proyek ini.	Urutan kerja pada pekerjaan elektrikal dan plumbing dipengaruhi oleh pekerjaan struktural dan arsitekturalnya agar dapat dikerjakan dengan benar. (hasil urutan kerja yang benar dapat dilihat pada Tabel 5.1)
7	Fatur Rachman Hidayat, S.T.	Bolehkah saya mengetahui rencana penggunaan pekerja pada tiap pekerjaan elektrikal	Jumlah pekerja yang digunakan untuk tiap aktivitas diatur sesuai kebutuhannya, sehingga dapat menyelesaikan pekerjaan menjadi lebih cepat (hasil penetapan pekerja dapat dilihat pada Lampiran 9.)

Wawancara Penentuan Urutan Kerja Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing

Lokasi Wawancara : Lineal Coffe & Coworking Space

Waktu Wawancara : 26 Januari 2021, 11:00 - 02:00 WIB

Narasumber : Rouisul Umam, Aditya Kurnia Nugraha, S.T. ,Fatur Rachman Hidayat, S.T. dan Nurhalim, S.T.

Perusahaan : Nuansa Studio24

Pekerjaan : Pimpinan Proyek, Perencana dan Pelaksana pada ProyeK Pembangunan Proyek Kos 2 Lantai

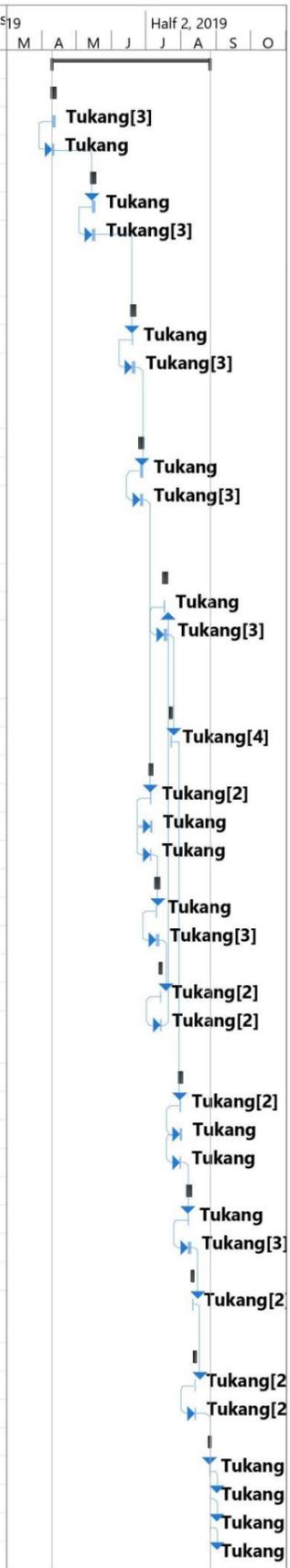
No.	Narasumber	Pertanyaan	Jawaban
8	Nurhalim, S.T.	Bolehkah saya mengetahui bagaimana anda dalam menetapkan durasi pada tiap pekerjaan elektrikal dan plumbing.	Dalam penetapan durasi tiap pekerjaan elektrikal dan plumbingnya saya menggunakan metode pengalaman sehingga durasi tiap pekerjaan tersebut merupakan hasil diskusi terhadap ahli dalam pekerjaan tersebut.
8	Nurhalim, S.T.	Bolehkah saya mengetahui bagaimana anda menetapkan urutan pekerjaan pada pekerjaan elektrikal dan plumbing dalam proyek ini.	Dalam penentuannya saya urutkan berdasarkan pengetahuan saya dan disesuaikan dengan pekerjaan struktural serta arsitekturalnya.

Lampiran 7.Detail Kelompok Pekerja Pada Pekerjaan Elektrikal dan Plambing

No	task Name	Jumlah	Jenis
A.	Pekerjaan Elektrikal Dan Plambing		
I	Pekerjaan Instalasi Pipa PVC + Fitting Lt.1 Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.1) Instalasi Air Hujan (lt.1)	3 1	Tukang Tukang
II	Pekerjaan Instalasi Pipa PVC + Fitting Lt.2 Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.2)	1	Tukang
III	Pekerjaan Conduits and Cable Lt.1 Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1)	3	Tukang
IV	Pekerjaan Instalasi Pipa PVC + Fitting Lt.1 (2) Instalasi Air Bersih (lt.1)	1	Tukang
V	Pekerjaan Conduits and Cable Lt.1 (2) Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1) (2)	3	Tukang
VI	Pekerjaan Instalasi Pipa PVC + Fitting Atap Instalasi Air Hujan (atap)	2	Tukang
VII	Pekerjaan Conduits and Cable Lt.2 Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2)	2	Tukang
VII I	Pekerjaan Instalasi Pipa PVC + Fitting Lt.2 (2) Instalasi Air Bersih (lt.2)	1	Tukang
IX	Pekerjaan Conduits and Cable Lt.2 (2) Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2) (2)	4	Tukang
X	Pekerjaan Instalasi Pipa PVC + Fitting atap (2) Instalasi Air Bersih (atap)	2	Tukang
XI	Pekerjaan Aksesoris Lt.1		
1	Pekerjaan aksesoris plambing Lt.1 Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.1) Pemasangan floor drain (lt.1) pemasangan closet jongkok porselen (lt.1) Pemasangan bak zink (lt.1)	2 1 3 2	Tukang Tukang Tukang Tukang
2	Pekerjaan aksesoris elektrikal Lt.1 Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.1) Pemasangan Stopkontak (lt.1) Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.1) Pemasangan KWH Listrik (lt.1) Pemasangan MCB Box (lt.1)	1 1 2 1 1	Tukang Tukang Tukang Tukang
XII	Pekerjaan Aksesoris Lt.2		
1	Pekerjaan aksesoris plambing Lt.2 Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.2) Pemasangan floor drain (lt.2) pemasangan closet jongkok porselen (lt.2)	2 1 3	Tukang Tukang Tukang
2	Pekerjaan aksesoris elektrikal Lt.2 Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.2) Pemasangan Stopkontak (lt.2) Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.2) Pemasangan KWH Listrik (lt.2) Pemasangan MCB Box (lt.2)	1 1 2 1 1	Tukang Tukang Tukang Tukang
XII I	Pekerjaan Aksesoris Lt.3		
	Pekerjaan aksesoris plambing Atap Pemasangan Roof drain Pekerjaan pemasangan water toren	2 2	Tukang Tukang

Lampiran 8. Dokumen Penjadwalan dalam *Software Ms. Project*

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessor	Half 2, 2019
							M A M J J A S O
1		Pekerjaan Elektrikal Dan Plambing	30.64 days	Wed 4/10/19	Mon 8/26/19		
2		Pekerjaan MEP 1	3 days	Wed 4/10/19	Fri 4/12/19		
3		Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.1)	3 days	Wed 4/10/19	Fri 4/12/19		
4		Instalasi Air Hujan (lt.1)	2 days	Wed 4/10/19	Thu 4/11/19	3SS	
5		Pekerjaan MEP 2	3 days	Wed 5/15/19	Fri 5/17/19		
6		Instalasi Air Bekas, Kotor, dan Vent (lt.2)	3 days	Wed 5/15/19	Fri 5/17/19	4	
7		Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1)	3 days	Wed 5/15/19	Fri 5/17/19	6SS	
8		Pekerjaan MEP 3	3 days	Wed 6/19/19	Fri 6/21/19		
9		Instalasi Air Bersih (lt.1)	1 day	Wed 6/19/19	Wed 6/19/19	7	
10		Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.1) (2)	3 days	Wed 6/19/19	Fri 6/21/19	9SS	
11		Pekerjaan MEP 4	3 days	Wed 6/26/19	Fri 6/28/19		
12		Instalasi Air Hujan (atap)	3 days	Wed 6/26/19	Fri 6/28/19	10	
13		Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2)	3 days	Wed 6/26/19	Fri 6/28/19	12SS	
14		Pekerjaan MEP 5	3 days	Wed 7/17/19	Fri 7/19/19		
15		Instalasi Air Bersih (lt.2)	1 day	Wed 7/17/19	Wed 7/17/19	28	
16		Instalasi listrik penerangan dan stopkontak dengan spek kabel 3x1x2.5 mm dalam high impact conduit dia.20 mm (lt.2) (2)	3 days	Wed 7/17/19	Fri 7/19/19	15SS	
17		Pekerjaan MEP 6	1 day	Tue 7/23/19	Tue 7/23/19		
18		Instalasi Air Bersih (atap)	1 day	Tue 7/23/19	Tue 7/23/19	16	
19		Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (1)	2 days	Fri 7/5/19	Sat 7/6/19		
20		Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.1)	1 day	Fri 7/5/19	Fri 7/5/19	13	
21		Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.1)	2 days	Fri 7/5/19	Sat 7/6/19	20SS	
22		Pemasangan Stopkontak (lt.1)	1 day	Fri 7/5/19	Fri 7/5/19	21SS	
23		Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (2)	3 days	Wed 7/10/19	Fri 7/12/19		
24		Pemasangan floor drain (lt.1)	1 day	Wed 7/10/19	Wed 7/10/19	22	
25		pemasangan closet jongkok porselen (lt.1)	3 days	Wed 7/10/19	Fri 7/12/19	24SS	
26		Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.1 (3)	1 day	Sun 7/14/19	Sun 7/14/19		
27		Pemasangan bak zink (lt.1)	0.1 days	Sun 7/14/19	Sun 7/14/19	25	
28		Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.1)	1 day	Sun 7/14/19	Sun 7/14/19	27SS	
29		Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (1)	2 days	Wed 7/31/19	Thu 8/1/19		
30		Pemasangan kran 1/2" dan 3/4" (lt.2)	1 day	Wed 7/31/19	Wed 7/31/19	18	
31		Pemasangan Saklar Tunggal dan Ganda (lt.2)	2 days	Wed 7/31/19	Thu 8/1/19	30SS	
32		Pemasangan Stopkontak (lt.2)	1 day	Wed 7/31/19	Wed 7/31/19	31SS	
33		Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (2)	3 days	Wed 8/7/19	Fri 8/9/19		
34		Pemasangan floor drain (lt.2)	1 day	Wed 8/7/19	Wed 8/7/19	32	
35		pemasangan closet jongkok porselen (lt.2)	3 days	Wed 8/7/19	Fri 8/9/19	34SS	
36		Pekerjaan Aksesoris MEP Lt.2 (3)	1 day	Sun 8/11/19	Sun 8/11/19		
37		Pemasangan lampu downlight termasuk bohlam 7 watt ex philips (lt.2)	1 day	Sun 8/11/19	Sun 8/11/19	35	
38		Pekerjaan Aksesoris MEP Atap	1 day	Tue 8/13/19	Tue 8/13/19		
39		Pemasangan Roof drain	0.4 days	Tue 8/13/19	Tue 8/13/19	37	
40		Pekerjaan pemasangan water toren	1 day	Tue 8/13/19	Tue 8/13/19	39SS	
41		Pekerjaan KWH Listrik dan MCB Box	0.64 days	Mon 8/26/19	Mon 8/26/19		
42		Pemasangan KWH Listrik (lt.1)	0.3 days	Mon 8/26/19	Mon 8/26/19	40	
43		Pemasangan MCB Box (lt.1)	0.02 days	Mon 8/26/19	Mon 8/26/19	42	
44		Pemasangan KWH Listrik (lt.2)	0.3 days	Mon 8/26/19	Mon 8/26/19	43	
45		Pemasangan MCB Box (lt.2)	0.02 days	Mon 8/26/19	Mon 8/26/19	44	



Project: REVISI JADWAL 1
Date: Wed 4/7/21

Task		Inactive Summary		External Tasks	
Split		Manual Task		External Milestone	
Milestone		Duration-only		Deadline	
Summary		Manual Summary Rollup		Progress	
Project Summary		Manual Summary		Manual Progress	
Inactive Task		Start-only			
Inactive Milestone		Finish-only			

Lampiran 9. Dokumen 4D Scheduling Simulation Images

