

TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI KONSEP *BUILDING INFORMATION MODELLING* (BIM) DALAM ESTIMASI *QUANTITY TAKE OFF* MATERIAL PEKERJAAN PLUMBING

(*IMPLEMENTATION THE CONCEPT OF BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) IN QUANTITY TAKE OFF PLUMBING JOB MATERIAL ESTIMATION*)

(Studi Kasus Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai Sapen, Gondokusuman, DIY)

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



Aditya Kurnia Nugraha

15511041

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI KONSEP *BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)* DALAM ESTIMASI *QUANTITY TAKE OFF* MATERIAL PEKERJAAN PLUMBING
(IMPLEMENTATION THE CONCEPT OF BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) IN QUANTITY TAKE OFF PLUMBING JOB MATERIAL ESTIMATION)

Disusun oleh

Aditya Kurnia Nugraha

15511041

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

Diuji pada tanggal 03 Februari 2020

Oleh Dewan Penguji



Pembimbing

Penguji I

Penguji II

Vendie Abma, S.T., M.T
NIK: 155111310

Adityawan Sigit, S.T., M.T
NIK: 155110108

Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D.
NIK: 005110101

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik

Dr. Ir. Sri Amini Yuni A, M.

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, 03 Februari 2020

Yang membuat pernyataan,



Aditya Kurnia Nugraha

15511041

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena atas ijin-Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Implementasi Konsep *Building Information Modelling (BIM)* Dalam Estimasi *Quantity Take Off* Material Pekerjaan 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:

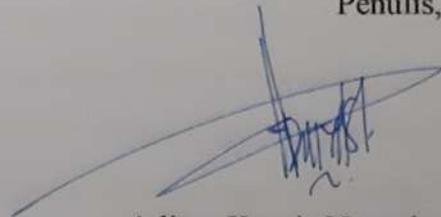
1. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Vendie Abma, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan memberikan tambahan ilmu dengan saran-saran yang membangun selama penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Rayendra, S.T., M.T. selaku dosen penguji sidang 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 pendadaran yang telah memberikan tambahan ilmu dengan saran-saran yang membangun selama penyusunan tugas akhir ini.

5. Ibu Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji sidang dan pendadaran yang telah memberikan tambahan ilmu dengan saran-saran yang membangun selama penyusunan tugas akhir ini.
6. 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.
7. Teman – teman yang telah senantiasa mendukung dalam penyelesaian Tugas Akhir.
8. 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, 03 Februari 2020

Penulis,



Aditya Kurnia Nugraha

15511041

Bismillahirrahmanirrahim

Dengan Rahmat Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang Dengan ini saya persembahkan karya ini untuk kedua orang tua saya Bapak Kemistanto Dan Ibu Nur Purwandari atas limpahan doa dan kasih sayang yang tak terhingga dan selalu memberikan yang terbaik serta dukungan bagi saya dalam menyusun tugas akhir ini.

Untuk kakak – kakak tercinta Arief Tyas Novianto dan Anna Dian Pratiwi terima kasih sudah mendukung dan menyemangati sampai akhirnya bisa menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih untuk seseorang yang begitu *special*, orang yang selalu memberikan waktu dan pikirannya walau hanya untuk sekedar *sharing* hal – hal kecil yang bisa membuat semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini kembali dan bertambah.

Untuk keluarga baru semua *member* dari “*Amerex Bledrex Suex*” terima kasih atas bantuan, doa, nasehat, hiburan, traktiran, sambatan, hujatan, hinaan, yang kalian berikan selama ini sehingga semangat dan keceriaan selalu bertambah.

Untuk rekan – rekan “Nuansa Studio24” Roisul Umam, Fatur Rachman Hidayat, Fany Fil Addin, Nurhalim, Chandra Kumara Yudhatama, Althaf Suwanda, Arief Satria Wibowo, Iqbabudi Aditama, Ahmad Hanif Wildansyah, Septian Ardhi Nugroho, Argha Prihandana, Neshia Yama, Salama Bentley yang telah menjadi rekan *side Job* untuk mengarungi dunia konstruksi dan mengajarkan arti kebersamaan, kekeluargaan, kerjasama tim yang begitu solid.

Semoga Allah SWT membalas jasa budi kalian dikemudian hari dan memberikan kemudahan dalam segala hal, Aamiin.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DEDIKASI	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
ABSTRAK	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Implementasi Konsep <i>Lean Construction</i>	5
2.2 Implementasi Konsep <i>Building Information Modelling (BIM)</i>	5
2.3 Implementasi <i>5D Building Information Modelling (BIM)</i>	6
2.4 Implementasi <i>Software Revit</i>	7
2.5 Perhitungan <i>Quantity Take Off</i> Material Plumbing	8
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	<i>Lean Construction</i>	15
3.4	<i>Building Information Modelling (BIM)</i>	18
3.4.1	<i>The Name in Building Information Modelling</i>	22
3.4.2	<i>Characteristics in the Building Information Modelling</i>	26
3.4.3	<i>Dimension and Maturity Level of Building Information Modelling</i>	26
3.4.4	Proses Pelaksanaan BIM Pada Lingkup <i>Project</i>	29
3.4.5	Implementasi BIM Pada Tahapan Konstruksi	30
3.4.6	<i>Standard Information of Building Information Modelling</i>	31
3.5	<i>Autodesk Revit</i>	34
3.6	Pekerjaan Sistem Instalasi Plumbing	38
3.6.1	Hal Umum Sistem Instalasi Plumbing	39
3.6.2	Jenis Pipa Pada Sistem Plumbing	40
3.6.3	Aksesoris Pipa Pada Sistem Plumbing	41
3.7	<i>Quantity Take Off Material</i>	43
3.7.2	Volume Pekerjaan	48
BAB IV METODE PENELITIAN		49
4.1	Waktu Dan Lokasi Penelitian	49
4.2	Objek Penelitian	49
4.3	Data Penelitian	49
4.4	Perangkat Lunak	50
4.5	Tahapan Penelitian	50
4.5.1	Studi Literatur	50
4.5.2	Pengumpulan Data	51
4.5.3	Input Data Dengan <i>Software Revit</i>	51
4.5.4	Pemodelan Dan Analisis Estimasi <i>Quantity Take Off Material</i>	51
4.6	Bagan Alir Penelitian	57
BAB V DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN		59
5.1	Data Penelitian	59
5.1.1	Informasi Data Proyek	59

5.1.2	<i>Detail Engineering Design</i> Proyek	59
5.1.3	Rencana Anggaran Biaya Proyek	60
5.2	Analisis Data	60
5.2.1	<i>Input</i> Spesifikasi Dan AHSP Kedalam Model 3D	60
5.2.2	Proses <i>Modelling (Authorizing)</i> Informasi Kedalam 3D	60
5.2.3	<i>Output Quantity Take Off Material</i> dari Software <i>RevitMEP 2016</i> dan Software Pendukung	72
5.3	Pembahasan	80
5.3.1	Perbedaan Hasil <i>Software RevitMEP 2016</i> Dengan Dokumen Proyek	82
5.3.2	Evaluasi Perbedaan Proses Penyusunan Estimasi <i>Quantity Take Off</i>	83
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		86
5.1	Kesimpulan	86
5.2	Saran	87
DAFTAR PUSTAKA		89

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Penelitian – Penelitian Sebelumnya	9
Tabel 3.1 Perbandingan Proyek Berkonsep Umum Dan <i>Lean</i>	16
Tabel 3.2 <i>Flowchart Clash Detection</i>	22
Tabel 3.3 Tahapan Dan Keluaran BIM	32
Tabel 5.1 Rekapitulasi Total <i>Quantity Take Off Material</i> Pekerjaan Plumbing	79
Tabel 5.2 Perbedaan Hasil <i>Quantity Take Off Material</i> Plumbing	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 <i>Flowchart Clash Detection</i>	22
Gambar 4.1 Lokasi Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai	49
Gambar 4.2 <i>Flowchart</i> Pemodelan <i>Architectural Template</i>	52
Gambar 4.3 <i>Diagram Tree Work Breakdown Structure (WBS)</i> Pekerjaan Plumbing Proyek Studi Kasus	54
Gambar 4.4 <i>Flowchart</i> Pemodelan <i>Plumbing Template</i>	55
Gambar 4.5 <i>Flowchart</i> Analisis <i>Quantity Take Off</i> Material Plumbing Sesuai <i>Work Breakdown Structure</i>	56
Gambar 4.6 <i>Flowchart</i> Penelitian	57
Gambar 5.1 Tampilan <i>Default Software RevitMEP 2016</i>	61
Gambar 5.2 Tampilan <i>Setting Project Units Piping</i>	62
Gambar 5.3 Tampilan <i>Project Architectural</i> Kedalam <i>Plumbing Templates</i>	62
Gambar 5.4 Tampilan Hasil Integrasi	63
Gambar 5.5 Tampilan Meng- <i>input Plumbing Fixtures</i> Kedalam <i>Modelling</i>	64
Gambar 5.6 Tampilan Hasil <i>Input Plumbing Fixtures</i> Kedalam <i>Modelling</i>	64
Gambar 5.7 Tampilan Memasukkan Instalasi Pipa	65
Gambar 5.8 Tampilan Men- <i>setting</i> Sambungan, Diameter Dan Elevasi Pipa	65
Gambar 5.9 Tampilan Hasil <i>System</i> Instalasi Pipa	66
Gambar 5.10 Tampilan Hasil <i>View 3D System</i> Instalasi Pipa	66
Gambar 5.11 Tampilan <i>Type Properties</i> Spesifikasi Teknis Material Plumbing	67
Gambar 5.12 Tampilan <i>New Schedule</i>	68
Gambar 5.13 Tampilan <i>Fields</i>	68
Gambar 5.14 Tampilan <i>Calculated Value</i>	69
Gambar 5.15 Tampilan <i>Sorting/Grouping Schedule Properties</i>	69
Gambar 5.16 Tampilan <i>Formatting Heading Schedule Properties</i>	70
Gambar 5.17 Tampilan Volume <i>Quantity Take Off</i>	71
Gambar 5.18 <i>Modelling</i> Lantai 1	72
Gambar 5.19 Tampilan Volume <i>Quantity Take Off</i> Lantai 1	73

Gambar 5.20 <i>Modelling</i> Lantai 2	74
Gambar 5.21 Tampilan Volume <i>Quantity Take Off</i> Lantai 2	74
Gambar 5.22 <i>Modelling</i> Lantai 3	75
Gambar 5.23 Tampilan Volume <i>Quantity Take Off</i> Lantai 3	76
Gambar 5.24 <i>Modelling</i> Keseluruhan Bangunan	77
Gambar 5.25 Tampilan <i>Quantity Take Off</i> Sistem Instalasi Pipa	77
Gambar 5.26 Tampilan <i>Quantity Take Off Pipe Fittings</i>	78
Gambar 5.27 Tampilan <i>Quantity Take Off Plumbing Fixtures</i>	78

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Permohonan Izin Penelitian TA & Pengambilan Data untuk TA.
- Lampiran 2 Brosur Plumbing RUCIKA
- Lampiran 3 Gambar Rencana Dokumen Proyek
- Lampiran 4 Spesifikasi Teknis Material Pekerjaan Plumbing Dokumen Proyek
- Lampiran 5 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Dokumen Proyek
- Lampiran 6 Laporan *Quantity Take Off Software RevitMEP 2016*
- Lampiran 7 Perbedaan Hasil *Quantity Take Off* Material Plumbing
- Lampiran 8 Gambar *Modelling* 3D Pekerjaan Plumbing

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

BIM	= <i>Building Information Modelling</i>
CDE	= <i>Common Data Environment</i>
QTO	= <i>Quantity Take Off</i>
PDF	= <i>Portable Document Format</i>
IFC	= <i>The Industry Foundation Classes</i>

ABSTRAK

Kualitas, waktu dan biaya adalah tiga elemen terpenting dalam setiap proyek konstruksi. Membangun informasi yang datang dalam berbagai dimensi tepat waktu dan akurat akan memfasilitasi proses pengambilan keputusan yang canggih yang dapat meningkatkan kualitas, waktu, dan biaya pembangunan. 5D BIM adalah *mode* yang muncul di sektor konstruksi yang mengintegrasikan semua informasi penting dari desain pertama ke tahap konstruksi akhir. Informasi terintegrasi kemudian diberi peringkat dan dikomunikasikan melalui Desain dan Konstruksi *Virtual* (VDC). Dengan basis *Open* BIM, integrasi antara berbagai disiplin informasi dapat dengan mudah untuk berkomunikasi dan berkolaborasi. Seluruh proses dimulai dengan pengembangan gambar (2D) menjadi model digital (3D) dan diikuti oleh *scheduling* (4D) dan *cost* (5D). Pengamatan pada faktor – faktor kunci yang mempengaruhi kelayakan BIM 5D, termasuk upaya pemodelan, interoperabilitas, *output* informasi dan kendala. *Output* dari proses *authorizing* dengan menggunakan *software RevitMEP* 2016 sendiri mampu secara menyeluruh menampilkan informasi *quantity take off* (QTO) yang diperlukan dalam suatu proyek konstruksi sesuai studi kasus yang terbatas hanya pada pekerjaan plumbing yang dalam tahapan analisis lebih lanjut lagi dibantu oleh *software* pendukung seperti *Microsoft Excel* guna menselaraskan estimasi *quantity take off* material pekerjaan plumbing. Penelitian ini menyimpulkan bahwa 5D BIM tentu memiliki kegunaan yang tinggi yang selanjutnya membedakan BIM dari *Computer Aided Design* (CAD). Hasil analisis instalasi pipa menunjukkan rata – rata perbedaan sebesar 13,36 % dengan perbedaan maksimal terdapat pada instalasi air bersih sebesar 17,16%. Aksesoris pipa menunjukkan perbedaan sebesar 100% dikarenakan dalam dokumen proyek tidak memunculkan jumlah *quantity take off material* untuk aksesoris pipa yang dalam estimasi kebutuhannya dihitung berdasarkan 15% dari nominal total instalasi pipa. Sanitasi tidak menunjukkan perbedaan atau 0% dikarenakan *modelling* 3D sesuai dengan jumlah titik sanitasi *detailed engineering design* dokumen proyek. Setelah 5D BIM telah matang dan diterima secara umum, diharapkan dimensi informasi BIM tambahan akan dimasukkan dalam model bangunan *digital* canggih untuk mencapai hasil proyek tertentu.

Kata kunci : BIM, 5D, *Cost*, *QTO*, *RevitMEP*.

ABSTRACT

Quality, time and costs are the three most important elements in any construction project. Building information that is timely and accurate in various dimensions will facilitate an advanced decision-making process that can improve the quality, time and cost of development. 5D BIM is an emerging mode in the construction industry that integrates all important information from the initial design to the final construction phase. Integrated information is then arranged and communicated via Virtual Design and Construction (VDC). With the Open BIM basis, integration between different information disciplines can easily communicate and collaborate. The whole process starts with the development of images (2D) to digital models (3D) and is followed by planning (4D) and costs (5D). Observations of key factors that influence the feasibility of BIM 5D, including model efforts, interoperability, information output and constraints. The output of the authorization process using RevitMEP 2016 software itself is able to thoroughly display the quantity offtake (QTO) information required in a construction project according to a case study limited only to plumbing work that will be in the further analysis phase supported by support software such as Microsoft Excel to harmonize the estimated amount of maternal ascending plumbing. This study concludes that 5D BIM certainly has many applications that further distinguish BIM from Computer Aided Design (CAD). The results of the analysis of the pipe installation showed an average difference of 13.36% with a maximum difference found in the clean water installation of 17.16%. Pipe accessories show a difference of 100% because the project document does not specify the amount of pipe accessories takeoff material calculated in the needs estimate based on 15% of the nominal total pipe installation. Sanitation shows no difference or 0% due to 3D modeling in accordance with the number of sanitary points detailed technical design project documents. After 5D BIM has matured and is widely accepted, it is hoped that additional BIM information dimensions will be incorporated into advanced digital building models to achieve specific project results.

Keywords: BIM, 5D, Cost, QTO, RevitMEP

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk 5 besar di ASEAN untuk pengembangan konstruksi. Dengan beralihnya era industri konstruksi menuju 4.0 dibutuhkan teknologi pendukung yang lebih efisien dan efektif. Perkembangan teknologi pada bidang konstruksi menghasilkan sebuah sistem yang dikenal dengan nama *Building Information Modelling* (BIM). BIM merupakan sistem, manajemen, metode atau runutan pengerjaan suatu proyek yang diterapkan berdasarkan informasi terkait dari keseluruhan aspek bangunan yang dikelola dan kemudian diproyeksikan ke dalam model 3 dimensi. Di dalamnya melekat semua informasi bangunan tersebut, yang berfungsi sebagai sarana untuk membuat perencanaan, perancangan, pelaksanaan, pengendalian dan pemeliharaan bangunan tersebut beserta infrastrukturnya bagi semua pihak yang terkait di dalam proyek. Konsep BIM membayangkan konstruksi *virtual* sebelum konstruksi fisik yang sebenarnya untuk mengurangi ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, menyelesaikan masalah dan menganalisis dampak potensial (Smith, Deke 2007). BIM memberi perubahan, mendorong pertukaran model 3D antara disiplin ilmu yang berbeda sehingga proses pertukaran informasi menjadi lebih cepat dan berpengaruh terhadap pelaksanaan konstruksi. (Eastman C., 2008). Dengan menggunakan BIM dapat diperoleh 3D, 4D, 5D, 6D dan bahkan 7D. Dimana 3D berbasis obyek pemodelan parametrik, 4D adalah urutan dan penjadwalan material, pekerja, luasan area, waktu dan lain – lain, 5D termasuk estimasi *quantity take off* material dan *part-lists*, 6D mempertimbangkan dampak lingkungan termasuk analisis energi dan deteksi konflik dan 7D untuk fasilitas manajemen.

Salah satu *software* yang mendukung konsep BIM adalah *Autodesk Revit*. *Autodesk Revit* adalah *software* BIM oleh *autodesk* untuk desain arsitektural, struktural serta mekanikal, elektrikal dan plumbing (MEP). Dengan *software* ini

pengguna dapat merancang bangunan dan struktur dengan pemodelan komponen dalam 3D dan sekaligus menyajikan gambar kerja dalam 2D serta menganalisis *quantity take off* material (5D) dalam tiap – tiap pekerjaan yang masuk

Estimasi *quantity take off* konstruksi adalah komponen yang penting dan harus dipertimbangkan dalam penyelenggaraan sebuah proyek konstruksi. Merencanakan *quantity take off* material konstruksi secara detail membutuhkan akurasi dalam menghitung volume pekerjaan. Oleh sebab itu, penggunaan *software* komputer merupakan solusi alternatif untuk meningkatkan akurasi dalam estimasi *quantity take off* material agar lebih efektif dan efisien.

Pekerjaan mekanikal, elektrikal dan plumbing (MEP) menjadi salah satu komponen pekerjaan yang tidak kalah penting pada pekerjaan konstruksi yang dimungkinkan dianalisis dengan menggunakan konsep *building information modelling* (BIM) dengan bantuan *software Revit* yaitu *RevitMEP 2016* guna mendapatkan pemodelan komponen dalam tampilan 3D yang sekaligus dapat menyajikan hasil analisis estimasi *quantity take off* material untuk pekerjaan MEP secara lebih mendetail.

Penggunaan *software* komputer yang lebih efektif dan efisien serta mendukung konsep *lean construction* menjadi solusi alternatif dalam dunia konstruksi, salah satunya yaitu *software RevitMEP*. Membandingkan hasil *quantity take off* yang didapatkan menggunakan *software RevitMEP 2016* dengan dibantu menggunakan *software* pendukung yaitu *Microsoft Excel* pada analisa estimasi *quantity take off* material yang dibandingkan dengan perhitungan secara konvensional diharapkan dapat memberikan gambaran bahwa dalam menggunakan *software* komputer lebih efektif dan efisien serta dapat meminimalisasi *waste* dan meningkatkan nilai *value* pada suatu proyek konstruksi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan diangkat pada Tugas Akhir ini adalah bagaimanakah mendapatkan *quantity take off* material plumbing dengan mengimplementasikan konsep *Building Information Modelling (BIM)* dalam estimasi *quantity take off* material pekerjaan plumbing pada Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai Sapen, Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada Tugas Akhir ini adalah untuk mendapatkan *quantity take off* material plumbing dengan mengimplementasikan konsep *Building Information Modelling (BIM)* dalam estimasi *quantity take off* material pekerjaan plumbing pada Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai Sapen, Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian Tugas Akhir adalah sebagai berikut.

1. Untuk kontraktor dan konsultan perencana

Diharapkan tugas akhir ini dapat memberikan gambaran mengenai pentingnya implementasi konsep BIM pada pekerjaan plumbing dalam mendapatkan *quantity take off* material plumbing guna estimasi *quantity take off* material pekerjaan plumbing yang efisien dan akurat.

2. Untuk mahasiswa

Mengetahui implementasi konsep BIM dalam mendapatkan *quantity take off* material plumbing guna estimasi *quantity take off* material pekerjaan plumbing. Selain itu juga sebagai modal ketrampilan mahasiswa untuk terjun ke dunia pekerjaan yang sesungguhnya dalam implementasi konsep BIM yang di bahas pada Tugas Akhir ini.

1.5 Batasan Penelitian

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

1. Pengolahan data berdasarkan dokumen yang di peroleh dari Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai Sapen, Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

2. Analisis *quantity take off* dengan mengimplementasikan konsep *building information modelling (BIM)* dengan bantuan *software RevitMEP 2016 students version educational license* guna estimasi *quantity take off* material menggunakan *software Ms. Excel* yang hanya di batasi pada pekerjaan plumbing.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Implementasi Konsep *Lean Construction*

Jurnal Konferensi Nasional Teknik Sipil 8 (KoNTekS8) Institut Teknologi Nasional – Bandung dengan judul “*Construction Waste* Pada Proyrk – Proyek Konstruksi di Daerah Istimewa Yogyakarta” yang disusun oleh Kaming, Raharjo dan Wejoseno pada tahun 2014. Pada jurnal tersebut dilakukan pengkajian mengenai *waste* dalam proyek konstruksi, *waste* dalam proyek konstruksi dapat berupa *physical construction waste* dan *nonvalue-adding activity*. Pada kenyataannya *waste* terjadi pada seluruh pelaksanaan proyek konstruksi (Alwi et al., 2002). Tujuan dari studi ini adalah melakukan identifikasi *waste* yang terjadi pada proyek konstruksi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Dari hasil analisis bobot (*weight index*) *waste* menunjukkan bahwa “menunggu material” merupakan *waste* dengan tingkat bobot tertinggi pada pelaksanaan proyek konstruksi di DIY diikuti oleh “keterlambatan pelaksanaan pekerjaan”, “penghamburan material/bahan mentah”, dan “pekerja lambat/tidak efektif“. Selanjutnya dari hasil analisis *mean* faktor penyebab *waste*, “perubahan desain” merupakan faktor penyebab *waste* yang paling sering terjadi pada pelaksanaan proyek konstruksi di DIY, diikuti oleh “spesifikasi yang tidak jelas”, “pengambilan keputusan yang lambat”, dan “keterlambatan material tiba di lokasi”.

2.2 Implementasi Konsep *Building Information Modelling (BIM)*

Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Dan Lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Institut Teknologi Pertanian Bogor dengan judul “Aplikasi *Buliding Information Modelling (BIM)* Menggunakan *Software Tekla Structures 17* Pada Konstruksi Gedung Kuliah Tiga Lantai Fahutan IPB, Bogor” yang disusun oleh Ranti Ramadiaprani pada tahun 2012. Pada penelitian tersebut dilakukan pengkajian mengenai manfaat penggunaan program *Buliding Information Modelling (BIM)* pada dunia konstruksi dan output dari penelitian yang telah

dilakukan dengan menggunakan *software Tekla Structures 17* yang merupakan salah satu *software* dari program BIM. Pada pemodelan yang telah dilakukan didapatkan pemodelan struktur fondasi, kolom, balok, plat lantai serta atap bangunan gedung kuliah tiga lantai Fahutan IPB secara 3D dan 4D dan dari pemodelan juga dihasilkan informasi yang direpresentasikan menggunakan *software Tekla Structures 17* yaitu dimensi bangunan, volume material dan mengeluarkan output *schedule* pelaksanaan proyek.

2.3 Implementasi 5D Building Information modelling

A Journal International Building Control Conference pada *MATEC Web Of Conferences* dengan judul “5D Building Information Modelling – A Practicability Review” yang disusun oleh Lee, Tsong and Kahmidi pada tahun 2016. Pada jurnal tersebut dilakukan implementasi konsep BIM 5D sebagai estimasi biaya yang digunakan. 5D BIM adalah tren yang muncul di sektor konstruksi yang mengintegrasikan semua informasi penting dari desain pertama ke tahap konstruksi akhir. Informasi terintegrasi kemudian diberi peringkat dan dikomunikasikan melalui Desain dan Konstruksi Virtual (VDC). Seluruh proses dimulai dengan pengembangan gambar (2D) menjadi model digital (3D) dan diikuti oleh perekaman waktu (4D) dan biaya (5D). Pengamatan fokus pada faktor-faktor kunci yang mempengaruhi kelayakan BIM 5D, termasuk upaya pemodelan, interoperabilitas, output informasi, dan kendala. Penelitian ini menyimpulkan bahwa 5D BIM tentu memiliki kegunaan yang tinggi yang selanjutnya membedakan BIM dari Computer Aided Design (CAD). Integrasi informasi tidak hanya meningkatkan efisiensi dan akurasi proses di semua fase, tetapi juga memungkinkan para pembuat keputusan untuk mendapatkan interpretasi informasi yang canggih, yang hampir mustahil dengan alur kerja CAD 2D konvensional. Meskipun dimungkinkan untuk memasukkan lebih dari 5 dimensi informasi, diharapkan bahwa informasi yang berlebihan dapat meningkatkan kompleksitas untuk implementasi BIM. Seluruh proses dimulai dengan pengembangan gambar (2D) menjadi model digital (3D) dan diikuti oleh perekaman waktu (4D) dan biaya (5D). Pengamatan fokus pada faktor-faktor kunci yang mempengaruhi kelayakan BIM 5D, termasuk upaya pemodelan, interoperabilitas, output informasi, dan

kendala. Penelitian ini menyimpulkan bahwa 5D BIM tentu memiliki kegunaan yang tinggi yang selanjutnya membedakan BIM dari Computer Aided Design (CAD). Integrasi informasi tidak hanya meningkatkan efisiensi dan akurasi proses di semua fase, tetapi juga memungkinkan para pembuat keputusan untuk mendapatkan interpretasi informasi yang canggih, yang hampir mustahil dengan alur kerja CAD 2D konvensional. Meskipun dimungkinkan untuk memasukkan lebih dari 5 dimensi informasi, diharapkan bahwa informasi yang berlebihan dapat meningkatkan kompleksitas untuk implementasi BIM.

2.4 Implementasi *Software Revit*

Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dengan judul “Perhitungan Volume Pekerjaan Beton Dan Penulangan Menggunakan Program *Revit*” yang disusun oleh Adian Setio Widjaja pada tahun 2014. Pada penelitian tersebut dilakukan implementasi *software Revit* untuk menghitung volume pekerjaan beton dan penulangan pada studi kasus. Hasil dari penelitian tersebut, *software Revit* dapat menghasilkan perhitungan volume yang efisien walaupun *software* ini masih terasa berat dalam operasinya dan referensinya masih sangat terbatas. Dengan menggunakan *software Revit*, hasil perhitungan volume membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan perhitungan manual diakibatkan waktu untuk pemodelan terlebih dahulu. *Software Revit* juga memperhitungkan pengurangan volume akibat *clash* pada beton dan *stirrup/tie bend* diameter pada tulangan didalam pemodelan *Revit*. Hal ini menyebabkan perhitungan volume yang lebih pasti sehingga efisien dan berpotensi lebih sedikit menimbulkan pemborosan dalam RAB. Dengan data *entry* yang di-*input* didalam pemodelan *software Revit*, perhitungan menghasilkan biaya beton 57,69 % dari dokumen kontrak dan 93,44 % dari perhitungan manual. Pada elemen tulangan, perhitungan *software Revit* menghasilkan nilai 96,59 % dari perhitungan manual.

2.5 Perhitungan Quantity Take Off Material Plumbing

Tugas Akhir Program D3 Infrastruktur Perkotaan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta dengan judul “Analisis

Sistem Plumbing Pada Hartono *Lifestyle Mall* Solobaru” yang disusu oleh Fahrizal pada tahun 2013. Pada penelitian tersebut dilakukan pengkajian fasilitas sanitasi, instalasi air bersih dengan kebutuhan pipa berdiameter sebesar 50 mm, tebal 4,2 mm. volume bak penampung air bersih yang diperlukan sebesar 8,2795 m³/hari dan membutuhkan 2 pompa dan 2 cadangan dengan kapasitas pompa 14,375 m³. spesifikasi tersebut guna memenuhi kebutuhan air bersih dari penghuni dan pengunjung yang berjumlah 5620 orang/hari dengan kebutuhan air bersih sebesar 6,552 m³/hari yang diambil dari *Deep Wall* dan PDAM. Instalasi air kotor dengan sistem pembuangan terpisah yang berbeda dengan air bekas. Volume air kotor keseluruhan yang dihasilkan sebesar 5,2416 m³/hari dan volume *septic tank* sebesar 5,2441 m³. Rencana anggaran biaya yang dikeluarkan dari hasil penelitian air bersih dan air kotor pada gedung Hartono *Lifestyle Mall* adalah sebesar Rp. 2.978.250.000,00.

2.6 Tabel Perbandingan Penelitian

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

Tabel 2.1 Petbandingan Dengan Penelitian – Penelitian Sebelumnya

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
1.	Kaming, Raharjo, dan Wejoseno (2014)	<i>Construction Waste</i> Pada Proyrk – Proyek Konstruksi di Daerah Istimewa Yogyakarta	Proyek – Proyek Konstruksi di Daerah Istimewa Yogyakarta	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan identifikasi <i>waste</i> yang terjadi pada proyek konstruksi DIY. 	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan analisis deskriptif dengan data proyek konstruksi yang sedang atau sudah dikerjakan di DIY 	<ul style="list-style-type: none"> Mendapatkan frekuensi dan efek/dampak <i>waste</i>, tingkat bobot <i>waste</i>, serta faktor penyebab <i>waste</i>.
2.	Ranti (2012)	Aplikasi <i>Buliding Information Modelling (BIM)</i> Menggunakan <i>Software Tekla Structures 17</i> Pada Konstruksi Gedung Kuliah Tiga Lantai Fahutan IPB,Bogor	Proyek Pembangunan Gedung Kuliah IPB, Bogor	<ul style="list-style-type: none"> Mengetahui jenis fasilitas sanitasi, kebutuhan air kotor, jumlah air kotor dan menganalisis rencana anggaran biaya yang dibutuhkan 	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan aplikasi <i>Building Information Modelling (BIM)</i> yaitu <i>software Tekla Struktore 17</i> untuk mendapatkan pemodelan struktur gedung perkuliahan 	<ul style="list-style-type: none"> Mendapatkan pemodelan struktur fondasi, kolom, balok, plat lantai serta atap bangunan gedung perkuliahan secara 3D dan 4D serta representasi dari <i>software Tekla Structures 17</i> yaitu dimensi bangunan, volume material dan <i>output schedule</i> pelaksanaan proyek

Lanjutan Tabel 2.1 Petbandingan Dengan Penelitian – Penelitian Sebelumnya

3.	Lee, Tsong and Kahmidi (2016)	<i>5D Building Information Modelling – A Practicability Review</i>	Malaysia	<ul style="list-style-type: none"> • Mengintegrasikan semua fase (2D, 3D, 4D dan 5D) dan mensimulasikan fase terpenting dari alur kerja digital 5D BIM 	<ul style="list-style-type: none"> • Tanpa mengumpulkan <i>hard data</i>, tetapi dengan <i>output</i>, termasuk gambar model, perencanaan dan garis waktu yang dihasilkan untuk penelitian. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mendapatkan simulasi dan analisis seluruh BIM 5D yang berfokus pada pemodelan, interoperabilitas, output informasi dan batasan dengan pendekatan langsung yang dibagi menjadi 4 fase
4.	Adian (2014)	Perhitungan Volume Pekerjaan Beton Dan Penulangan Menggunakan Program <i>Revit</i>	Proyek Pembangun an Studi Kasus Peneliti	<ul style="list-style-type: none"> • Mempelajari, mengaplikasikan dan mengevaluasi hasil perhitungan <i>Revit</i> dengan perhitungan secara manual berdasarkan volume dalam dokumen kontrak 	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan program <i>Revit</i> untuk mendapatkan hasil dari perhitungan volume beton dan tulangan 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil perhitungan yang lebih efisien, perhitungan menghasilkan biaya beton 57,69 % dari dokumen kontrak dan 93,44 % dari perhitungan manual serta menghasilkan nilai 96,59 % untuk elemen tulangan dari perhitungan manual

Lanjutan Tabel 2.1 Petbandingan Dengan Penelitian – Penelitian Sebelumnya

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
5.	Fahrizal (2013)	Analisis Sistem Plumbing Pada Hartono <i>Lifestyle Mall</i> Solobaru	Proyek pembangunan Hartono <i>Lifestyle Mall</i> , Solobaru	<ul style="list-style-type: none"> Mengetahui jenis fasilitas sanitasi, kebutuhan air kotor, jumlah air kotor dan menganalisis rencana anggaran biaya yang dibutuhkan 	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan metode penelitian deskriptif evaluatif, metode pengumpulan data dan analisis RAB secara konvensional 	<ul style="list-style-type: none"> Mendapatkan kebutuhan fasilitas sanitasi, spesifikasi instalasi air bersih dan air kotor serta mendapatkan hasil analisis rencana anggaran biaya sebesar Rp. 2.978.250.000,00
6.	Penelitian yang diusulkan	Implementasi Konsep <i>Buliding Information Modelling (BIM)</i> Dalam Estimasi <i>Quantity Take Off</i> Material Pekerjaan Plumbing	Proyek Pembnguan Kos 2 Lantai Sapan Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta	<ul style="list-style-type: none"> mengetahui implementasi konsep <i>Building information modelling (BIM)</i> dalam estimasi rencana angaran biaya pekerjaan plumbing terhadap estimasi secara konvensional oleh konsultan perencana 	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan konsep <i>Building Information Modelling (BIM)</i> dengan bantuan <i>Software RevitMEP</i> untuk mendapatkan estimasi <i>Quantity Take Off</i> Material Pekerjaan Plumbing. 	Penelitian yang diusulkan

2.7 Posisi Penelitian

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

1. Implementasi konsep *Building Information Modelling (BIM)* mendapatkan *quantity take off* material plumbing dan pengolahan data menggunakan dokumen proyek yang diperoleh serta estimasi *quantity take off* material pekerjaan plumbing pada Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai Sapen, Gondokusuman, Yogyakarta.
2. *Software* yang digunakan untuk mendapatkan *quantity take off* yaitu *RevitMEP 2016* dan *software* pendukung untuk estimasi *quantity take off* material pekerjaan plumbing yaitu *Ms. Excel*.
3. Pekerjaan yang diteliti yaitu pekerjaan plumbing yang terdapat dalam dokumen Rencana Anggaran Biaya Proyek yang hanya pada lingkup pekerjaan plumbing.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Proyek

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 telah 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 – proyek yang melibatkan dana dalam jumlah yang besar dan jadwal yang cukup lama, anggaran bukan hanya ditentukan dari total pekerjaan, tetapi dikelompokkan kedalam komponen – komponen atau per periode tertentu (misalnya per *termin*) yang jumlahnya disesuaikan dengan keperluan. Dengan demikian, penyelesaian bagian - bagian proyek pun harus memenuhi sasaran anggaran per *termin*.

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 dan kriteria yang dipersyaratkan. Jadi, Memenuhi persyaratan mutu berarti mampu memenuhi tugas yang dimaksudkan atau sering disebut sebagai *fit for the intended use*.

Ketiga batasan tersebut memiliki keterkaitan. Artinya, jika ingin meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak, maka umumnya harus diikuti dengan menaikkan mutu, yang selanjutnya berakibat pada naiknya biaya melebihi anggaran. Sebaliknya jika ingin menaikkan biaya, maka biasanya harus berkompromi dengan mutu atau jadwal.

3.2 Manajemen Proyek

Soeharto (1999) mengemukakan bahwa Manajemen Proyek merupakan proses merencanakan, mengorganisasikan, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Lebih jauh, manajemen proyek menggunakan pendekatan sistem dan hierarki (arus kegiatan) vertical dan horizontal. Soeharto (1999) juga menyatakan bahwa “perencanaan merupakan proses yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran termasuk menyiapkan segala sumber daya untuk mencapainya. Ini berarti memilih dan menentukan langkah-langkah kegiatan di masa yang akan datang yang diperlukan untuk mencapai tujuan.”

Menurut Artika (2014) Proyek konstruksi merupakan suatu kegiatan yang direncanakan sebelumnya yang memerlukan sumber daya, baik biaya, tenaga kerja, material, dan peralatan. Dilakukan secara detail dan tidak dilakukan berulang. Proyek pada umumnya batas waktu, artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Berkaitan dengan masalah proyek ini, maka keberhasilan pelaksanaan sebuah proyek tepat pada waktunya merupakan tujuan yang penting baik bagi pemilik proyek maupun kontraktor. Demi kelancaran jalannya sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang akan mengelola proyek dari awal hingga proyek berakhir, yakni manajemen proyek. Suatu proyek dikatakan baik jika penyelesaian proyek tersebut efisien ditinjau dari segi waktu dan biaya serta mencapai efisiensi kerja, baik manusia maupun alat. Segala sesuatu di dalam suatu proyek yang tidak menambah nilai, sebaliknya menambah biaya disebut dengan pemborosan.

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) Kontruksi 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, meminimasi limbah dan mencapai kesempurnaan untuk keuntungan semua *stakeholder*.

Lean construction dapat membantu bisnis untuk bertahan secara lingkungan, sosial serta ekonomi ini akan memungkinkan untuk penghematan 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. Eliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah
2. Meningkatkan nilai akhir melalui pemenuhan kebutuhan konsumen dan pemilik
3. Mengurangi variabilitas
4. Mengurangi *cycle times*
5. Mengurangi langkah kerja
 - a. Mengurangi jumlah komponen dalam suatu produk.
 - b. Mengurangi jumlah langkah-langkah dalam aliran material atau informasi
6. Meningkatkan fleksibilitas *output*
7. Meningkatkan transparansi
8. Fokus pengendalian/kontrol terhadap keseluruhan proyek
9. Membangun perkembangan yang berkelanjutan
10. Keseimbangan antara jaringan dan pengembangan kerja.
 - a. semakin tinggi kompleksitas proses produksi, semakin tinggi dampak peningkatan aliran.
 - b. limbah lebih melekat dalam proses produksi, semakin menguntungkan adalah aliran peningkatan dibandingkan dengan perbaikan konversi.
11. *Benchmark*

Waste proyek yang sering terjadi menurut Peter F. Kaming, Ferianto Raharjo, Hario Wejoseno pada *Konferensi Nasional Teknik Sipil 8 (KoNTekS8)* di ITB tahun 2014 dikelompokkan kedalam empat tinjauan yang dapat dilihat sebagai berikut ini.

1. Analisis Frekuensi *Waste* Pada Proyek Konstruksi di DIY
2. Analisis Efek/Dampak *Waste* Pada Proyek Konstruksi di DIY
3. Tingkat Bobot *Waste* Pada Proyek Konstruksi di DIY
4. Analisis Faktor Penyebab Pemborosan Pada Proyek Konstruksi di DIY

Lean construction tools menurut Yudakusumah (2012) adalah sebagai berikut.

1. *Last Planer System*

Last Planer System (LPS) merupakan sebuah metode yang berbentuk alur kerja (*workflow*) dan memetakan berbagai kegiatan pada proyek konstruksi. Pada *last planner system*, memiliki urutan implementasi *master schedule*, *reverse phase schedules* (RPS), *six-week lookahead*, *weekly work plan* (WWP), *percent plan complete* (PPC). Peran penting dari *Last Planner System* adalah untuk menggantikan perencanaan optimis dengan perencanaan realistis dengan mengevaluasi kinerja pekerja berdasarkan kemampuan mereka untuk mencapai komitmen yang dapat dipercaya dari mereka. Tujuan dari *Last Planner* adalah untuk menarik kegiatan dengan *reverse phase scheduling* melalui tim perencanaan dan mengoptimalkan sumber daya dalam jangka panjang. Penjelasan metode pada *last planer system* menurut Yudakusumah (2012) adalah sebagai berikut.

- a. *Master Schedule*
 - b. *Reverse Phase Scheduling* (RPS)
 - c. *Weekly Work Plan* (WWP)
 - d. *Six-week Lookahead* (SWLA)
 - e. *Percent Plan Complete* (PPC)
2. *Daily Huddle Meetings*
 3. *Increased Visualization*
 4. *5S Process* (*Visual Work Place*)
 5. *First-run Studies*
 6. *Fail-safe for Quality and Safety*

3.4 ***Building Information Modelling (BIM)***

Building Information Modelling (BIM) menurut kementerian pekerjaan umum dan perumahan rakyat bersama PP *construction & investment* dalam *roadmap* konstruksi digital indonesia (2019) adalah suatu proses dalam menghasilkan dan mengelola data suatu bangunan selama siklus hidupnya. BIM menggunakan *software* 3D, *real-time* dan pemodelan 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 dapat digunakan untuk menunjukkan segala siklus hidup bangunan siklus hidup termasuk proses konstruksi dan operasi fasilitas. Kuantitas dan kualitas dari suatu material dapat digali dengan mudah. Lingkup kerja dapat dibagi, dipisahkan dan ditentukan. Sistem, pemasangan dan urutan rangkaian dapat ditampilkan dalam skala relatif dengan segala fasilitas atau kelompok fasilitas. BIM menghendaki perubahan pada tahap – tahap arsitektural tradisional dan data *share* lebih banyak daripada yang digunakan arsitek dan insinyur pada umumnya. BIM dapat digunakan untuk mencapai kemajuan dengan gambar – gambar model dari bagian – bagian sebenarnya yang digunakan untuk membangun suatu gedung.

Istilah *Building Information Modelling (BIM)* pada dasarnya sama seperti *Building Product Modelling*, yang telah digunakan oleh Profesor Eastman secara luas dalam buku dan papernya sejak akhir tahun 1970-an. ('*Product Model*' berarti model data atau model informasi dalam bentuk rekayasa). Pelaksanaan pertama BIM dalam konsep *Virtual Building* oleh *ArchiCAD Graphisoft* pada tahun 1987. *American Institute of Architects (AIA)* telah menetapkan BIM sebagai "sebuah model berbasis teknologi yang terhubung dengan database dari informasi proyek" dan ini mencerminkan kepercayaan umum pada teknologi database sebagai landasan. Di masa depan, dokumen teks terstruktur seperti spesifikasi mungkin dapat dicari dan terhubung pada standart-standart regional, nasional dan internasional. BIM dapat mendukung dan meningkatkan praktik bisnis industri AEC/FM (*Facility Management*). Menurut *BIM Handbook (2008)* lingkup perubahan yang diharapkan dengan perkembangan penerapan BIM.

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 sesudah konstruksi
 - a. Mengelola dan mengoperasikan fasilitas yang lebih baik.
 - b. Mengintegrasikan dengan operasi sistem manajemen fasilitas.

Menurut Eastman, Teicholz, Sacks dan Liston (2008) Model bangunan yang menggunakan prinsip BIM memiliki karakteristik sebagai berikut.

1. Setiap komponen di dalamnya bersifat 'cerdas' yaitu dapat dikenali dengan jelas secara visual, mengandung atribut data yang mengandung informasi terkait bangunan dan bersifat parametrik.
2. Atribut data terkait bangunan bersifat memudahkan kerja kolaborasi para pihak terkait seperti jadwal pelaksanaan, spesifikasi bahan, analisa konsumsi energi dan lain sebagainya.
3. Data tersebut bersifat konsisten dan komprehensif, artinya jika ada perubahan data oleh salah satu pihak di salah satu proses konstruksi maka akan terjadi perubahan secara *real time* di data yang ada di pihak yang lain.
4. Data tersebut bersifat kompleks namun dapat terkoordinasi dengan baik dan divisualkan dengan menarik sehingga mudah dipahami.

Menurut Soemardi (2014), keuntungan dari layanan *Building Information Modelling* (BIM) adalah sebagai berikut.

1. Meminimalisir desain *lifecycle* dengan meningkatkan kolaborasi antara *owner*, konsultan dan kontraktor.
2. Kualitas tinggi dan akurasi dokumentasi dari proses konstruksi.
3. Teknologi BIM digunakan untuk siklus hidup seluruh bangunan, termasuk fasilitas operasi dan pemeliharaan serta peningkatan manajemen konstruksi.
4. Produk dengan kualitas tinggi dan memperkecil kemungkinan konflik.
5. Pemotongan biaya proyek dan meminimalisir limbah bahan konstruksi.

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. Dalam kerangka dan metode CDE (*Common Environment Data*) yang tepat.

Buliding information modelling (BIM) mampu menjamin integrasi data atau informasi seperti mensinkronisasikan data antar beragam *stakeholder*, *automatic drawing generation*, laporan, analisa desain, simulasi penjadwalan, meminimalisir redudansi data, kehilangan data dan salah penerjemahan data menjadi sebuah informasi.

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

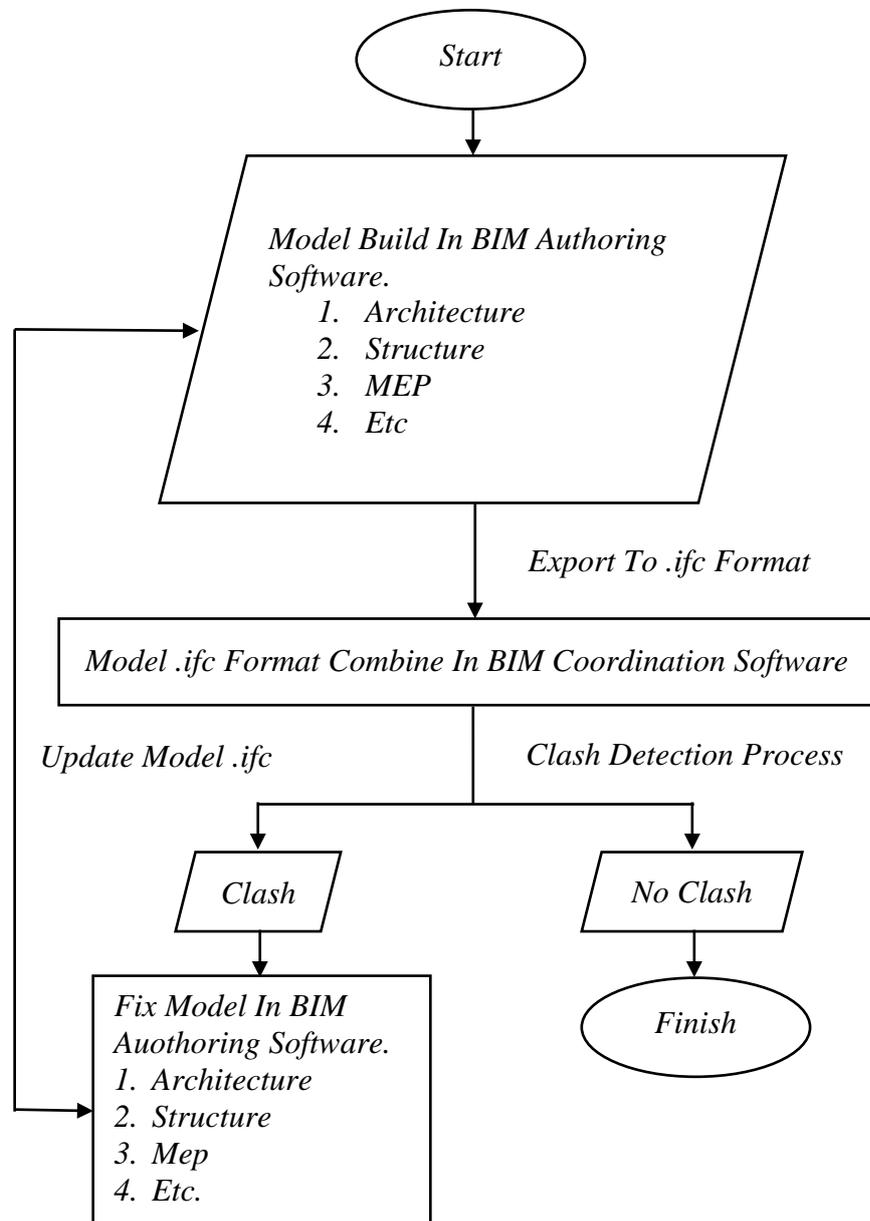
1. Meningkatkan kecepatan dalam proses desain.
2. Ketepatan dalam evaluasi desain seperti uji tumbukan (*clash detection*) dan manajemen resiko.
3. Memberikan kemudahan dalam proses koordinasi dan kolaborasi.
4. Memiliki kemampuan tinggi untuk beradaptasi terhadap perubahan diberbagai fase.
5. Memberikan 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*.

Pentingnya koordinasi model *building information modelling* (BIM) antar disiplin adalah untuk membantu proses *review* untuk menghasilkan perencanaan yang baik, seperti memberikan gambaran *virtual* mengenai posisi atau tata letak masing – masing komponen bangunan agar berfungsi selayaknya serta mempermudah beragam simulasi dan juga sebagai kontrol terhadap tumbukan (*clash*) antar komponen geometri bangunan untuk mengurangi beragam resiko dalam proses pelaksanaan.

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. Contoh material lebih dulu datang disisi lain *site* belum siap untuk *loading process*.

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



Gambar 3.1 Flowchart Clash Detection

(Sumber : Irsan, A. (2019). Building Information Modeling As Project Delivery Methods In Project Management Term [Prezi slides]. Retrieved from

<https://prezi.com/view/7VM1bv8Rg5fQ11s6wxIK/>)

(Diakses Tanggal 28 Oktober 2019)

3.4.1 *The Name in Building Information Modelling*

Dalam pekerjaan menggunakan BIM kita akan menjumpai penamaan – penamaan yang mungkin baru. Berikut beberapa nama 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. AIM digunakan untuk.
 - a. Sebagai satu – satunya untuk semua informasi tentang aset.
 - b. Sebagai sarana untuk mengakses atau menghubungkan ke sistem perusahaan.
 - c. sebagai sarana untuk menerima dan memusatkan informasi dari pihak lain pada seluruh tahapan proyek.
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 baik yang menandai perubahan dan pilihan yang dibuat selama konstruksi. Juga meliputi *copy shop drawing*, data produk, sampel dan *submittals* yang sudah disetujui.
3. *Bill of Quantities – BoQ / BQ*
Bill of Quantities – BoQ / BQ adalah daftar terperinci bahan dan tenaga kerja yang dibuat oleh *quantity surveyor* untuk mengomunikasikan kebutuhan yang diperlukan dalam proyek. BIM sangat membantu dalam pembuatan *BQ* tergantung pada detail dan akurasi yang disepakati sebelum pemodelan.
4. *BIM Coordinator*
BIM Coordinator adalah seseorang yang melakukan peran perantara antara *BIM Manager* dan tim modeler. *BIM Coordinator* mengimplementasikan

standar dan protokol pemodelan 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. Suatu istilah yang mengacu pada hubungan cerdas komponen CAD 3D dengan semua aspek informasi manajemen siklus hidup proyek. Umumnya dikenal sebagai akronim 4D (waktu), 5D (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. Sehingga tidak ada perselisihan yang nantinya akan mengganggu selama proyek dikerjakan.

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, tujuannya adalah untuk memastikan bahwa proses – proses tersebut selaras dengan tujuan proyek.

8. *BIM Maturity Level*

BIM Maturity Level adalah sebuah konsep yang mendefinisikan 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 pemodelan yang digunakan untuk mencapai hasil informasi spesifik, berulang dan dapat diandalkan dari model. Metode pemodelan 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). Ini juga melibatkan koordinasi dan integrasi informasi, prosedur dan sistem. Sebagai contoh, struktur proyek telah berevolusi menjadi hubungan langsung antar klien – konsultan – kontraktor menjadi struktur yang lebih terintegrasi.

11. *Common Data Environment (CDE)*

Common Data Environment (CDE) adalah Sumber informasi satu – satunya dalam sebuah proyek yang digunakan untuk mengumpulkan, mengelola, dan menyebarkan semua dokumen proyek yang akan disetujui dan sudah disetujui untuk tim multi-disiplin dalam proses BIM. CDE ini merupakan infrastruktur utama dalam BIM.

12. *Conceptual Design*

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

13. *Construction Operations Building Information Exchange (COBie)*

Construction Operations Building Information Exchange (COBie) adalah sistem untuk mengumpulkan informasi selama desain dan konstruksi proyek yang dapat digunakan untuk keperluan manajemen fasilitas (termasuk operasi dan pemeliharaan). Elemen kunci dari sistem ini adalah lembar kerja *excel* yang diformat sebelumnya yang digunakan untuk mengumpulkan informasi ini. *COBie* menghilangkan proses saat ini yaitu memberikan sejumlah besar dokumen kertas ke operator fasilitas setelah konstruksi selesai. *COBie* menghilangkan kebutuhan untuk pengambilan data yang terjadi setelah penyerahan bangunan dan membantu mengurangi biaya operasional.

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. *Facilities Management (FM)*

Facilities Management (FM) adalah proses mengelola dan memelihara operasi fasilitas yang efisien termasuk bangunan, properti, dan infrastruktur.

18. *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. Jadi fungsi *IFC* adalah menjembatani antar *software – software* BIM yang masing – masing mempunyai format data sendiri.

19. *Level of Development (LOD)*

Level of Development (LOD) adalah sebuah referensi untuk pelaku bisnis AEC (*Architecture, Civil, Engineering*) untuk menentukan dan menjelaskan konten hasil kerja mereka sesuai dengan fase design dalam proses kerja BIM.

20. *Model*

Model adalah representasi 3 dimensi dalam format elektronik berbagai elemen bangunan yang mewakili objek padat dengan hubungan spasial dan dimensi yang benar. Model juga dapat memuat informasi atau data tambahan.

3.4.2 *Characteristics in the Building Information Modelling*

Beberapa karakteristik dari *Building information modelling* Menurut Indraprastha dan Tim Institut BIM Indonesia (2018) antara lain adalah sebagai berikut.

1. BIM adalah pendekatan baru yang melibatkan proses perancangan dan pembuatan aset bangunan menggunakan representasi 3D dari atribut fisik dan fungsional.
2. BIM adalah proses membuat data set digital yang membentuk model 3D dan informasi yang melekat pada model tersebut dalam sebuah lingkungan kolaborasi yang disebut *Common Data Environment (CDE)*.
3. Prinsip BIM adalah bukan sekedar proses *singular* atau pembuatan model 3D dengan bantuan komputer semata, melainkan proses pembuatan model dan data secara bersamaan dan dikolaborasikan antar para pelaku sejak proses perencanaan, perancangan, fabrikasi, hingga pembangunan dan pemeliharaan.

3.4.3 *Dimension and Maturity Level of Building Information modelling*

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. 3 D / *Parametric Data for Collaborative Work*

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

- a. *3D building data and information*
- b. *Existing model data*

- c. *Data prefabrikasi BIM*
- d. *Reinforcement and structure analysis*
- e. *Field layout and civil data*

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. *Payment visual approval*
- e. *Last planner schedule*
- f. *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 terakait 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*
- e. *Prefabrication*

4. *6 D / Sustainability*

BIM 6D mengintegrasikan perancangan dengan analisis performa bangunan yang fokus pada keberlanjutan dan konsep ramah lingkungan. Ada beberapa aspek yang ada pada 6 dimensi, diantaranya adalah sebagai berikut.

- a. *Energy analysis*
- b. *Green building element*

c. *Green building certification tracking*

d. *Green building point tracking*

5. *7 D / Building Management*

BIM 7D memungkinkan pihak terakit manajemen bangunan untuk mengetahui dan melacak data aset yang relevan seperti status komponen, spesifikasi, manual pemeliharaan / operasi, data 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
- d. BIM digital lend lease planning

Beberapa tingkat implementasi menurut Indraprastha dan Tim Institut BIM Indonesia (2018) yang berlaku di beberapa negara terkait implementasi BIM antara lain adalah sebagai berikut.

1. Level 0 BIM
 - a. Tidak ada kolaborasi.
 - b. 2D CAD untuk penggambaran dan dokumentasi (*drafting*).
2. Level 1 BIM
 - a. Pekerjaan desain konseptual dengan 3D model, gambar – gambar 2D CAD digunakan untuk dokumentasi, perijinan dan informasi konstruksi.
 - b. Terdapat standar CAD dan informasi dikolaborasikan dalam bentuk elektronik.
 - c. Setiap disiplin, pelaku memiliki standar sendiri – sendiri.
3. Level 2 BIM
 - a. Bekerja secara kolaborasi. Semua pelaku bekerja dengan sistem dan lingkungan sendiri namun model atau obyek dikolaborasikan.
 - b. Informasi dipertukarkan dengan protokol dan format yang disetujui (*IFC* atau *COBie*).

4. Level 3 BIM

- a. Kolaborasi penuh antar semua disiplin dan pelaku menggunakan satu objek (*shared object*). Semua pelaku dapat mengerjakan, memodifikasi obyek yang sama.
- b. Dinamakan sebagai *OpenBIM*.

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 3.3 sebagai berikut.

Tabel 3.3 Tahapan Dan Keluaran BIM

Tahap	Keluaran
1. Persiapan dan Konsep Desain	<ol style="list-style-type: none"> 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</i>, dan lainnya.
2. Desain Skematik (Prarancangan)	<ol style="list-style-type: none"> a. Model prarancangan MEP berdasarkan dari disiplin arsitektur dan struktur, 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</i> dan <i>Plant Room</i>. c. Model Tata Letak (<i>Layout</i>) MEP secara Prarancangan/ skematik. d. Gambar-gambar Skematik. e. Alternatif Desain

Lanjutan Tabel 3.3 Tahapan Dan Keluaran BIM

Tahap	Keluaran
3. <i>Detailed Engineering Design</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Memahami dan memvalidasi model arsitektur dan model struktur. b. Menentukan zona (<i>Zones</i>), <i>Spaces</i>, <i>Service Routes</i> dan <i>Plant Room</i>. c. Kalkulasi Layanan MEP (<i>Load and Sizing</i>). d. Tata letak Model MEP dan Detail <i>BoQ</i>. e. Laporan <i>Clash Detection</i> dan Resolusinya diantara Disiplin MEP: <i>Plumbing, Fire Protection, HVAC, Elektrikal</i>. f. Laporan <i>Clash Detection</i> dan Resolusinya diantara MEP dan Arsitektur, Struktur.
4. Konstruksi	<ul style="list-style-type: none"> a. Laporan Validasi Desain. b. <i>Shop Drawing</i>. c. <i>Detailed Schedule Material</i> dan Kuantitasnya
5. <i>As Built</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Model dan Gambar <i>As Constructed</i>. b. <i>Manual O & M</i>. c. Laporan Desain dan Konstruksi.
6. Manajemen Fasilitas	<ul style="list-style-type: none"> a. <i>Model As Built</i>

(Sumber : Indraprastha dan Tim, Institut BIM Indonesia 2018)

3.4.5 Implementasi BIM Pada Tahapan Konstruksi

BIM menggunakan *software* khusus, *real-time* dan pemodelan dinamis untuk meningkatkan produktivitas dalam desain dan konstruksi bangunan. Adapun langkah – langkah dalam implementasi BIM pada tahapan konstruksi menurut Dirjen Bina Konstruksi 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 scheduling*

3.4.6 Standard Information of Building Information Modelling

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*. Sebagai contoh negara yang memiliki *BIM Dimension and Standardisation* adalah sebagai berikut ini.

1. *British Standards and Publicly Available Specifications (PAS) – UK*
2. *Royal Institute of British Architects (RIBA) – UK*
3. *Building and Construction Authority (BCA) - Singapore*

Standar BIM ini dapat dibuat berbeda pada setiap disiplin ilmu. Secara umum menurut Indraprastha dan Tim Institut BIM Indonesia (2018) 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 Pemodelan BIM
 - a. *BIM Authoring Software*
 - b. *Project template*
 - c. *Project Coordinates, Levels & Grid*
 - d. *File Breakdown*
 - e. *Worksheet Breakdown*
 - f. *Object Creation*
 - g. *Good Practices (DO's dan DON'T's)*
 - 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. Spesifik 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

Menurut Indraprastha dan Tim Institut BIM Indonesia (2018) pada panduan adopsi BIM dalam organisasi menjelaskan mengenai *QA BIM and QC BIM*. QA BIM atau *Quality Assurance* sendiri berperan sangat penting dalam menjamin keluaran yang dihasilkan sesuai dengan kualitas yang diharapkan. Contoh QA untuk BIM sebagai berikut.

1. Validasi model (cek secara visual)
Memastikan model yang dihasilkan sesuai dengan standar atau spesifikasi yang ditetapkan pada dokumen Standar BIM.
2. Validasi Dataset
Memastikan dataset yang dimasukkan pada model sesuai dengan standar dan menggunakan data yang valid.
3. Validasi Antar-muka (cek dengan bantuan computer)
Deteksi bentrok (*clash detection*) pada elemen bangunan menggunakan *software* deteksi bentrok dan mendeteksi ruang yang cukup antar komponen bangunan untuk tujuan instalasi dan pemeliharaan.
4. Validasi Koordinasi *Eksternal (Exchange Validation)*
Memastikan model yang dihasilkan atau dipublikasikan sesuai dengan protocol koordinasi eksternal yang telah didefinisikan dalam dokumen *Project Execution Plan* atau *BIM Execution Plan (BEP)*.

QC BIM atau *Quality Control Test* bertujuan untuk memverifikasi semua deliverables yang sesuai dengan standar proyek. Manajer BIM dan Tim harus memverifikasi semua deliverable yang diterima sesuai dengan dokumen BEP dan kontrak (jika ada). Beberapa kegiatan QC diantaranya.

1. Verifikasi metadata.
2. Validasi versi *software*, format dan jenis file, penamaan file.
3. Validasi model final.
4. Validasi model terkoordinasi berikut laporan *clash detection*.
5. Pengecekan semua model yang diterima.
6. Menggunakan *Project Data Submission Log* untuk mencatat semua model dan informasi yang masuk berikut isu – isu yang muncul.

3.5 *Autodesk Revit*

Menurut Greg Gegana dalam seri *Building Information Modeling – Autodesk Revit*. *Autodesk Revit* adalah *software Building Information Modelling* (BIM) oleh Autodesk untuk desain arsitektur, struktur serta mekanikal, elektrikal dan plumbing (MEP). Dengan *software* ini pengguna dapat merancang bangunan dan struktur dengan pemodelan komponen dalam 3D dan sekaligus menyajikan gambar kerja dalam 2D. Lebih jauh lagi pengguna dapat melakukan perencanaan untuk menentukan tahapan pelaksanaan dari elemen bangunan serta dapat menyajikan informasi berupa *scheduling*.

Dengan *Autodesk Revit*, arsitek dapat membuat konsep bentuk, *site planning* dan fungsi untuk elemen arsitektur bangunan seperti dinding, kolom, lantai, pintu dan jendela atau membuat atap dengan sangat mudah. Disamping itu *Autodesk Revit* juga dapat menyajikan *visual rendering* 3D bahkan untuk membuat gambar hidup/animasi. Obyek yang dibuat dengan menggunakan *Autodesk Revit* dapat pula diolah lebih jauh untuk penyajian visual 3D dengan menggunakan produk *Autodesk* lainnya seperti *Autodesk 3ds Max* atau *Autodesk Showcase*.

Sedangkan untuk insinyur struktur dapat melakukan pemodelan struktur bangunan dengan elemen struktur berupa desain pondasi, rangka bangunan (dinding, kolom dan balok) baik berupa desain konstruksi kayu, konstruksi baja maupun konstruksi beton dilengkapi dengan fungsi untuk desain pembesian serta terdapat *tools* untuk analisis struktur.

Autodesk revit juga ditujukan untuk perancangan *utilitas* bangunan yaitu mekanikal elektrikal dan desain plumbing. Dengan demikian *Autodesk Revit* memungkinkan bagi arsitek, insinyur struktur serta insinyur sistem bangunan untuk berkolaborasi pada satu proyek bangunan gedung dengan membuat desain secara terpisah sesuai bidangnya masing-masing dan kemudian *Autodesk Revit* dapat mengintegrasikan ketiganya.

Keunggulan dari *Autodesk Revit* adalah cara menggunakannya simpel dan mudah. sedangkan kekurangannya adalah *software* ini agak berat jika pemodelan pembesian dimasukkan ke dalam struktur beton sehingga memerlukan spesifikasi *hardware* (komputer) yang tinggi.

Berikut ini merupakan penjelasan dari keunggulan dari *Software Autodesk RevitMEP*.

1. Keunggulann *Autodesk RevitMEP*

a. Hubungan Dua Arah

Pada *software Autodesk Revit* semua informasi disimpan pada satu tempat, maka ketika kita melakukan perubahan dimana saja maka akan merubah keseluruhan model. Sebagai contoh ketika kita mengubah suatu objek pada 3D model maka akan merubah pada tampak denah, RAB dan juga sebaliknya.

b. BQ (*Schedule*)

Schedule adalah fitur pada *Revit* untuk mengetahui tipe komponen yang dipakai pada model bangunan, contohnya untuk mengetahui tipe pintu, jendela, *furniture*, dll beserta mengetahui jumlahnya. Pada kolom *schedule*, kita dapat mengaturnya sesuai kebutuhan dan dapat membuat suatu formula, filter, serta kalkulasi.

c. Komponen *Parametrik*

Komponen *parametrik* atau pada *Revit* dikenal sebagai *Family*, merupakan komponen pada bangunan yang dapat kita ambil dari *library* yang sudah disediakan atau kita juga dapat membuat *custom* sesuai yang diinginkan. Pada *Revit* memungkinkan kita dapat mengubah – ubah ukuran komponen serta menambahkan/mengubah bentuk detailnya dan menjadikannya suatu *library* baru, dan kita tidak memerlukan bahasa pemrograman ataupun *coding* untuk melakukannya hal tersebut.

d. *Optional Design*

Berfungsi untuk membuat serta mempelajari beberapa alternatif desain dan mendapatkan *kuantifikasi* serta analisisnya sehingga membantu kita dalam mengambil keputusan desain.

e. Dokumentasi

Dapat menghasilkan gambar denah, tampak potongan serta detail secara otomatis dari 3D model yang dibuat. Membuat gambar kerja sesuai dengan standar dan menjadikannya suatu *library template*.

f. Material *Takeoff*

Menghitung jumlah bahan (material) secara rinci, misalnya menghitung volume semua lapisan material pada dinding, lantai, kolom, dll. Informasinya didapat secara cepat dan akurat, hal ini dapat membantu dalam menghitung estimasi biaya proyek.

g. *Revit Building Maker*

Membuat alur kerja yang lebih baik dimana kita bisa memulai desain dengan membuat konsep terlebih dahulu. Dengan menggunakan fitur *Massing* pada *Revit* maka kita dapat membuat bentukan yang ekspresif, juga dapat *mengimport massing* dari *Form-Z*, *Rhino*, *Sketup*, *3ds Max*, *AutoCAD* atau *ACIS* dan *NURBS* dari aplikasi lain. Pada model *massing* kita dapat memilih setiap permukaan dan mengubahnya menjadi objek dinding, atap, lantai, serta dinding *curtain*, kita juga dapat menghitung luasan lantai yang kita dapat.

h. *Interference Check*

Kita bisa menggabungkan beberapa model dari file berbeda menjadi satu *file (superimpose)* sebagai contoh dari model dari arsitek, struktur dan MEP yang selanjutnya melakukan *Interference Check* untuk mengetahui apabila ada komponen yang bertabrakan.

i. Kemampuan *Export* dan *Import*

Revit mendukung beberapa *format file* untuk proses *import* dan *export*, antara lain *DGN*, *DWG*, *DWF*, *DXF*, *IFC*, *SAT*, *SKP*, *AVI*, *ODBC*, *gbXML*, *BMP*, *JPG*, *TGA*, dan *TIF*. Pada *Revit* juga memungkinkan untuk mentransfer objek seperti *line*, *arc*, *circle*, serta 3D geometri untuk digunakan pada aplikasi lain seperti *3ds Max* atau *Autodesk VIZ* untuk keperluan *Rendering* yang lebih baik.

j. Integrasi 2D dan 3D DWF

Revit dapat mengeluarkan gambar berupa 2D maupun 3D dalam *format* DWF, dan bagi pihak non – teknik yang hanya cukup dapat melihat gambar saja bisa menggunakan aplikasi *Autodesk Design Review* yang bisa di unduh secara gratis.

3.6 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 plumbing terdapat pada SNI – 03 – 7065 – 2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plumbing dan SNI 03 – 2398 – 2017 tentang Tata Cara Perencanaan Tangki Septik Dengan Pengolahan Lanjutan (sumur resapan, bidang resapan, *up flow filter*, kolam sanitasi) yang didalamnya mencakup.

1. Sistem plumbing yang baru untuk air minum, air buangan, vent dan air hujan pada gedung sampai dengan pipa persil.
2. Sistem plumbing yang baru direncanakan untuk perubahan atau penambahan terhadap sistem plumbing 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.

3.6.1 Hal Umum Sistem Instalasi Plumbing

Hal – hal umum beserta penjelasan mengenai sistem instalasi plumbing 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 *septic tank* yang dibuat berdekatan dengan bangunan

tersebut, dan masuk ke dalam tanki resapan serta *overflow* diarahkan ke saluran terdekat. Klasifikasi dari sistem pembuangan adalah sebagai berikut.

- a. Sistem Pembuangan Air Kotor
 - b. Sistem Pembuangan Air Bekas
 - c. Sistem Pembuangan Air Hujan
 - d. Sistem Air Buangan Khusus
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. Untuk instalasi air bersih maupun air kotor dalam bangunan kecuali instalasi air panas biasa digunakan pipa PVC, pipa ini dapat dibagi (bila tidak ada spesifikasi khusus).

- a. Berdasarkan *Type* (Ketebalan)
 - 1) *Type* AW
 - 2) *Type* D
 - 3) *Type* C
- b. Berdasarkan Ukuran Diameter Penampang Pipa
 - 1) Untuk saluran air bersih digunakan ukuran 1/2", 3/4", 1", 1,5".
 - 2) Untuk saluran pembuang digunakan ukuran 1", 1,5" 2", 3", 4", 5".

3.6.2 Jenis Pipa Pada Sistem Plumbing

Jenis pipa dan macam – macam pipa dibagi menurut fungsinya, letaknya, dan materialnya. Menurut fungsinya pipa terbagi menjadi pipa saluran air bersih, pipa saluran air bekas, pipa saluran air kotor, dan pipa saluran air hujan. Beda air bekas dan air kotor adalah sumbernya, air bekas bersumber dari bekas pakai atau cuci sedangkan air kotor bersumber dari toilet / closet maupun urinal. Intinya biasanya air bekas bisa langsung masuk saluran kota, tetapi kalau air kotor akan masuk septic tank atau STP.

1. Pipa PVC
 - a. Klasifikasi pipa PVC

Klasifikasi dari macam pipa PVC adalah sebagai berikut.

- 1) Kelas AW (VP) dengan tekanan kerja 10 kg/cm².
- 2) Kelas A2 dengan tekanan kerja 8 kg/cm².
- 3) Kelas D (VU) dengan tekanan kerja 5 kg/cm².
- 4) Kelas C untuk saluran kabel listrik.

b. Keuntungan pipa PVC

Keuntungan yang dimiliki oleh pipa PVC adalah sebagai berikut.

- 1) Penginstalannya mudah.
- 2) Tahan terhadap bahan kimia.
- 3) Sangat kuat.
- 4) Memiliki daya tahan korosi.
- 5) Daya konduksi panas yang rendah.
- 6) Biaya instalasinya rendah.
- 7) Hampir bebas pemeliharaan (*virtually free maintenance*).

3.6.3 Aksesoris Pipa Pada Sistem Plumbing

Daftar aksesoris pipa PVC beserta dengan kegunaan adalah sebagai berikut.

1. Batang Pipa PVC

Batang pipa PVC merupakan bagian lurus dari pipa PVC dan merupakan bagian utama dari sistem instalasi dengan pipa PVC. Panjang 4 dan 6 meter. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar brosur yang dikerluarkan oleh RUCIKA pada Lampiran 2

2. Soket Pipa PVC

Soket Pipa PVC digunakan untuk menyambung dua bagian yang lurus dari Pipa PVC. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar brosur yang dikerluarkan oleh RUCIKA pada Lampiran 2

3. Soket Pipa PVC Drat Luar

Soket pipa drat luar pada kedua ujung shocknya memiliki ulir/drat di bagian luar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar brosur yang dikerluarkan oleh RUCIKA pada Lampiran 2

4. Soket Pipa PVC Drat Dalam
Soket pipa drat dalam pada kedua ujung shocknya memiliki ulir/drat di bagian dalam. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar brosur yang dikerluarkan oleh RUCIKA pada Lampiran 2
5. Soket Pipa PVC Drat Luar-Polos
Soket pipa drat luar-polos pada salah satu ujung soketnya memiliki ulir/drat di bagian luar dan pada bagian dalam ujung lainnya polos. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar brosur yang dikerluarkan oleh RUCIKA pada Lampiran 2
6. Soket Pipa PVC Drat Dalam-Polos
Soket pipa drat dalam-polos pada salah satu ujung soketnya memiliki ulir/drat di bagian dalam dan ujung lainnya tanpa drat/polos. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar brosur yang dikerluarkan oleh RUCIKA pada Lampiran 2
7. Soket Pipa PVC Drat Luar-Dalam
Shock pipa drat luar-dalam pada salah satu ujung shocknya memiliki ulir/drat di bagian dalam dan ujung lainnya memiliki drat dibagian luar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar brosur yang dikerluarkan oleh RUCIKA pada Lampiran 2
8. Elbow / Knee / L Pipa PVC
Elbow / Knee / L adalah shock berbentuk L yang berfungsi untuk menyambung pipa PVC dengan pipa PVC lain atau dengan asesoris di tempat yang membutuhkan belokan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar brosur yang dikerluarkan oleh RUCIKA pada Lampiran 2
9. Elbow / Knee / L Pipa PVC Polos
Elbow / Knee / L Pipa PVC Polos kedua ujungnya tanpa drat/ulir. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar brosur yang dikerluarkan oleh RUCIKA pada Lampiran 2
10. Elbow / Knee / L Pipa PVC Polos Drat Dalam
Elbow / Knee / L Pipa PVC Polos-drat dalam pada salah satu ujung memiliki ulir/drat di bagian dalam dan ujung lainnya tanpa drat/polos. Untuk lebih

jelasnya dapat dilihat pada gambar brosur yang dikerluarkan oleh RUCIKA pada Lampiran 2

11. Elbow / Knee / L Pipa PVC 45 Derajat

Elbow / Knee / L yang berfungsi untuk menyambung pipa PVC dengan pipa PVC lain atau dengan asesoris di tempat yang membutuhkan belokan sebesar 45 derajat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar brosur yang dikerluarkan oleh RUCIKA pada Lampiran 2

12. T Pipa PVC

T Pipa PVC digunakan untuk membuat cabang saluran pipa PVC. Seperti asesoris lain pipa PVC juga terdiri dari beberapa jenis ada yang dengan drat dan juga ada yang tanpa drat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar brosur yang dikerluarkan oleh RUCIKA pada Lampiran 2

13. *Double T* Pipa PVC

Double T Pipa PVC digunakan untuk membuat cabang saluran pipa PVC dalam satu poros menjadi tiga bagian cabang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar brosur yang dikerluarkan oleh RUCIKA pada Lampiran 2

14. Dop Cap Pipa PVC

Dop Cap Pipa PVC digunakan untuk menutup saluran pada ujung pipa PVC. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar brosur yang dikerluarkan oleh RUCIKA pada Lampiran 2

15. Adapter / Reducer / Transision pipa PVC

Adapter / Reducer / Transision pipa PVC digunakan untuk menyambung dua buah pipa PVC yang berbeda ukurannya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar brosur yang dikerluarkan oleh RUCIKA pada Lampiran 2

16. *Seal Tape* Pipa PVC

Seal Tape pipa PVC digunakan untuk melapisi derat pipa PVC agar tidak bocor. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar brosur yang dikerluarkan oleh RUCIKA pada Lampiran 2

17. Lem Pipa PVC

Lem Pipa PVC digunakan untuk merekatkan sambungan pipa PVC. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar brosur yang dikerluarkan oleh RUCIKA pada Lampiran 2

3.7 Quantity Take Off Material

Quantity take off digunakan untuk memberikan daftar semua bahan yang diperlukan untuk proyek konstruksi. *Quantity take off* juga menyediakan biaya untuk setiap bahan. Ini adalah elemen dasar dari *quantity take off* konstruksi, tetapi ada baiknya untuk lebih dalam ke komponen lain dari jenis *quantity take off* ini. Bagian pertama dari *quantity take off* melibatkan menyusun daftar semua bahan yang diperlukan untuk suatu proyek. Ini akan mencakup semua bahan baku, seperti kayu, beton, aspal, dan baja. Selain bahan baku, *quantity take off* akan mencakup segala prefabrikasi dalam konstruksi yang diperlukan untuk proyek. Istilah "*quantity take off*" mengacu pada proses "*take off*" semua bahan untuk proyek dari gambar desain atau cetak biru. Sebagai bagian dari proses ini, estimator atau kontraktor perlu mencatat secara spesifik tentang setiap materi.

Diperlukan tingkat detail yang tinggi saat menghitung material dalam *quantity take off* konstruksi. Setiap bahan harus ditentukan sehingga bahan yang benar dipesan, dan agar perkiraan harga mencerminkan biaya dunia nyata. Jika estimator menghasilkan *quantity take off* secara manual, mereka harus nyaman melakukan perhitungan yang rumit. Memberikan kuantitas yang tepat untuk material sangat penting, sehingga penaksir harus terbiasa dengan kondisi konstruksi, bahan yang digunakan, dan pemahaman yang baik tentang proses konstruksi. Poin terakhir ini adalah karena *quantity take off* juga perlu memasukkan sejumlah bahan tambahan untuk memperhitungkan pemborosan selama proses konstruksi.

3.7.1 Volume Pekerjaan

Ibrahim (1993) menyatakan volume suatu pekerjaan adalah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Jadi volume (kubikasi) suatu pekerjaan, bukanlah

merupakan volume (isi sesungguhnya), melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan.

Menurut AHSP (2016), Volume pekerjaan disesuaikan dengan kebutuhan per kegiatan pekerjaan yang dicantumkan dalam daftar kuantitas dan harga *bill of quantity (BOQ)*. Harga total keseluruhan merupakan jumlah dari seluruh hasil perkalian volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan masing-masing. Pajak pertambahan nilai (PPN) besarnya adalah 10% dari harga total keseluruhan pekerjaan.

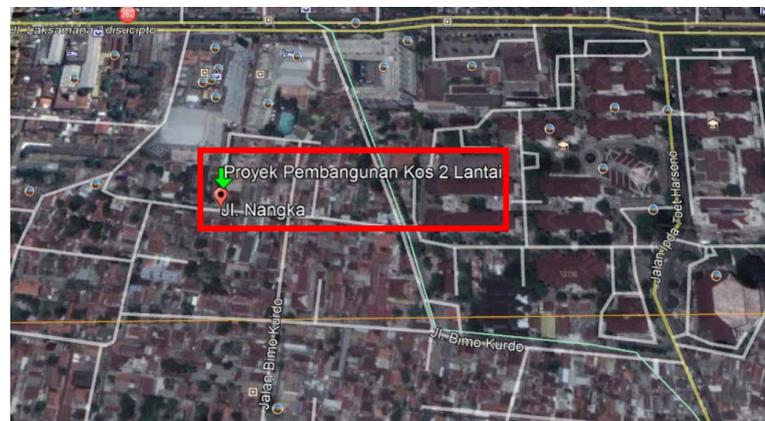
Menurut AHSP (2016), harga satuan setiap pekerjaan adalah harga suatu jenis pekerjaan tertentu per satuan tertentu berdasarkan rincian metoda pelaksanaan, yang memuat jenis, kuantitas dan harga satuan dasar dari komponen tenaga kerja, bahan, dan peralatan yang diperlukan dan didalamnya sudah termasuk biaya umum dan keuntungan, harga satuan pekerjaan dicantumkan dalam daftar kuantitas dan harga *bill of quantity (BOQ)* yang merupakan hasil perkalian volume pekerjaan dengan harga satuan.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Waktu Dan Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini 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 -7.784930° S 110.392499° E
(Sumber : *Google Earth*, 2019)

4.2 Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini menggunakan data Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai pada daerah Sapen, Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Data – data yang tersedia adalah *detailed engineering design* dan estimasi rencana anggaran biaya proyek.

4.3 Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan adalah data Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai. Data tersebut didapatkan langsung dari kontraktor pelaksana dengan mengajukan surat permohonan data ke kantor pelaksana. Data yang didapatkan adalah sebagai berikut

1. *Detailed Engineering Design* Proyek
2. Estimasi Rencana Anggaran Biaya Proyek.

4.4 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah *software RevitMEP*. Analisis *quantity take off* yang dibutuhkan dalam pekerjaan plumbing pada studi kasus yaitu dengan menggunakan *software RevitMEP*. Faktor pemilihan *software RevitMEP* dikarenakan *software* tersebut dapat menghasilkan *output* berupa *quantity take off* yang diperlukan dalam suatu proyek pembangunan dan *software RevitMEP* terbilang masih jarang yang mengimplementasikan langsung dalam analisis *quantity take off* pada suatu proyek konstruksi serta kelebihan pada fitur – fitur yang disediakan, sehingga dapat mengintegrasikan banyak kegiatan dalam proyek konstruksi. Oleh sebab itu kajian lebih mendalam untuk penelitian ini perlu dilakukan.

4.5 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk untuk mendapatkan *quantity take off* material plumbing dengan mengimplementasikan konsep *Building Information Modelling (BIM)* menggunakan *software* bantu *RevitMEP 2016* guna estimasi *quantity take off* material pekerjaan plumbing menggunakan *software* pendukung yaitu *Ms. Excel* dalam penyajian hasil yang dibutuhkan pada suatu proyek konstruksi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tiga metode pekerjaan yaitu studi literatur, pengumpulan data dan analisis *quantity take off* dengan menggunakan *software RevitMEP 2016*.

4.5.1 Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan adalah dengan cara membaca literatur penelitian sebelumnya maupun jurnal yang berhubungan dengan penulisan penelitian dan juga buku panduan atau manual *software RevitMEP* yang akan digunakan untuk mempelajari serta memperdalam kegunaannya.

4.5.2 Pengumpulan Data

Data yang didapatkan berupa *detail engineering design* perencanaan sistem instalasi plumbing dan estimasi rencana anggaran biaya pekerjaan plumbing. Selanjutnya data yang dikumpulkan menjadi acuan dan pertimbangan dalam *modelling* kedalam 3D guna analisa *quantity take off* material pekerjaan plumbing menggunakan *software RevitMEP 2016* yang dalam penyajian hasil yang didapatkan dibantu dengan menggunakan *software Ms. Excel*.

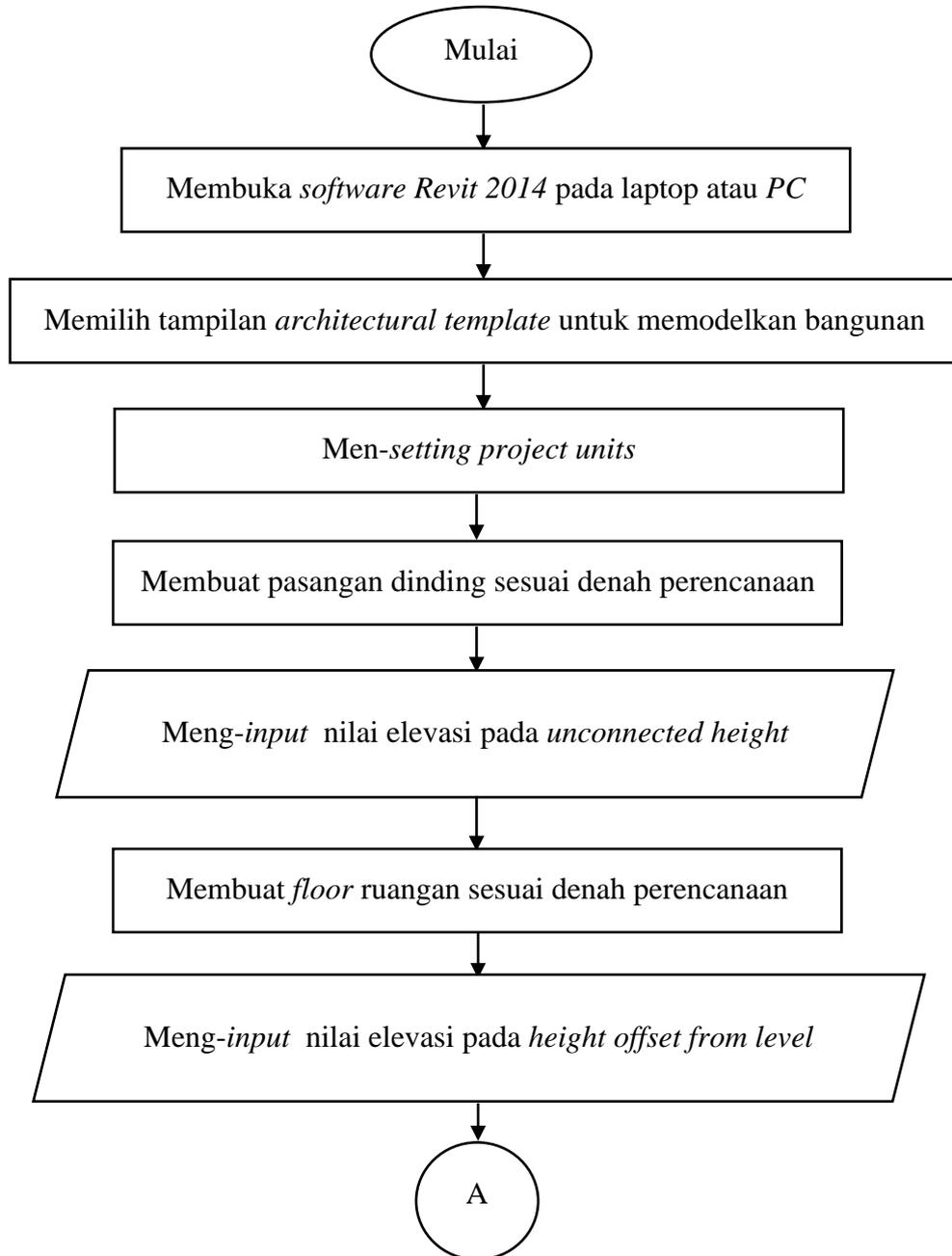
4.5.3 Input Data Dengan Software Revit

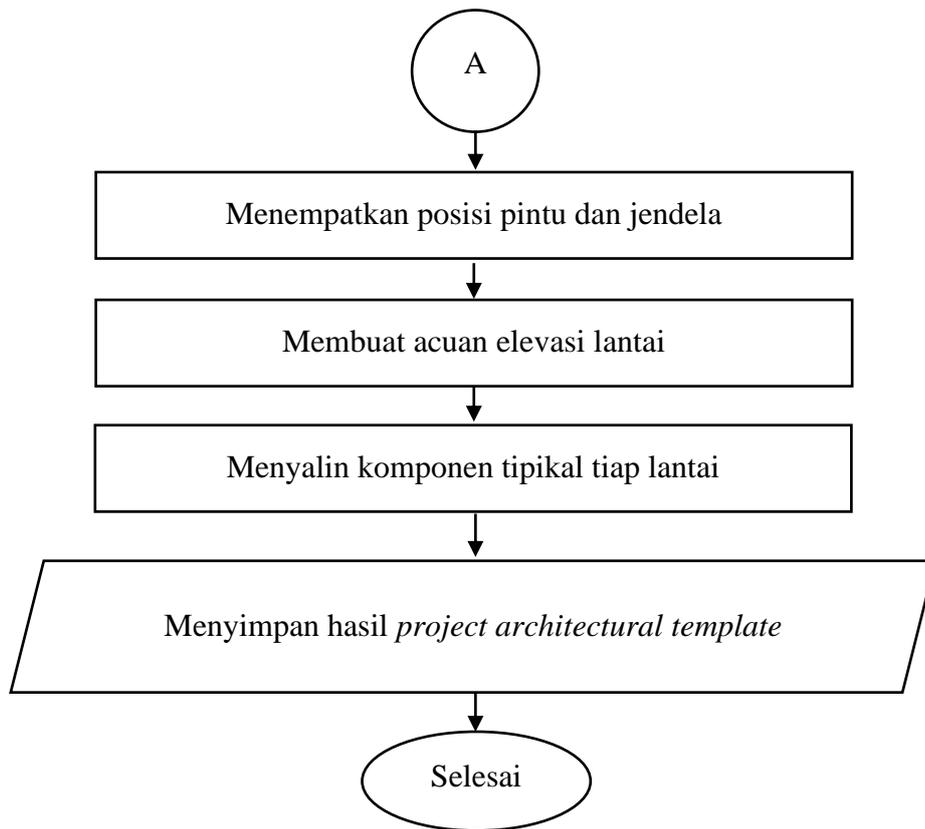
Pada tahap ini dilakukan *input* data yang telah didapatkan dari proyek, dikarenakan data yang didapatkan dari proyek hanya *detailed engineering drawing* (2D) dan rencana anggaran biaya secara konvensional. Maka dari itu, data yang diperoleh dari proyek dimodelkan dengan baik dan benar kedalam 3D dengan menggunakan *tools software Revit 2014* 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* 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 plumbing yang dalam penyajian estimasi *quantity take off* yang didapatkan dari *software RevitMEP 2106* dibantu dengan menggunakan *software* pendukung yaitu *Ms. Excel*.

4.5.4 Pemodelan dan Analisis Estimasi Quantity Take Off Material Plumbing

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa pendekatan pemodelan dengan menggunakan *architectural template* terlebih dahulu untuk pemodelan *add in detailed engineering drawing architectural (2D)* sebelum menggunakan *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* yang nantinya dikaitkan kedalam estimasi akhir *quantity take off* material pekerjaan plumbing. Bagan alir

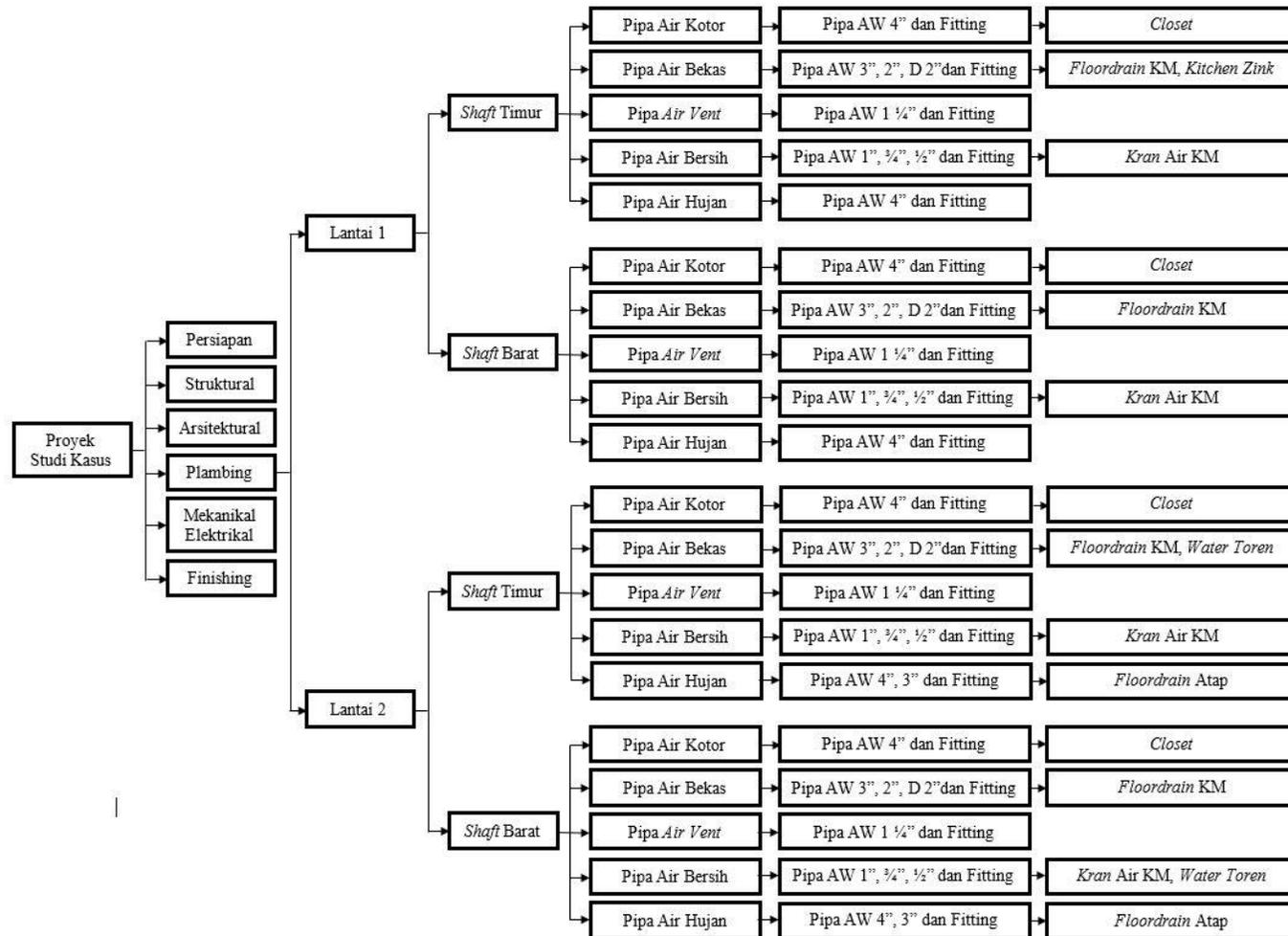
atau *flowchart* pemodelan menggunakan *architectural template* dapat dilihat pada Gambar 4.2 di bawah ini.





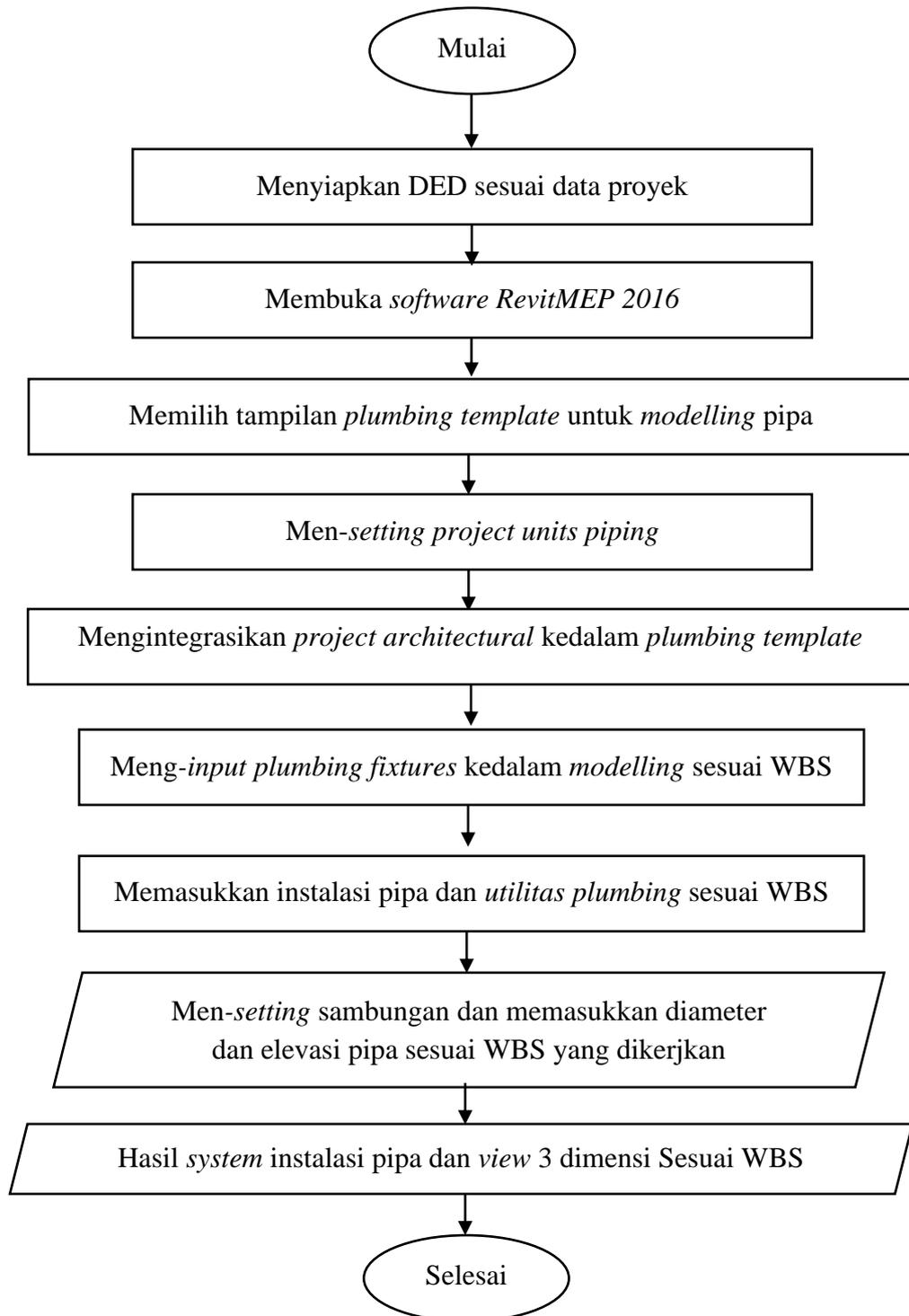
Gambar 4.2 *Flowchart Pemodelan Architectural Template*

Pemodelan secara *utilitas plumbing* atau *plumbing template* dapat dilakukan dengan menggunakan *RevitMEP 2016* sesuai dengan *work breakdown structure* (WBS) pekerjaan plumbing yang dapat dilihat pada Gambar 4.3 sebagai berikut ini.



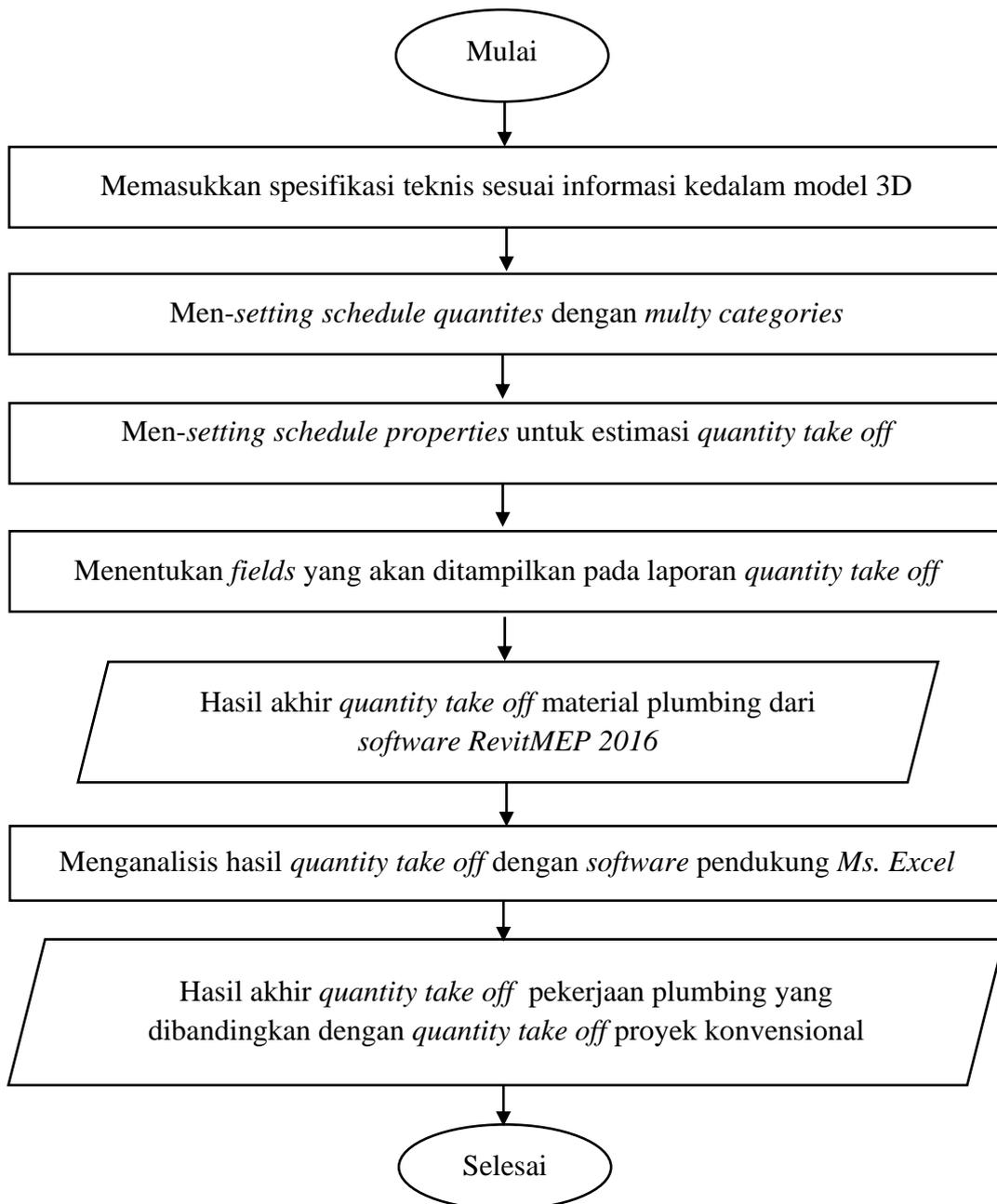
Gambar 4.3 Diagram Tree Work Breakdown Structure (WBS) Pekerjaan Plumbing Proyek Studi Kasus

Langkah – langkah yang perlu dilakukan untuk memodelkan secara *utilitas plumbing* atau *plumbing template* sesuai dengan *work breakdown structure diagram tree* sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 4.4 sebagai berikut ini.



Gambar 4.4 *Flowchart* Pemodelan *Plumbing Template*

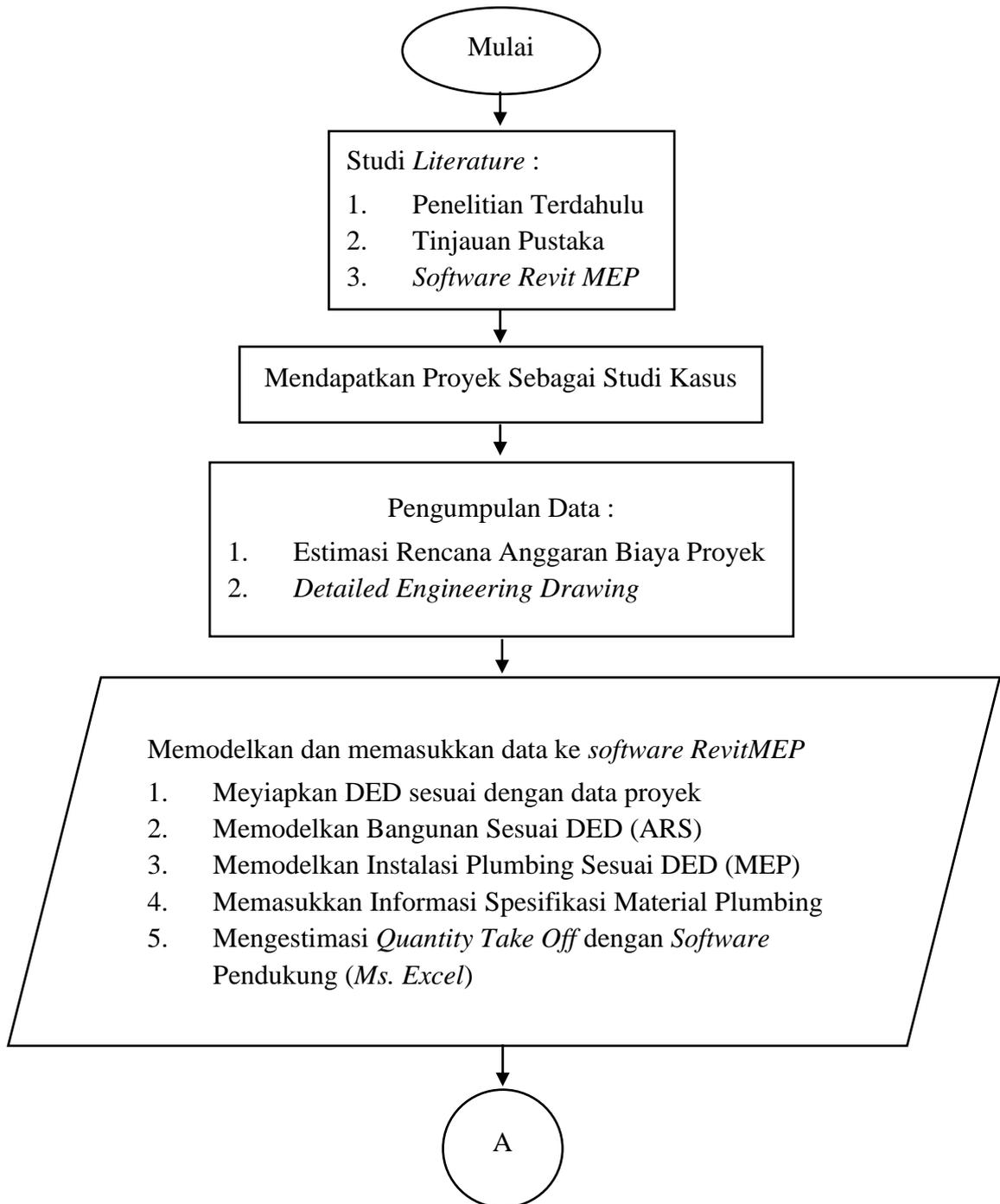
Langkah – langkah untuk memasukkan spesifikasi kedalam model 3D dan analisis untuk keperluan *quantity take off* sesuai dengan *work breakdown structure diagram tree* serta estimasi *quantity take off* material pekerjaan plumbing menggunakan *software* pendukung dalam penyajian hasil dapat dilihat sesuai dengan Gambar 4.5 sebagai berikut ini.

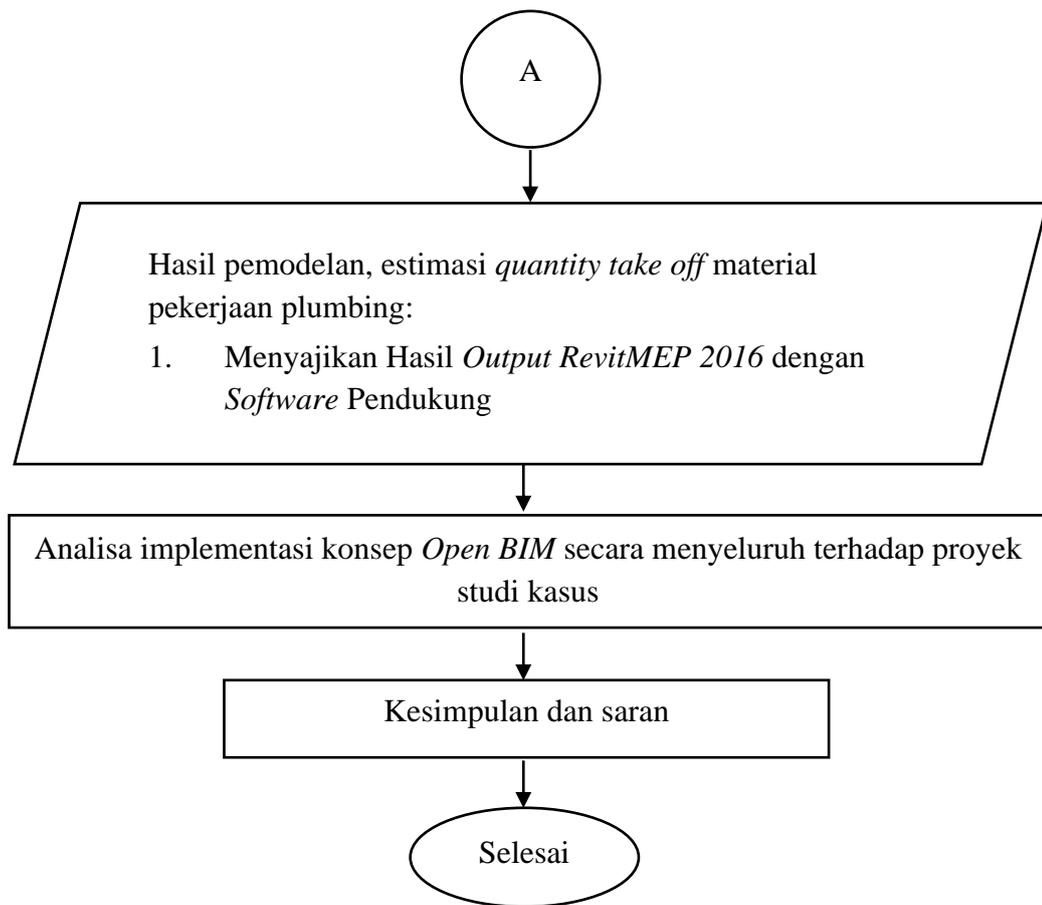


Gambar 4.5 *Flowchart Analisis Quantity Take Off Material Plumbing Sesuai Work Breakdown Structure*

4.6 Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa pendekatan seperti studi kasus, studi literatur, pemodelan dan estimasi *quantity take off* material pekerjaan plumbing. Bagan alir atau *flowchart* penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.6 di bawah ini.





Gambar 4.6 Flowchart Penelitian

BAB V

DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Penelitian

Data penelitian adalah data yang dapat menunjang implementasi konsep *Building Information Modelling (BIM)* dan estimasi *quantity take off* material pekerjaan plumbing. 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 Detail Engineering Design Proyek

Data *detail engineering design* yang didapat dari konsultan perencana digunakan sebagai acuan untuk memodelkan kedalam 3D adalah sebagai berikut.

1. Denah Arsitektural
2. Tampak Arsitektural
3. Potongan Arsitektural
4. Rencana Instalasi Plumbing

Untuk lebih jelasnya mengenai *detail engineering design* dapat dilihat pada Lampiran 3.

5.1.3 Rencana Anggaran Biaya Proyek

Data rencana anggaran biaya proyek yang didapatkan dari konsultan perencana digunakan sebagai acuan untuk *input* informasi kedalam model 3D adalah sebagai berikut.

1. Spesifikasi Teknis Material Plumbing
2. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Untuk lebih jelasnya mengenai spesifikasi teknis material plumbing dan rencana anggaran biaya proyek yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 4 dan Lampiran 5.

5.2 Analisis Data

5.2.1 Input Spesifikasi Teknis Material Plumbing Kedalam Model 3D

Tahapan proses untuk memasukkan spesifikasi teknis material komponen plumbing yang ada pada *modelling* 3D menggunakan *software RevitMEP 2016* adalah sebagai berikut ini.

1. Memasukkan spesifikasi teknis mulai dari merk, kelas dan dimensi pipa yang dipakai dalam studi kasus pada *modelling* 3D dengan menggunakan *software RevitMEP 2016* sesuai dengan *family-nya* masing – masing.
2. Mengelompokkan fungsi atau kegunaan pipa sesuai dengan *detailed engineering design* dan spesifikasi teknis dokumen proyek yang digunakan kedalam *modelling* 3D dengan menggunakan *software RevitMEP 2016* sesuai dengan *family-nya* masing – masing.

5.2.2 Proses *Modelling (Authorizing)* Informasi Kedalam 3D

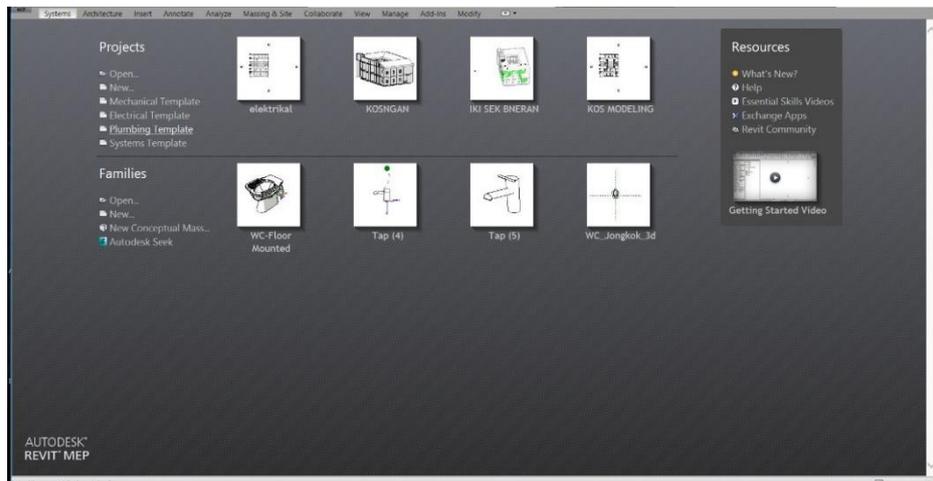
Berikut merupakan penjelasan lebih rinci mengenai proses *authorizing* atau *modelling* informasi untuk mendapatkan *quantity take off* material pekerjaan plumbing menggunakan *software RevitMEP 2016*.

1. *Modelling* Bangunan dan Sistem Instalasi Plumbing

Tahapan – tahapan *modelling* bangunan (*architectural template*) sesuai dengan Gambar 4.2 *flowchart* pemodelan *architectural template* dan untuk tahapan – tahapan *modelling* sistem instalasi plumbing adalah sebagai berikut ini.

a. Membuka *plumbing template* pada *RevitMEP 2016*

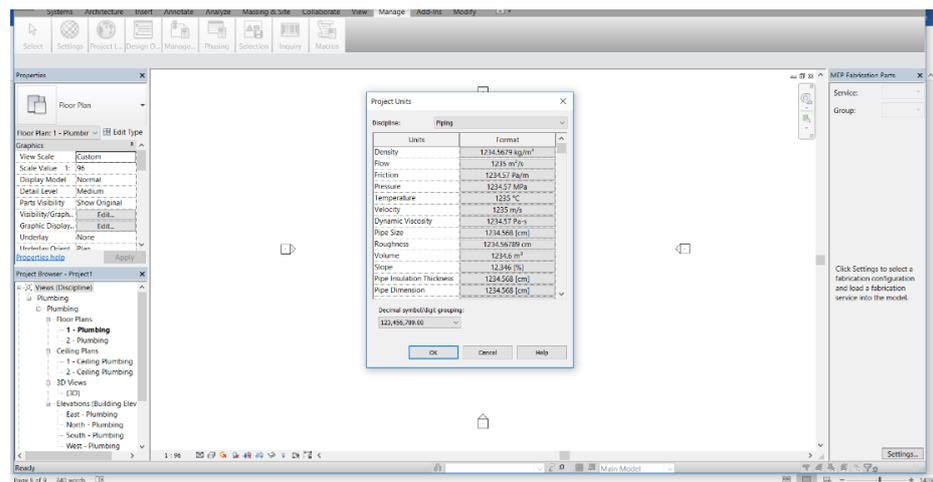
Membuka *software RevitMEP 2016* dan pada tampilan *default* pilih *project plumbing template*. Tampilan *default* dari *software RevitMEP 2016* adalah seperti pada Gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5.1 Tampilan Default Software RevitMEP 2016

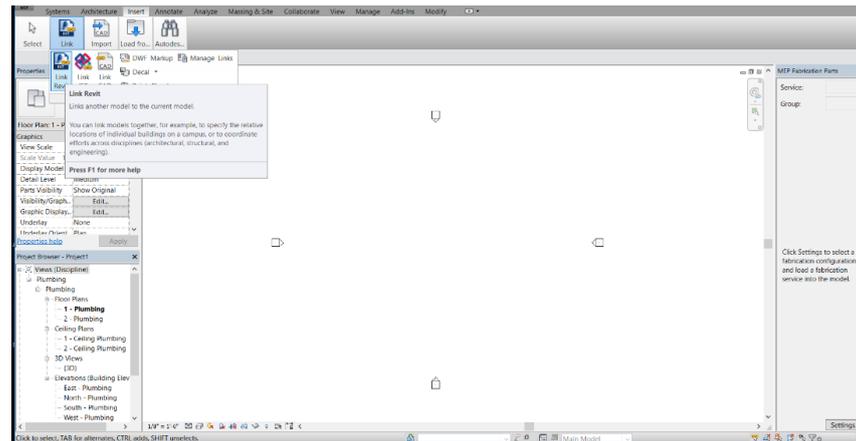
b. *Setting project unist piping*

Memilih *toolbar manage* pada *taskbar* di atas kemudian pilih *project units* dan rmerubah *discipline* menjadi *piping* untuk mengatur *units piping* yang akan digunakan sesuai dengan keperluan. Tampilan *setting project unist* adalah seperti pada Gambar 5.2 berikut ini.



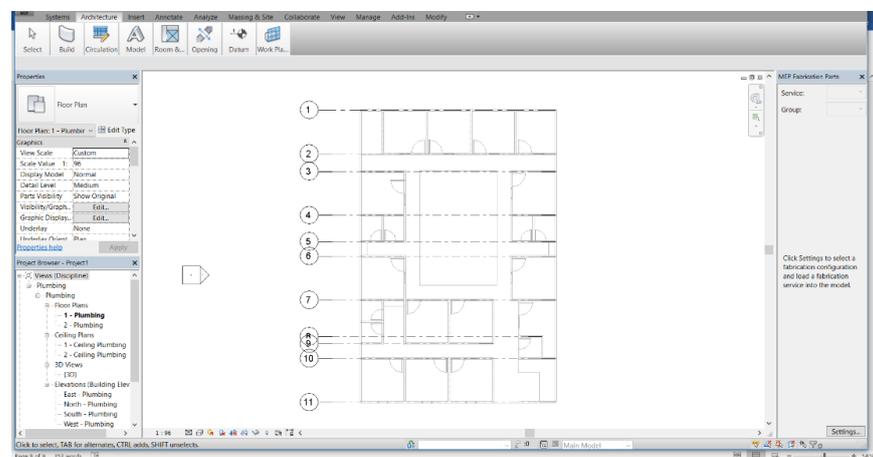
Gambar 5.2 Tampilan Setting project unist piping

- c. Mengintegrasikan *project architectural* kedalam *plumbing templates*
Memilih *insert* pada *taskbar*, kemudian pada *command link* dan pilih *link revit* untuk memasukan *project architectural* kedalam *plumbing templates*. Tampilan integrasi *project architectural* kedalam *plumbing templates* adalah seperti pada Gambar 5.3 berikut ini.



Gambar 5.3 Tampilan *Project Architectural* Kedalam *Plumbing Templates*

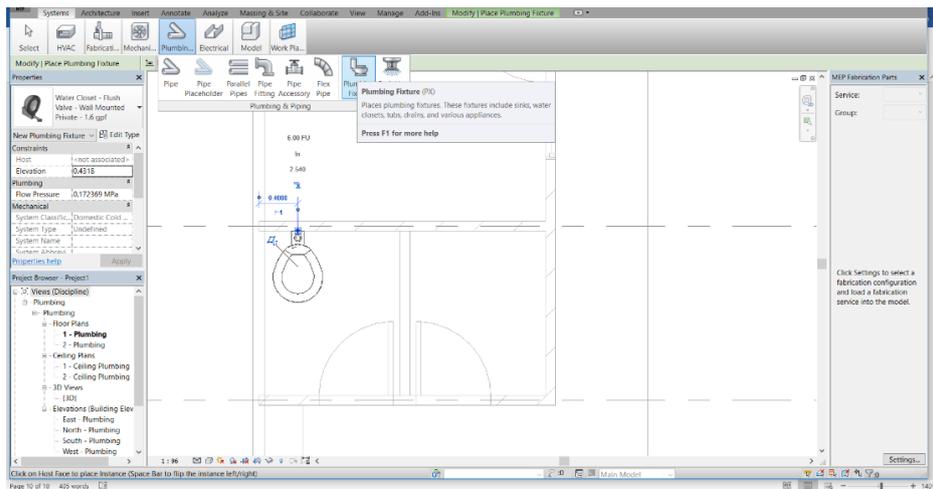
- d. Hasil integrasi *project architectural* kedalam *plumbing templates*
Pada hasil *link*, *project architectural* menjadi satu kesatuan *block* dan tidak bisa diedit, sehingga pada *plumbing templates* hanya difokuskan kepada pembuatan sistem instalasi pipa tanpa mengubah *modelling* dari hasil *project architectural*. Tampilan hasil integrasikan *project architectural* kedalam *plumbing templates* adalah seperti pada Gambar 5.4 berikut ini.



Gambar 5.4 Tampilan Hasil Integrasi

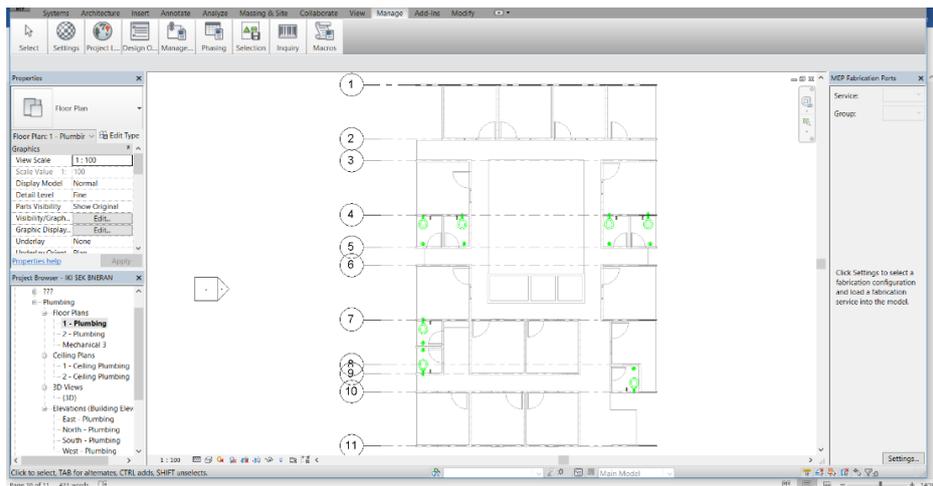
e. Meng-input *plumbing fixtures* kedalam *modelling*

Memilih *command plumbing* pada *taskbar systems* kemudian memilih *plumbing fixtures* dan menginput komponen *utilitas* seperti *water closet*, *floor drain* dan keran air sesuai dengan desain yang sudah direncanakan. Tampilan Meng-input *plumbing fixtures* kedalam *modelling* adalah seperti pada Gambar 5.5 berikut ini.



Gambar 5.5 Tampilan Meng-input Plumbing Fixtures Kedalam Modelling

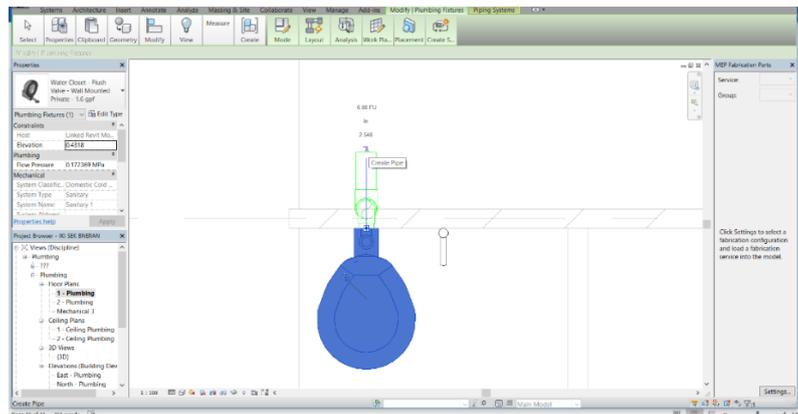
f. Hasil input *plumbing fixtures* kedalam *modelling*



Gambar 5.6 Tampilan Hasil Input Plumbing Fixtures Kedalam Modelling

g. Memasukkan instalasi pipa

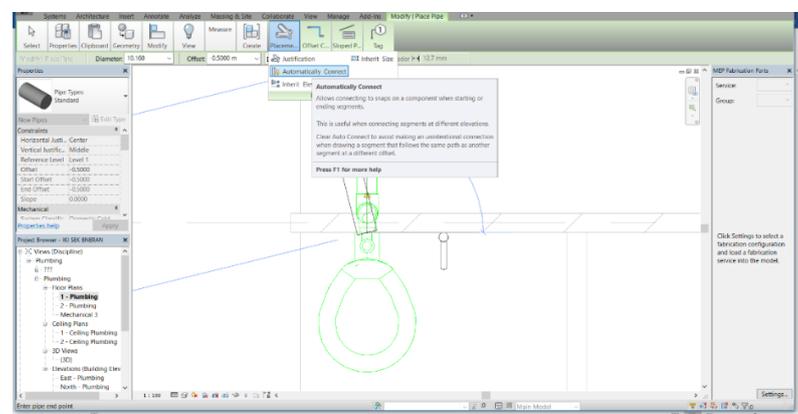
Klik pada *plumbing fixtures* dan pilih *pop up icon* gambar pipa untuk membuat sistem pipanya. Tampilan memasukkan instalasi pipa adalah seperti pada Gambar 5.7 berikut ini.



Gambar 5.7 Tampilan Memasukkan Instalasi Pipa

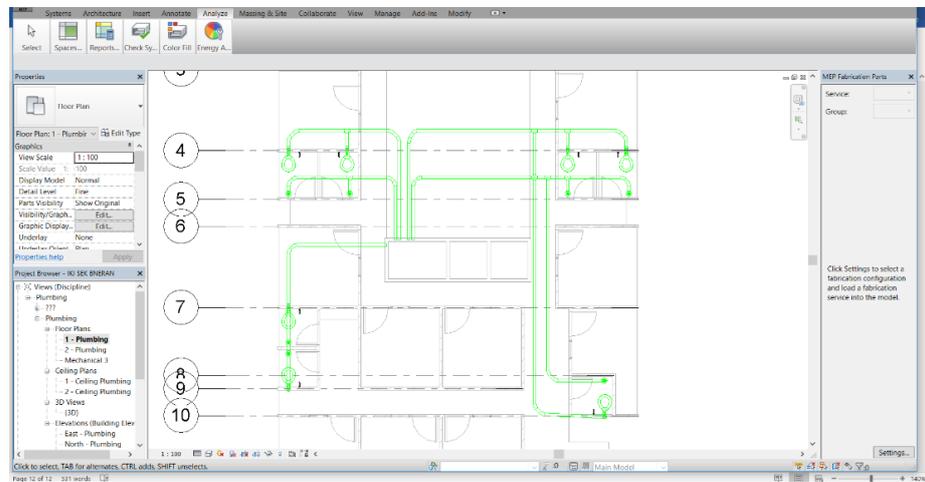
h. Men-setting sambungan, diameter dan elevasi pipa

Setelah pipa keluar dari komponen *plumbing fixtures*, pada *bar modify* dibagian diameter, atur diameter pipa sesuai dengan yang direncanakan kemudian pada bagian *offset* yaitu elevasi penempatan pipa yang akan digunakan diubah sesuai dengan data yang sudah direncanakan dan selanjutnya untuk sambungan pipa pada *taskbar placement setting* diubah menjadi *automatically connect* untuk setiap belokan pipa dan persimpangan pipa.. Tampilan men-setting sambungan, diameter dan elevasi pipa adalah seperti pada Gambar 5.8 berikut ini.



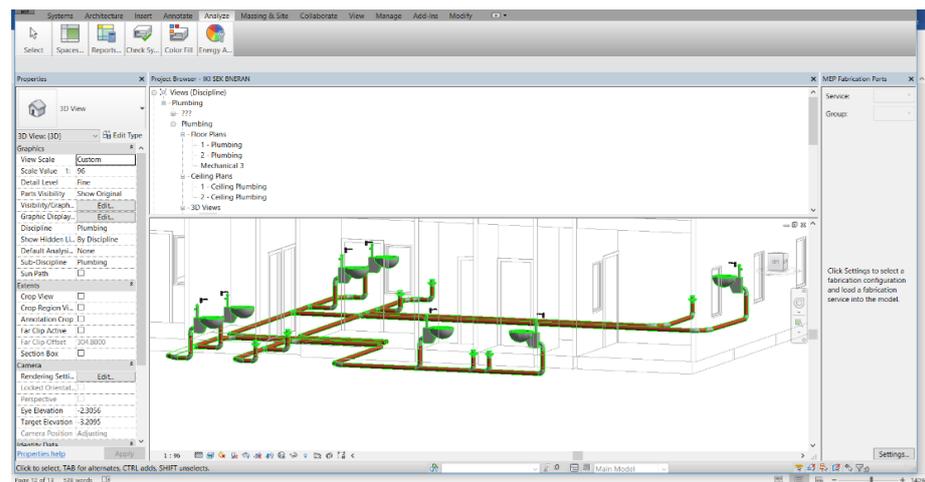
Gambar 5.8 Tampilan Men-setting Sambungan, Diameter dan Elevasi Pipa

i. Hasil *system instalasi pipa*



Gambar 5.9 Tampilan Hasil System Instalasi Pipa

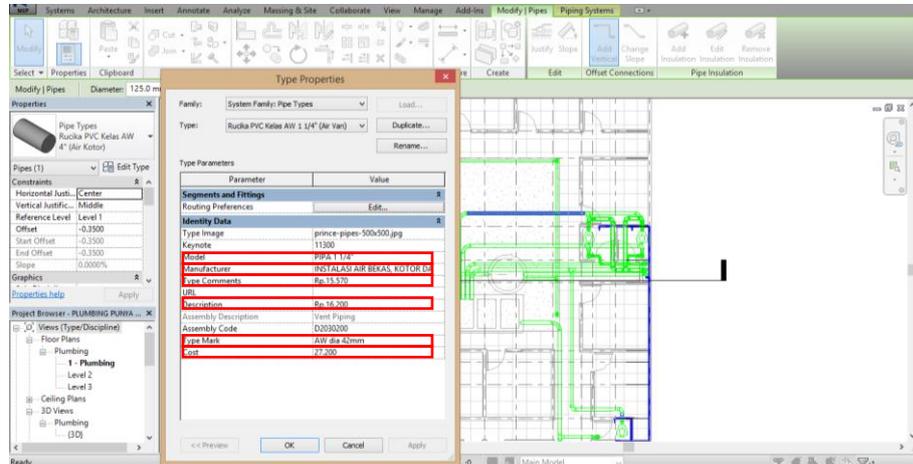
j. Hasil *view 3 dimensi system instalasi pipa*



Gambar 5.10 Tampilan Hasil View 3 Dimensi System Instalasi Pipa

2. Spesifikasi Teknis Material Plumbing Menggunakan *Software RevitMEP*
 Untuk memasukkan spesifikasi teknis (merk, kelas, dimensi dan fungsi pipa) yaitu dengan memberikan keterangan pada masing – masing *family piping* pada parameter *model*, *manufacturer*, *type comments*, *description*, *type mark* dan *cost* sesuai dengan spesifikasi teknis yang digunakan pada dokumen proyek yang sudah dibuat sebelumnya dengan merubah nama *type*. Kemudian men-*setting type properties* yang berada pada *properties bar*, dengan memilih masing masing *family* yang kemudian menentukan *value model*, *manufacturer*, *description* dan *type mark* yang digunakan. Tampilan *type*

properties spesifikasi teknis material plumbing pekerjaan adalah seperti pada Gambar 5.11 berikut ini.

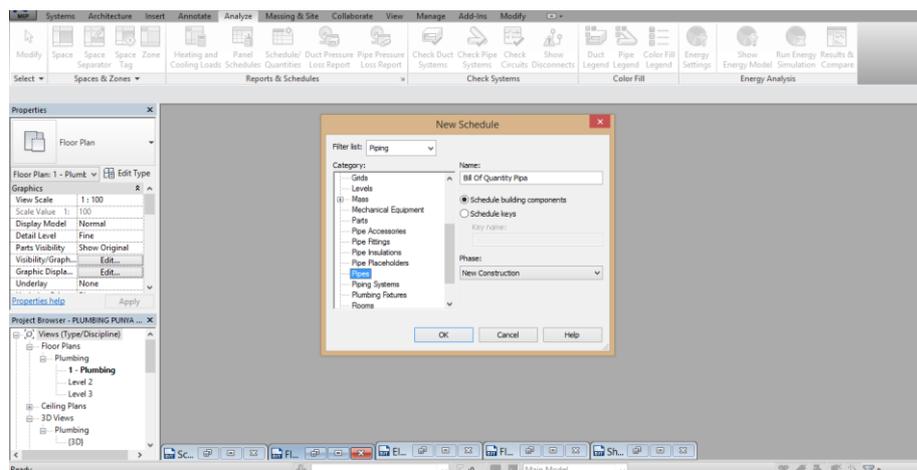


Gambar 5.11 Tampilan *Type Properties* Spesifikasi Teknis Material Plumbing

(Sumber : *Screen Picture RevitMEP 2016*, diakses Tahun 2019)

3. Volume *Quantity Take Off* Masing – Masing *Family* Sesuai WBS

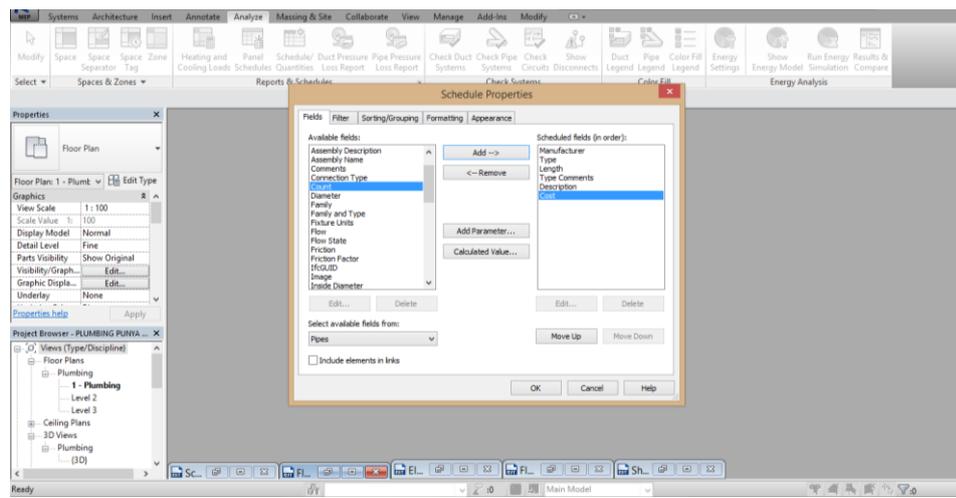
Untuk menganalisa *quantity take off* pekerjaan plumbing pada *RevitMEP 2016* dapat dilakukan dengan memilih *schedules quantities* pada *taskbar reports* yang berada didalam *command analyze* dan kemudian men-*setting schedule quantities*. Memilih *piping* pada *filter list* kemudian pada *category* memilih *pipes* untuk membuat *pipes schedule*. Tampilan *new schedule* adalah seperti pada Gambar 5.12 berikut ini.



Gambar 5.12 Tampilan *New Schedule*

(Sumber : *Screen Picture RevitMEP 2016*, diakses Tahun 2019)

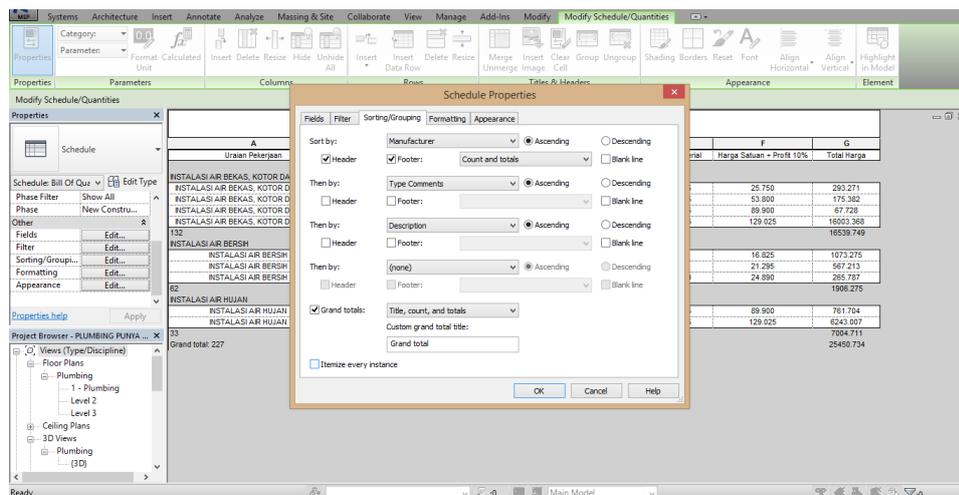
Setelah memilih *pipings* pada *filter list* kemudian pada *category* memilih *pipes* untuk membuat *pipes schedule*, selanjutnya yaitu menentukan *fields* apa saja yang akan ditampilkan sebagai laporan informasi akhir dari *software RevitMEP 2016*. *Fields* yang perlu ditampilkan yaitu *manufacturer*, *type*, *length*, *type comments*, *descriptions* dan *cost*. Tampilan *fields* yang perlu ditampilkan dapat dilihat pada Gambar 5.13 sebagai berikut ini.



Gambar 5.13 Tampilan *Fields*

(Sumber : Screen Picture RevitMEP 2016, diakses Tahun 2019)

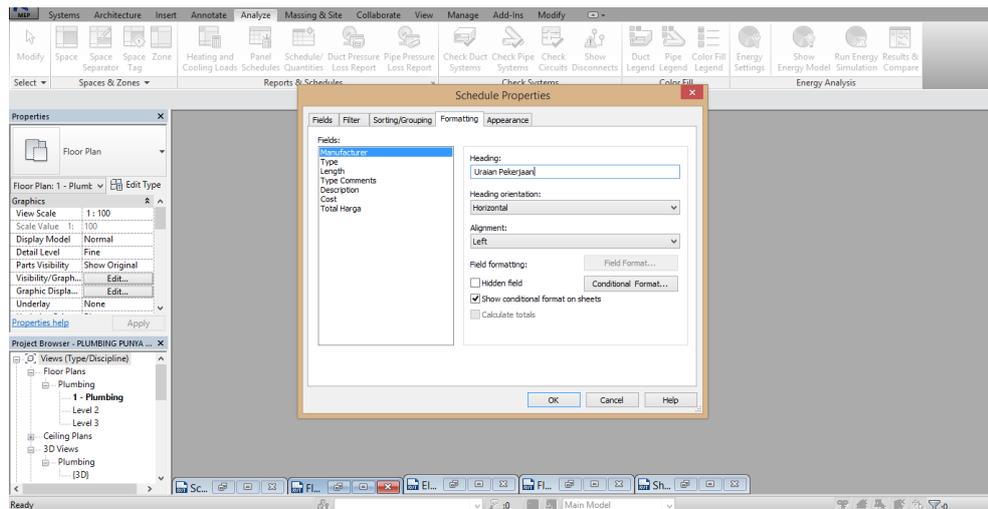
Setelah menentukan *fields* yang perlu ditampilkan, kemudian menentukan *sorting/grouping* sesuai dengan tampilan *schedule properties* pada Gambar 5.15 sebagai berikut ini.



Gambar 5.14 Tampilan *Sorting/Grouping Schedule Properties*

(Sumber : Screen Picture RevitMEP 2016, diakses Tahun 2019)

Setelah proses *sorting/grouping* selesai, kemudian merubah nama *fields* sesuai dengan kebutuhan yang perlu ditampilkan pada laporan akhir yaitu pada *formatting schedule properties*. *Fields* yang perlu dirubah yaitu *manufacturer* menjadi uraian pekerjaan, *length* menjadi volume,. Tampilan merubah nama pada *formatting schedule properties* dapat dilihat pada Gambar 5.16 sebagai berikut ini.



Gambar 5.15 Tampilan *Formatting Heading Schedule Properties*
(Sumber : *Screen Picture RevitMEP 2016*, diakses Tahun 2019)

Setelah proses *formatting schedule properties* selesai dirubah, kemudian didapatkan hasil dari tiap – tiap *fields* yang sudah ditentukan sebagai keperluan yang perlu ditampilkan pada laporan *quantity take off* dengan menggunakan *software RevitMEP 2016* dengan nilai grand total pada *fields* volume disetiap uraian pekerjaan. Tampilan *fields* keseluruhan dari hasil *quantity take off* dapat dilihat pada Gambar 5.17 sebagai berikut ini.

A	B	C	D	E	F	G
Uraian Pekerjaan	Type	Volume	AHS Tenaga	AHS Material	Harga Satuan + Profit 10%	Total Harga
INSTALASI AIR BEKAS, KOTOR DAN VENT						
INSTALASI AIR BEKAS, KOTOR DAN VENT	Rucika PVC Kelas D 2" (Air Kotor)	11,389	Rp. 15.570	Rp. 18.225	25.750	293.271
INSTALASI AIR BEKAS, KOTOR DAN VENT	Rucika PVC Kelas AW 2" (Air Kotor)	3,260	Rp. 15.570	Rp. 22.275	53.800	175.382
INSTALASI AIR BEKAS, KOTOR DAN VENT	Rucika PVC Kelas AW 3" (Air Kotor)	0,753	Rp. 23.280	Rp. 43.525	89.900	67.729
INSTALASI AIR BEKAS, KOTOR DAN VENT	Rucika PVC Kelas AW 4" (Air Kotor)	124,033	Rp. 23.280	Rp. 74.925	129.025	16003.368
132		139,435				18539.749
INSTALASI AIR BERSIH						
INSTALASI AIR BERSIH	Rucika PVC Kelas AW 1/2" (Air Bersih)	63,790	Rp. 10.380	Rp. 8.075	18.825	1073.275
INSTALASI AIR BERSIH	Rucika PVC Kelas AW 3/4" (Air Bersih)	26,636	Rp. 10.380	Rp. 8.100	21.295	567.213
INSTALASI AIR BERSIH	Rucika PVC Kelas AW 1" (Air Bersih)	10,678	Rp. 10.380	RP. 12.150	24.690	265.787
62		101,105				1906.275
INSTALASI AIR HUJAN						
INSTALASI AIR HUJAN	Rucika PVC Kelas AW 3" (Air Hujan)	8,473	Rp. 23.280	Rp. 42.525	89.900	761.704
INSTALASI AIR HUJAN	Rucika PVC Kelas AW 4" (Air Hujan)	48,398	Rp. 23.280	Rp. 74.925	129.025	6243.007
33		56,871				7064.711
Grand total: 227		297,399				2540,734

Gambar 5.16 Tampilan Volume *Quantity Take Off*
(Sumber : Screen Picture RevitMEP 2016, diakses Tahun 2019)

4. Total *Quantity Take Off* Material Plumbing

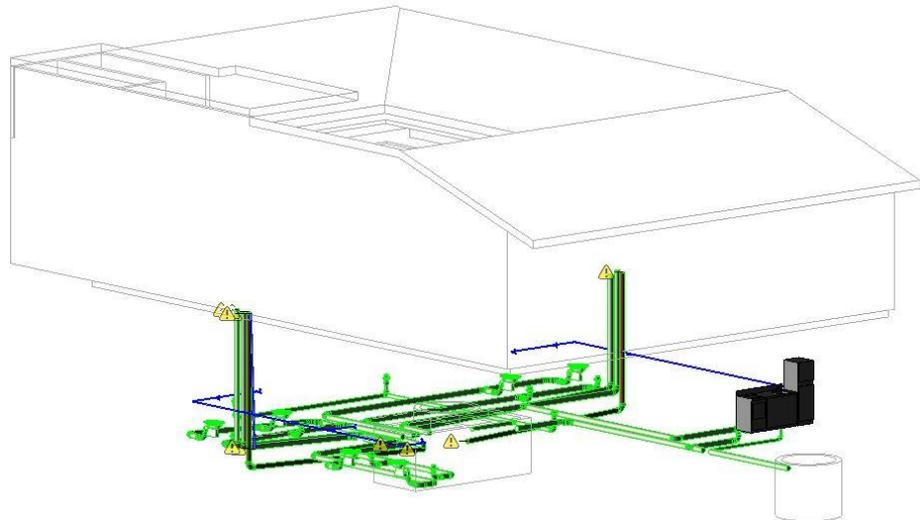
Total *quantity take off* material untuk keseluruhan pekerjaan plumbing yang disusun yaitu dengan menggunakan *software* pendukung, karena *quantity take off* yang dihasilkan dari *software RevitMEP 2016* secara *work break down structure* dari awal pengerjaannya tidak bisa secara mendetail pada satuan yang diperoleh. Oleh karena dibutuhkan *software* pendukung *Ms. Excel* dalam proses estimasi *quantity take off* material pekerjaan plumbing. Informasi *quantity take off* yang didapatkan pada *software RevitMEP 2016* kemudian diintegrasikan kedalam *software Ms. Excel* guna analisis estimasi *quantity take off* material pekerjaan plumbing untuk penyajian hasil akhir yang dapat dibandingkan dengan *quantity take off* material pekerjaan plumbing secara konvensional dari rencana anggaran biaya proyek.

5.2.3 Output *Quantity take Off Material* dari Software *RevitMEP 2016* dan Software Pendukung

Output yang dihasilkan dari software *RevitMEP 2016* dan software pendukung adalah sebagai berikut ini.

1. Volume *Quantity Take Off* Setiap Pekerjaan berdasarkan WBS
 - a. Lantai 1

Output dari software *RevitMEP 2016* yaitu berupa volume dari *quantity take off* tiap – tiap pekerjaan yang ada pada pekerjaan plumbing sesuai dengan *work breakdown structure* (WBS) yang direncanakan mulai dari sistem instalasi pipa (*pipes*), *pipe fittings* dan *plumbing fixtures*. Tampilan *quantity take off* untuk kebutuhan material lantai 1 dari sistem instalasi pipa (*pipes*) dapat dilihat pada rekapitulasi kebutuhan keseluruhan material plumbing pada Gambar 5.24 sedangkan untuk *pipe fittings* dan *plumbing fixtures* dapat dilihat pada Gambar 5.17 dan Gambar 5.18 sebagai berikut ini.



Gambar 5.17 Modelling Lantai 1

(Sumber : *Screen Capture RevitMEP 2016*, diakses Tahun 2019)

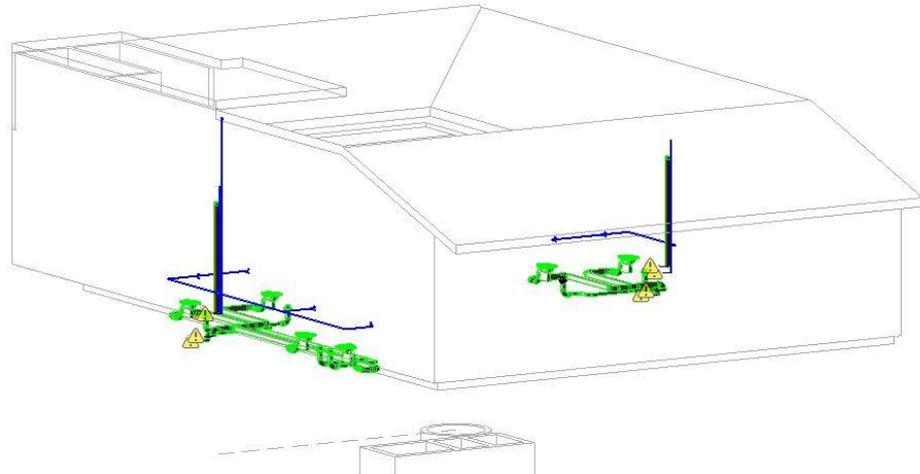
Bill Of Quantity Breakdown Fitting Dan Fixtures / Lantai			
Uraian Pekerjaan	Lantai	Spesifikasi	Volume
FIRST FLOOR			
Pipe Fittings			
Pemasangan Elbow PVC 2"	FIRST FLOOR	Rucika Elbow 2" (Air Kotor) Tipe AW	3
Pemasangan Elbow PVC 3"	FIRST FLOOR	ELBOW WELDED RUCIKA 3"	1
Pemasangan Elbow PVC 3"	FIRST FLOOR	Rucika Elbow 3" (Air Hujan)	3
Pemasangan Elbow PVC 3"	FIRST FLOOR	Rucika Elbow 3" (Air Kotor)	10
Pemasangan Elbow PVC 4"	FIRST FLOOR	Rucika Elbow 4" (Air Kotor)	45
Pemasangan Reducer PVC 4"-3"	FIRST FLOOR	Rucika Reducer Pipa 4"-3"	22
Pemasangan Tee PVC 1/2"	FIRST FLOOR	Rucika Tee 1/2" (Air Bersih) kelas AW	8
Pemasangan Tee PVC 3"	FIRST FLOOR	Rucika Tee 3" (Air Hujan) Kelas AW	1
Pemasangan Tee PVC 4"	FIRST FLOOR	Rucika Tee 4" (Air Kotor) Kelas AW	8
Pemasangan Welded Reducer PVC 4"-3"	FIRST FLOOR	TRANSITION REDUCE WELDED RUCIKA 4"-3"	3
Plumbing Fixtures			
Pemasangan Closet Jongkok	FIRST FLOOR	Closet Jongkok Toto (Warna Putih)	7
Pemasangan Floor Drain	FIRST FLOOR	Floor Drain Toto	10
Pemasangan Kitchen Zink	FIRST FLOOR	Kitchen Zink Royal	1
Pemasangan kran air	FIRST FLOOR	Kran Toto	13

Gambar 5.18 Tampilan Volume *Quantity Take Off* Lantai 1
(Sumber : *QTO RevitMEP 2016*, diakses Tahun 2019)

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 6

b. Lantai 2

Output dari *software RevitMEP 2016* yaitu berupa volume dari *quantity take off* tiap – tiap pekerjaan yang ada pada pekerjaan plumbing sesuai dengan *work breakdown structure* (WBS) yang direncanakan mulai dari sistem instalasi pipa (*pipes*), *pipe fittings* dan *plumbing fixtures*. Tampilan *quantity take off* untuk kebutuhan material lantai 2 dari sistem instalasi pipa (*pipes*) dapat dilihat pada rekapitulasi kebutuhan keseluruhan material plumbing pada Gambar 5.24 sedangkan untuk *pipe fittings* dan *plumbing fixtures* dapat dilihat pada Gambar 5.19 dan Gambar 5.20 sebagai berikut ini.



Gambar 5.19 Modelling Lantai 2

(Sumber : *Screen Capture RevitMEP 2016*, diakses Tahun 2019)

Bill Of Quantity Breakdown Fitting Dan Fixtures / Lantai			
Uraian Pekerjaan	Lantai	Spesifikasi	Volume
SECOND FLOOR			
Pipe Fittings			
Pemasangan Elbow PVC 1/2"	SECOND FLOOR	Rucika Elbow 1/2" (Air Bersih)	11
Pemasangan Elbow PVC 2"	SECOND FLOOR	Rucika Elbow 2" (Air Kotor) Tipe AW	1
Pemasangan Elbow PVC 2"	SECOND FLOOR	Rucika Elbow 2" (Air Kotor) Tipe D	7
Pemasangan Elbow PVC 3"	SECOND FLOOR	ELBOW WELDED RUCIKA 3"	4
Pemasangan Elbow PVC 3"	SECOND FLOOR	Rucika Elbow 3" (Air Kotor)	11
Pemasangan Elbow PVC 4"	SECOND FLOOR	Rucika Elbow 4" (Air Hujan)	3
Pemasangan Elbow PVC 4"	SECOND FLOOR	Rucika Elbow 4" (Air Kotor)	19
Pemasangan Reducer PVC 3"-2"	SECOND FLOOR	Rucika Reducer Pipa 3"-2"	7
Pemasangan Reducer PVC 3/4"-1/2"	SECOND FLOOR	Rucika Reducer Pipa 3/4"-1/2"	8
Pemasangan Reducer PVC 4"-3"	SECOND FLOOR	Rucika Reducer Pipa 4"-3"	7
Pemasangan Tee PVC 1/2"	SECOND FLOOR	Rucika Tee 1/2" (Air Bersih) kelas AW	4
Pemasangan Tee PVC 2"	SECOND FLOOR	Rucika Tee 2" (Air Kotor kelas D	4
Pemasangan Tee PVC 3"	SECOND FLOOR	TEE WELDED RUCIKA 3" AW	4
Pemasangan Tee PVC 4"	SECOND FLOOR	Rucika Tee 4" (Air Kotor) Kelas AW	4
Pemasangan Welded Reducer PVC 4"-3"	SECOND FLOOR	TRANSITION REDUCE WELDED RUCIKA 4"-3"	10
Plumbing Fixtures			
Pemasangan Closet Jongkok	SECOND FLOOR	Closet Jongkok Toto (Warna Putih)	6
Pemasangan Floor Drain	SECOND FLOOR	Floor Drain Toto	7

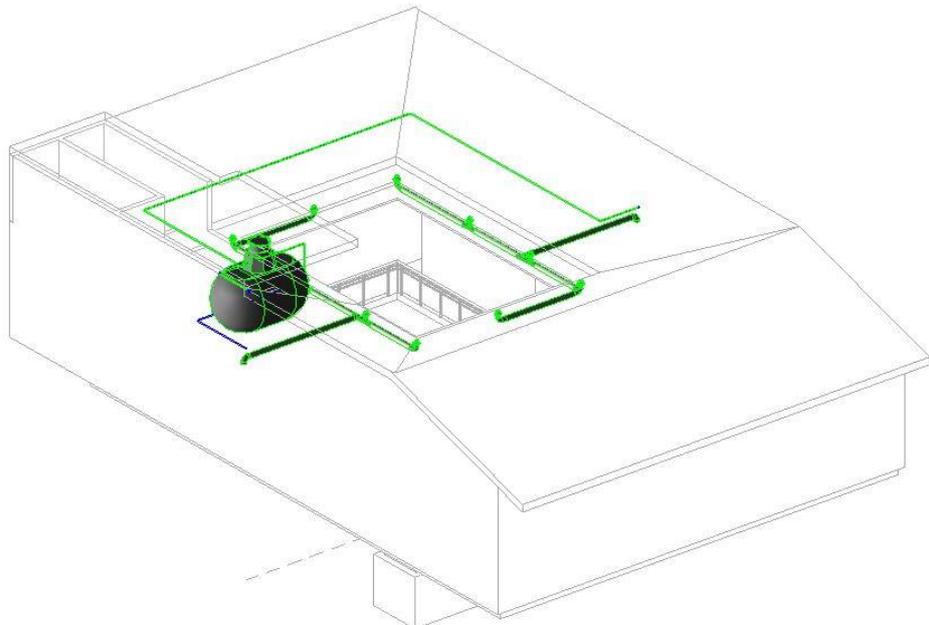
Gambar 5.20 Tampilan Volume *Quantity Take Off* Lantai 2

(Sumber : *QTO RevitMEP 2016*, diakses Tahun 2019)

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 6

c. Lantai 3

Output dari *software RevitMEP 2016* yaitu berupa volume dari *quantity take off* tiap – tiap pekerjaan yang ada pada pekerjaan plumbing sesuai dengan *work breakdown structure (WBS)* yang direncanakan mulai dari sistem instalasi pipa (*pipes*), *pipe fittings* dan *plumbing fixtures*. Tampilan *quantity take off* untuk kebutuhan material lantai 3 dari sistem instalasi pipa (*pipes*) dapat dilihat pada rekapitulasi kebutuhan keseluruhan material plumbing pada Gambar 5.24 sedangkan untuk *pipe fittings* dan *plumbing fixtures* dapat dilihat pada Gambar 5.21 dan Gambar 5.22 sebagai berikut ini.



Gambar 5.21 Modelling Lantai 3

(Sumber : *Screen Capture RevitMEP 2016*, diakses Tahun 2019)

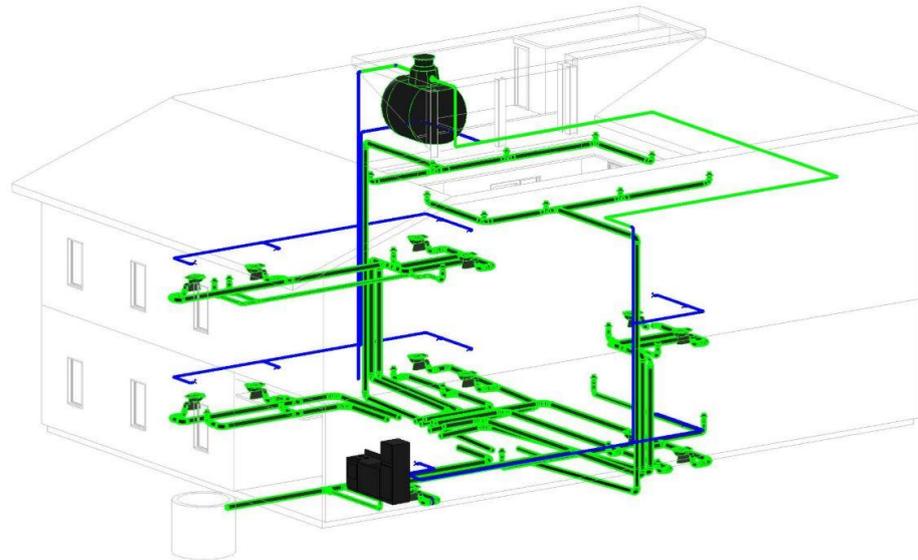
Bill Of Quantity Breakdown Fitting Dan Fixtures / Lantai			
Uraian Pekerjaan	Lantai	Spesifikasi	Volume
THIRD FLOOR			
Pipe Fittings			
Pemasangan Elbow PVC 1"	THIRD FLOOR	Rucika Elbow 1" (Air Bersih)	2
Pemasangan Elbow PVC 3"	THIRD FLOOR	ELBOW WELDED RUCIKA 3"	4
Pemasangan Elbow PVC 3/4"	THIRD FLOOR	Rucika Elbow 3/4" (Air Bersih)	5
Pemasangan Elbow PVC 4"	THIRD FLOOR	Rucika Elbow 4" (Air Hujan)	1
Pemasangan Elbow PVC 4"	THIRD FLOOR	Rucika Elbow 4" (Air Kotor)	1
Pemasangan Reducer PVC 3/4"-1/2"	THIRD FLOOR	Rucika Reducer Pipa 3/4"-1/2"	2
Pemasangan Tee PVC 3/4"	THIRD FLOOR	Rucika Tee 3/4" (Air Bersih) kelas AW 2	1
Pemasangan Tee PVC 4"	THIRD FLOOR	TEE WELDED RUCIKA 4" AW	2
Pemasangan Welded Reducer PVC 4"-3"	THIRD FLOOR	TRANSITION REDUCE WELDED RUCIKA 4"-3"	5
Plumbing Fixtures			
Pemasangan Floor Drain	THIRD FLOOR	Floor Drain Toto	10
Pemasangan Water Toren	THIRD FLOOR	Water Toren Penguin Kapasitas 1050 liter	1

Gambar 5.22 Tampilan Volume *Quantity Take Off* Lantai 3
(Sumber : *QTO RevitMEP 2016*, diakses Tahun 2019)

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 6

d. Rekapitulasi Kebutuhan Keseluruhan Material Plumbing

Output dari *software RevitMEP 2016* dan *software* pendukung yaitu berupa volume dari *quantity take off* tiap – tiap pekerjaan yang ada pada pekerjaan plumbing mulai dari sistem instalasi pipa (*pipes*), *pipe fittings* dan *plumbing fixtures*. Tampilan *quantity take off* dari sistem instalasi pipa (*pipes*), *pipe fittings* dan *plumbing fixtures* dapat dilihat pada Gambar 5.24, Gambar 5.25, Gambar 5.26 dan Gambar 5.27 sebagai berikut ini.



Gambar 5.23 Modelling Keseluruhan Bangunan
(Sumber : *Screen Capture RevitMEP 2016*, diakses Tahun 2019)

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 8

Quantity Take Off PIPA		
Uraian Pekerjaan	Type	Volume
INSTALASI AIR BEKAS, KOTOR DAN VENT		
INSTALASI AIR BEKAS, KOTOR DAN VENT	Rucika PVC Kelas AW 1 1/4" (Air Van)	11.389
INSTALASI AIR BEKAS, KOTOR DAN VENT	Rucika PVC Kelas AW 2" (Air Kotor)	3.260
INSTALASI AIR BEKAS, KOTOR DAN VENT	Rucika PVC Kelas AW 3" (Air Kotor)	0.753
INSTALASI AIR BEKAS, KOTOR DAN VENT	Rucika PVC Kelas AW 4" (Air Kotor)	117.305
INSTALASI AIR BEKAS, KOTOR DAN VENT	Rucika PVC Kelas D 2" (Air Kotor)	5.169
131		137.877
INSTALASI AIR BERSIH		
INSTALASI AIR BERSIH	Rucika PVC Kelas AW 1" (Air Bersih)	10.678
INSTALASI AIR BERSIH	Rucika PVC Kelas AW 1/2" (Air Bersih)	65.349
INSTALASI AIR BERSIH	Rucika PVC Kelas AW 3/4" (Air Bersih)	26.636
63		102.663
INSTALASI AIR HUJAN		
INSTALASI AIR HUJAN	Rucika PVC Kelas AW 3" (Air Hujan)	8.473
INSTALASI AIR HUJAN	Rucika PVC Kelas AW 4" (Air Hujan)	48.386
33		56.859
Grand total: 227		297.399

Gambar 5.24 Tampilan *Quantity Take Off* Sistem Instalasi Pipa (Pipes)

(Sumber : *Screen Picture RevitMEP 2016*, diakses Tahun 2019)

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 6

Quantity Take Off FITTING PIPA		
Uraian Pekerjaan	Type	Volume
Rucika		
Rucika		15
15 Pemasangan Welded Reducer PVC 4"-3"		
Pemasangan Welded Reducer PVC 4"-3"	TRANSITION REDUCE WELDED RUCIKA 4"-3"	18
18 Pemasangan Tee PVC 4"		
Pemasangan Tee PVC 4"	Rucika Tee 4" (Air Kotor) Kelas AW	12
12 Pemasangan Tee PVC 3/4"		
Pemasangan Tee PVC 3/4"	Rucika Tee 3/4" (Air Bersih) kelas AW 2	1
1		

Gambar 5.25 Tampilan *Quantity Take Off Pipe Fittings*
(Sumber : *Screen Picture RevitMEP 2016*, diakses Tahun 2019)

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 6

Quantity Take Off Aksesoris Sanitasi		
Uraian Pekerjaan	Type	Volume
Pemasangan Closet Jongkok		
Pemasangan Closet Jongkok	Closet Jongkok Toto (Warna Putih)	13
13 Pemasangan Floor Drain		
Pemasangan Floor Drain	Floor Drain Toto	27
27 Pemasangan Kitchen Zink		
Pemasangan Kitchen Zink	Kitchen Zink Royal	1
1 Pemasangan kran air		
Pemasangan kran air	Kran Toto	13
13 Pemasangan Water Toren		
Pemasangan Water Toren	Water Toren Penguin Kapasitas 1050 liter	1
1 Grand total: 55		

Gambar 5.26 Tampilan *Quantity Take Off Plumbing Fixtures*
(Sumber : *Screen Picture RevitMEP 2016*, diakses Tahun 2019)

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 6

2. Laporan Total *Quantity Take Off* Material Pekerjaan Plumbing

Pada estimasi *quantity take off* material pekerjaan plumbing digunakan *software* pendukung untuk mengolah data *quantity take off* yang didapatkan dengan *software RevitMEP 2016*. Dikarenakan pada *software RevitMEP 2016* tidak menampilkan secara detail dari rekapitulasi estimasi *quantity take off* material pekerjaan plumbing, maka dari itu diperlukan *software* pendukung yaitu *Ms. Excel* untuk mengolah data – data tersebut hingga mendapatkan rekapitulas *quantity take off* untuk penyajiannya. Tampilan Rekapitulasi Total *Quantity Take Off* Material Pekerjaan Plumbing pada *software* pendukung *Ms. Excel* dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut ini.

Tabel 5.1 Rekapitulasi Total *Quantity Take Off* Material Pekerjaan Plumbing

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
	PEKERJAAN INSTALASI PIPA LANTAI 1 dan 2		
A	Instalasi Air Bekas, Kotor dan Vent		
	<i>Pipa PVC AW ex. Rucika</i>		
1	Pipa PVC kelas AW dia. 100 atau 4"	m'	123.8
2	Pipa PVC kelas AW dia. 80 atau 3"	m'	0.9
3	Pipa PVC kelas AW dia. 50 mm atau 2"	m'	3.1
4	Pipa PVC kelas AW dia. 32 mm atau 1 1/4"	m'	21.8
5	Pipa PVC kelas D dia. 50 mm atau 2" (FD)	m'	11.4
B	Instalasi Air Hujan		
	<i>Pipa PVC AW ex. Rucika</i>		
1	Pipa PVC kelas AW dia. 100 atau 4"	m'	48.4
2	Pipa PVC kelas AW dia. 80 atau 3"	m'	13.5
3	Roof drain dia 100 atau 2"	bh	10.0
C	Instalasi Air Bersih		
	<i>Pipa PVC AW ex. Rucika</i>		
1	<i>Pipa PVC AW dia. 25 mm atau 1 "</i>	m'	10.7
2	Pipa PVC AW dia. 20 mm atau 3/4 "	m'	26.6
3	Pipa PVC AW dia. 15 mm atau 1/2 "	m'	58.8

Lanjutan Tabel 5.1 Rekapitulasi Total *Quantity Take Off* Material Pekerjaan Plumbing

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
D	Aksesoris Pipa		
	<i>Aksesoris Pipa PVC AW ex. Rucika</i>		
1	<i>Tee PVC dia. 100 atau 4"</i>	bh	35.0
2	<i>Elbow PVC dia.100 atau 4"</i>	bh	138.0
3	<i>Reducer PVC dia. 80 atau 3" / dia. 100 atau 4"</i>	bh	42.0
9	<i>Bal Valve PVC 3/4 "</i>	bh	8.0
E	PEKERJAAN SANITASI LANTAI 1 dan 2		
1	<i>Pekerjaan pemasangan kran air 1/2" dan 3/4"</i>	bh	13.0
2	<i>Pekerjaan pemasangan floor drain</i>	bh	34.0
3	<i>Pekerjaan pemasangan closet jongkok porselen</i>	bh	13.0
4	<i>Pekerjaan pemasangan bak zink</i>	bh	1.0
5	<i>Pekerjaan pemasangan water toren</i>	bh	2.0

Untuk lebih jelasnya mengenai rekapitulasi total estimasi *quantity take off* material pekerjaan plumbing dari *software* pendukung *Ms. Excel* dapat dilihat pada Lampiran 6.

5.3 Pembahasan

Indikator keberhasilan dari proses implementasi konsep *Building information modelling* (BIM) dalam estimasi total *quantity take off* material pekerjaan plumbing pada mulanya dapat ditinjau dari proses *authorizing* atau *modelling* informasi yang dimasukkan kedalam model 3D sistem instalasi plumbing yang sebelumnya sudah dimodelkan sesuai dengan dokumen 2D yang diperoleh dari proyek studi kasus. Dalam proses *authorizing* tersebut dilakukan pemberian segala informasi sesuai spesifikasi teknis yang berada pada *detailed engineering design*, mulai dari informasi mengenai mulai dari merk, kelas dan dimensi pipa yang dipakai dalam studi kasus, fungsi atau kegunaan pipa dengan menggunakan *software RevitMEP 2016*.

Ditinjau dari segi manajemen proyek yang mempertimbangkan unsur biaya pada *triple constrain* (biaya, mutu dan waktu) dan juga konsep *lean construction* yang mempertimbangkan peningkatan *value* dan meminimalisir *waste*, proses *authorizing* atau *modelling* informasi dapat menjadi suatu metode untuk meningkatkan *value* dan meminimalisir *waste* yang selaras dengan efisiensi biaya yang akan dikeluarkan pada proses konstruksi karena pada konsep *lean construction* pada tahap perencanaan *modelling* informasi sudah dipelajari terlebih dahulu dan sistem koordinasinya pun membuat dan menepati komitmen informasi yang sudah dimodelkan sebelumnya.

Proses *authorizing* atau *modelling* informasi mendukung penuh konsep *building information modelling* dimana informasi yang sudah dimasukkan kedalam model 3D dapat diintegrasikan dengan berbagai disiplin ilmu (*interoperability*) yang mendukung kompleksitas pekerjaan dalam kerangka dan metode *Common Data Environment (CDE)* yang tepat. Ditinjau dari sisi integrasi produk dalam sebuah proyek, *building information modelling* (BIM) mampu memberikan berbagai manfaat seperti, meningkatkan kecepatan dalam proses desain, ketepatan dalam evaluasi desain seperti uji tumbukan (*clash detection*) dan manajemen resiko, memberikan kemudahan dalam proses koordinasi dan kolaborasi, memiliki kemampuan tinggi untuk beradaptasi terhadap perubahan diberbagai *fase*, memberikan kemudahan untuk mengemas penjadwalan (*scheduling*) dan biaya (*costing*) dalam satu paket sehingga memudahkan dalam proses pengambilan keputusan dan juga bisa diperpanjang untuk keperluan *facility management and asset management*.

Indikator keberhasilan dari proses implementasi konsep *Building information modelling* (BIM) dalam estimasi total *quantity take off* material pekerjaan plumbing juga dapat dilihat dari segi dimensi konstruksi BIM dan tingkat implementasinya (*maturity level*). Secara 3D (*Parametric Data for Collaborative Work*) proses *authorizing* sudah berhasil memvisualisasi dan mengkomunikasikan maksud desain, peningkatan kolaborasi multidisiplin dan mengurangi pengerjaan ulang karena kesalahan komunikasi pada tahap desain. Ditinjau secara lebih detail, *3D building data and information, existing model data, data prefabrikasi bim, field*

layout and civil data juga sudah dapat ditampilkan pada proses *authorizing*. Secara 5D (*estimating*) proses implementasinya juga dimungkinkan pihak terakait untuk memvisualisasikan data kemajuan kegiatan dan biaya dari waktu ke waktu mengenai *conceptual cost planning, quantity extraction to cost estimation, trade verification, value engineering, prefabrication* yang berkaitan dengan bagaimana konsep dari *quantity take off*, pendetailan estimasi total *quantity take off* material pekerjaan plumbing dari kuantitas material yang dibutuhkan, verifikasi yang sudah legal atas dasar dokumen proyek yang didapatkan, dan ada atau tidaknya rekayasa nilai yang dilakukan serta penyusunan dokumen akhir dari informasi yang sudah dimasukkan sebelumnya.

Tingkat implementasi konsep *building information modelling* pada penelitian ini juga sudah berada pada level 3 BIM karena sudah memungkinkan untuk berkolaborasi secara penuh antar semua disiplin dan pelaku menggunakan satu objek (*shared object*). Semua pelaku dapat mengerjakan, memodifikasi obyek yang sama atau bisa dikatakan pada penelitian ini sudah menerapkan konsep *OpenBIM*.

Ditinjau dari *software* bantu yaitu *RevitMEP 2016* yang digunakan untuk proses *authorizing* atau *modelling* informasi ini juga sebagai indikator keberhasilan dari proses implementasi konsep *building information modelling*, karena *output* dari *software RevitMEP 2016* mampu menampilkan *quantity take off* beserta dengan informasi sesuai dengan spesifikasi teknis yang sudah dimasukkan pada proses *modelling* sistem instalasi plumbing diawal. Pada proses *authorizing* dengan menggunakan *software RevitMEP 2016* ini pun juga sudah menerapkan *OpenBIM* yang memungkinkan hasil dari proses *authorizing* ini bisa diintegrasikan atau berkolaborasi secara penuh antar semua disiplin dan pelaku menggunakan satu objek (*shared object*) karena format filenya bisa dibuat menjadi IFC (*Industry Foundation Classes*) yang berfungsi menjembatani antar *software – software* BIM yang masing – masing mempunyai format data sendiri.

Proses *authorizing* juga mempertimbangkan instruksi langsung dari *owner* mengenai pengelompokkan *main line pipe* beserta *sloping pipe* yang dirujuk pada spesifikasi teknis atau standar – standar yang digunakan pada dokumen proyek

yaitu SNI 03 – 7065 – 20012 mengenai tata cara perencanaan sistem plumbing dan SNI 2398:2017 mengenai tata cara perencanaan tangki septik dengan pengolahan lanjutan (sumur resapan, bidang resapan, *up flow filter*, kolam sanitasi) untuk sistem instalasi plumbing sehingga *modelling* informasi kedalam 3D sesuai dengan kaidah dan standar yang benar dan menjadikan *valid MEP model*. Lebih lanjut lagi mengenai estimasi total *quantity take off* material pekerjaan plumbing, setelah mendapatkan informasi *quantity take off* dari *software RevitMEP 2016* dalam penyusunan dan analisis lebih lanjut agar didapatkan *valid* data estimasi total *quantity take off* material pekerjaan plumbing dapat diintegrasikan dengan *software* pendukung untuk menganalisis informasi *quantity take off* tersebut yaitu dengan menggunakan *software microsoft excel*. Pada *software* ini dilakukan analisa mengenai rekapitulasi total *quantity take off* material pekerjaan plumbing.

5.3.1 Perbedaan Hasil *Software* Pendukung Dengan Dokumen Proyek

Secara spesifik perbedaan yang muncul diakibatkan karena dalam proses analisa estimasi total *quantity take off* material pekerjaan plumbing antara dokumen proyek dengan analisa *software* pendukung menggunakan acuan yang berbeda. Dimana dokumen proyek menyusun estimasi total *quantity take off* material dengan menggunakan acuan DED 2 dimensi sedangkan dalam proses analisa menggunakan *software* pendukung menggunakan acuan *modelling* 3 dimensi yang sebelumnya sudah *dimodelling* kembali dengan acuan DED 2 dimensi dari dokumen proyek menggunakan *software RevitMEP 2016* untuk mengetahui *quantity take off* dari masing masing material yang dibutuhkan. Perbedaan hasil *quantity take off* material dapat dilihat pada Tabel 5.2 sebagai berikut ini.

Tabel 5.2 Perbedaan Hasil *Quantity Take Off* Material Plumbing

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume Software	Volume Proyek	Selisih
	Pekerjaan Instalasi Pipa Lantai 1 dan 2				
A	Instalasi Air Bekas, Kotor dan Vent				
1	Pipa PVC kelas AW dia. 100 atau 4"	m'	123.8	132.0	8.2
2	Pipa PVC kelas AW dia. 80 atau 3"	m'	0.9	4.0	3.1
3	Pipa PVC kelas AW dia. 50 mm atau 2"	m'	3.1	4.0	0.9
4	Pipa PVC kelas AW dia. 32 mm atau 1 1/4"	m'	21.8	24.0	2.2

Lanjutan Tabel 5.2 Perbedaan Hasil *Quantity Take Off* Material Plumbing

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume Software	Volume Proyek	Selisih
5	Pipa PVC kelas D dia. 50 mm atau 2" (FD)	m'	11.4	16.0	4.6
B	Instalasi Air Hujan				
1	Pipa PVC kelas AW dia. 100 atau 4"	m'	48.4	52.0	3.6
2	Pipa PVC kelas AW dia. 80 atau 3"	m'	13.5	20.0	6.5
3	Roof drain dia 100 atau 2"	bh	10.0	10.0	0.0
C	Instalasi Air Bersih				
1	Pipa PVC AW dia. 25 mm atau 1 "	m'	10.7	24.0	13.3
2	Pipa PVC AW dia. 20 mm atau 3/4 "	m'	26.6	28.0	1.4
3	Pipa PVC AW dia. 15 mm atau 1/2 "	m'	58.8	64.0	5.2
D	Aksesoris Pipa				
	Aksesoris Pipa PVC AW ex. Rucika				
1	Tee PVC dia. 100 atau 4"	bh	35.0	-	35.0
2	Elbow PVC dia.100 atau 4"	bh	138.0	-	138.0
3	Reducer PVC dia. 80 atau 3" / dia. 100 atau 4"	bh	42.0	-	42.0
4	Bal Valve PVC 3/4 "	Bh	8.0	-	8.0
E	Pekerjaan Sanitasi Lantai 1 dan 2				
1	Pekerjaan pemasangan kran air 1/2" dan 3/4"	bh	13.0	13.0	0.0
2	Pekerjaan pemasangan floor drain	bh	34.0	34.0	0.0
3	Pekerjaan pemasangan closet jongkok porselen	bh	13.0	13.0	0.0
4	Pekerjaan pemaangan bak zink	bh	1.0	1.0	0.0
5	Pekerjaan pemasangan water toren	bh	2.0	2.0	0.0

Dari perbedaan acuan tersebut, dimungkinkan terjadi perbedaan hasil *quantity* per item material yang dibutuhkan dikarenakan ada *clash detection* antara gambar 2 dimensi dan 3 dimensi dan juga perbedaan perhitungan untuk *fitting dan support* hanya menggunakan persen dari total biaya yang dihasilkan dari kebutuhan total penggunaan instalasi pipa pada dokumen proyek.

Berdasarkan selisih yang ada pada tabel, pekerjaan dengan material pipa menunjukkan selisih yang tidak begitu signifikan akan tetapi dapat dijadikan pertimbangan dalam pengadaan material karena dapat meminimalisir *waste* yang dimungkinkan dihasilkan dan juga pertimbangan dalam pengelompokkan ukuran

pipa yang akan difabrikasi untuk diinstal. Untuk pekerjaan aksesoris pipa juga menunjukkan perbedaan, disebabkan karena dalam dokumen proyek hanya memberikan batasan nominal rupiah untuk pengadaan material aksesoris yang diambil dari 15% nominal keseluruhan yang digunakan untuk pengadaan pipa. Sedangkan dalam *output software* dapat dengan detail dihasilkan sesuai modeling yang dibuat untuk besaran material aksesoris yang diperlukan. Untuk pekerjaan sanitasi tidak ditemukan perbedaan selisih material antara dokumen proyek dengan *output software* karena dalam hitungan dan *modelling* didasarkan pada titik yang diperlukan adanya sanitasi pada gambar rencana dan modeling 3 dimensi.

Keuntungan dalam implementasi konsep *Building Information Modelling* (BIM) dalam estimasi total *quantity take off* material pekerjaan plumbing konsep tersebut dapat mempermudah pengelompokkan informasi yang dibutuhkan pada pekerjaan plumbing, mengoptimalkan produktivitas sumber daya manusia dan ketepatan informasi yang didapatkan, efektif dan efisien dalam memanfaatkan material pada pekerjaan plumbing serta meminimalisir *waste* yang dihasilkan yang mendukung konsep *lean construction* pada pekerjaan plumbing. *Software RevitMEP 2016* mendukung serta membantu proses analisa *quantity take off material* dan dibantu dengan *software* pendukung yaitu *Ms. Excel* guna penyusunan rekapitulasi estimasi total *quantity take off* material pekerjaan plumbing pada proyek Pembangunan Studi Kasus.

5.3.2 Evaluasi Perbedaan Proses Penyusunan Estimasi *Quantity Take Off*

Pada Proyek Pembangunan Kos 2 lantai di Gang Soka, Sapen, GK/1635, Demangan RT 24 RW 07 Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta hasil dari penyusunan estimasi total *quantity take off* material pekerjaan plumbing masih dengan metode konvensional yaitu dengan melibatkan banyak sumber daya manusia untuk menyelesaikannya. Sumber daya manusia yang terlibat antara lain.

1. *MEP Engineer*

Posisi *MEP Engineer* difungsikan sebagai perencana dari sistem instalasi dari mekanikal, elektrikal dan plumbing yang sudah mempertimbangkan jenis atau kelas dari material yang akan digunakan dan dimensi dari material yang

akan digunakan yang sebelumnya sudah dipertimbangkan dari proses analisa fungsi, bobot dan kuantitas penggunaan, instalasi antar material dan efisiensi dari material yang akan digunakan.

2. *Drafter*

Posisi *drafter* difungsikan sebagai perencana awal pada pekerjaan plumbing atau bisa disebut sebagai *MEP planner* pada tahap *Palnning*.

3. *Estimator*

Posisi *estimator* difungsikan untuk menghitung *quantity* material yang ada pada pekerjaan plumbing dengan membaca gambar yang sebelumnya sudah dibuat oleh seorang *drafter* dan mengestimasi biaya total pekerjaan plumbing dengan memformulasikan harga upah dan material untuk mendapatkan harga satuan pekerjaan yang nantinya akan dikalikan dengan *quantity* material yang sebelumnya sudah didapatkan. Seorang *estimator* pun dimungkinkan melakukan kesalahan pembacaan gambar karena tidak didampingi oleh seorang yang membuat gambar dan mengakibatkan estimasi biaya menjadi tidak *valid*.

Jika dengan mengimplementasikan konsep *building information modelling* (BIM), kesalahan – kesalahan mendasar yang sudah dimungkinkan terjadi dapat dihindari karena dalam proses penyusunan estimasi total *quantity take off* material pekerjaan plumbing dilakukan dengan meminimalisir penggunaan sumber daya manusia dan birokrasi pertukaran informasi data yang efisien sehingga data dan estimasi total *quantity take off* material pekerjaan plumbing akhir akan *minimum* kesalahan. Dalam hal ini dibutuhkan sumber daya manusia yang dapat mengelola dan mengintegrasikan segala bentuk lalu lintas data yang ada pada suatu proyek atau yang lebih dikenal dengan *BIM Expert*.

BIM Expert memiliki kesempatan untuk mengawasi semua tahapan dalam proyek konstruksi, mulai dari perencanaan dan desain hingga konstruksi dan penyelesaian. *BIM Expert* dapat berkolaborasi dengan perencana proyek, perancang, insinyur, *surveyor* kualitas dan kuantitas, dan banyak agen lainnya dengan tujuan berbagi informasi proyek dan membuat keputusan berdasarkan data.

BIM Expert adalah seorang insinyur sipil yang mengimplementasikan semua prosedur dalam BIM dan Konstruksi Digital selama desain, konstruksi, dan penyerahan proyek. Seorang *BIM Expert* memimpin dan mendukung penggunaan teknologi digital untuk membuat BIM di sektor AEC (Arsitektur, Teknik dan Konstruksi).

Manajer BIM dapat beralih dari menerapkan dan mengelola tugas dukungan proyek ke dukungan kualitas, teknologi informasi dan bahkan pengkodean. Apa yang perlu mereka lakukan selama setiap proyek adalah mengambil semua faktor yang diperlukan untuk implementasi dan penyelesaian proyek, mengkategorikannya, dan menggunakannya untuk mengubah lingkungan BIM menjadi lingkungan yang produktif dan kolaboratif. *BIM Expert* melakukannya dengan mendefinisikan strategi BIM, menerapkan sistem untuk komunikasi dan pertukaran data, memastikan kolaborasi tanpa batas, mengelola orang dan sumber daya, memantau proses untuk perbaikan potensial, dan menerapkan alat yang memungkinkan untuk merancang, mengembangkan, mengirim, dan memelihara fasilitas tertentu.

Implementasi konsep BIM pada perencanaan estimasi total *quantity take off* material pekerjaan plumbing diawali dengan memodelkan ulang sistem instalasi plumbing 2D kedalam 3D oleh *MEP enginner and BIM expert (authorizing)* sesuai dengan dokumen proyek. MEP model akan valid jika *MEP enginner and BIM expert* sudah melakukan *tracking* kesesuaian antara gambar 2D dengan 3D sehingga tidak ada yang saling menyalahkan mengenai hasil *modelling*. Dengan *tracking* juga akan mempermudah proses perbaikan atau revisi ketika ditemukan informasi data yang kurang sesuai.

Tracking kesesuaian atau evaluasi antara hasil 2D dengan 3D dinamakan proses CDE atau *common data environment*. CDE sendiri merupakan lalu lintas data atau sebagai satu – satunya sumber informasi dalam sebuah proyek yang digunakan untuk mengumpulkan, mengelola dan menyebar luaskan semua dokumen proyek yang akan disetujui dan sudah disetujui untuk tim multi-disiplin dalam proses BIM. CED merupakan infrastruktur utama dalam BIM.

Dengan konsep BIM yang dibantu dengan *software RevitMEP 2016* dan *software* pendukung lainnya, pengelompokkan material yang dihasilkan dari hasil *modelling* dapat disesuaikan dengan kebutuhan sehingga dapat meminimalisir *waste* yang dihasilkan ketika proses konstruksi material dilapangan karena sebelumnya sudah diketahui terlebih dahulu efisiensi dari kebutuhan material. Dengan meminimalisir *waste* secara tidak langsung juga meningkatkan *value* dari pekerjaan dan efisiensi material yang digunakan. Dengan begitu implementasi konsep BIM juga mendukung *lean construction*.

Lifecycle dari pekerjaan plumbingpun akan tercapai dengan baik dikarenakan dalam bekerja dilakukan secara berkolaborasi yang didukung dengan pengoptimalan produktivitas sumberdaya manusia dan kegiatan proyek pekerjaan plumbing pada proyek konstruksi dapat dengan cepat, tepat, akurat, efektif dan efisien.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai proses implementasi konsep *Building Information Modelling* (BIM) dalam estimasi total *quantity take off* material pekerjaan plumbing dapat diambil kesimpulan bahwa hasil yang didapatkan menunjukkan perbedaan yang tidak begitu signifikan antara *output dari software RevitMEP 2016* dengan estimasi yang dilakukan oleh pihak proyek.

Sesuai dengan hasil yang ada pada Lampiran 7, instalasi pipa menunjukkan rata – rata perbedaan sebesar 13,36 % dengan perbedaan maksimal terdapat pada instalasi air bersih sebesar 17,16%. Aksesoris pipa menunjukkan perbedaan sebesar 100% dikarenakan dalam dokumen proyek tidak memunculkan jumlah *quantity take off material* untuk aksesoris pipa yang dalam estimasi kebutuhannya dihitung berdasarkan 15% dari nominal total instalasi pipa. Sanitasi tidak menunjukkan perbedaan atau 0% dikarenakan *modelling* 3D sesuai dengan jumlah titik sanitasi *detailed engineering design* dokumen proyek.

6.2 Saran

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

- a. Implementasi Konsep *Building Information Modelling* (BIM) yang begitu mempermudah lalu lintas data untuk saling berkolaborasi dan mendapatkan informasi sesuai data yang dibutuhkan dan dapat digunakan dalam manajemen proyek dalam berbagai proyek konstruksi.
- b. Estimasi *quantity take off* material pekerjaan plumbing yang terdapat pada dimensi ke lima *Building Information Modelling* (BIM) yang dapat dikembangkan kedalam 6D sebagai pekerjaan yang berkelanjutan dan 7D sebagai manajemen lingkungan pada suatu proyek konstruksi.

- c. *Lifecycle Building Information Modelling* (BIM) yang dapat diterapkan diberbagai proyek konstruksi untuk pengoptimalan diberbagai sub pekerjaan.
- d. *Software RevitMEP 2016* memiliki *primary function* pada *3D Detailed MEP Modelling* dibandingkan dengan *software* lainnya. *Software RevitMEP 2016* dapat mendukung *lean construction* dalam meminimalisir *waste* pada proyek konstruksi karena *quantity take off* yang dihasilkan sesuai dengan proses *authorizing* awal pemodelan informasi.
- e. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penyempurnaan *Software RevitMEP 2016* dengan menambahkan metode pelaksanaan dan *time schedule*.
- f. Untuk penelitian lanjutan bisa mengintegrasikan dengan *software* yang menggunakan konsep BIM lain agar terjadi integrasi dan kolaborasi lebih banyak kompleks karena melibatkan berbagai disiplin ilmu.
- g. *Software* sejenis dapat di buat dan di kembangkan kembali agar sesuai dengan kebutuhan serta permasalahan yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Jurusan Teknik Sipil. 2005. Buku Pedoman Tugas Akhir dan Praktik Kerja. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Andy K. D. Wong, Francis K. W. Wong, Abid Nadeem. 2010. Attributes of Building Information Modelling Implementations in Various Countries.
- Alghiffari, Luqman. 2017. Perhitungan Kebutuhan Beton dan Tulangan Menggunakan Aplikasi Berbasis BIM pada Struktur Gedung Tiga Lantai. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil UGM. Yogyakarta.
- Widjaja, Adian Setio. 2014. Perhitungan Volume Pekerjaan Beton Dan Penulangan Menggunakan Program Revit. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil UGM. Yogyakarta.
- 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).
- Ramadiaprani, Ranti. 2012. Aplikasi Building Information Modelimg (BIM) Menggunakan Software Tekla Structures 17 Pada Kontruksi Gedung Kuliah Tiga Lantai FAHUTAN IPB. Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, IPB. Bogor.
- Saputri, Febriana. 2012. Penerapan Building Information *Modelling* (BIM) Pada Pembangunan Struktur Gedung Perpustakaan IPB Menggunakan Softwar Tekla Structures 17. Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, IPB. Bogor.
- Soeharto, Imam. 1999. Manajemen Proyek. Erlangga. Jakarta.
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. Manajemen Proyek dan Konstruksi, jilid 2. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

- Hasnan, Fahrizal. 2013. Analisis Sistem Plumbing Pada Hartono Lifestyle Mall Solobaru. Tugas Akhir Program D3 Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil UNS. Surakarta.
- Pertama, Ryvan Septian. 2019. Pengaruh Penggunaan Software Ibuild Dalam Estimasi Biaya Dan Penjadwalan Terhadap Konsep Lean Construction. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan UII. Yogyakarta.
- Manurung, Vanbrori. 2012. Analisis Aplikasi Lean Construction Untuk Mengurangi Limbah Material Pada Proyek Konstruksi Jembatan (Studi Kasus Perusahaan Precast). Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.
- Poerbo, Hartono. 1992. Utilitas Bangunan. Buku Pintar Untuk Mahasiswa Arsitektur – Sipil.
- Indraprastha, Aswin dan tim. 2018. Panduan dan Adopsi BIM dalam Organisasi. Institut BIM Indonesia
- Alfi, Kharis. 2016. Metodologi BIM dan Tantangan Implementasi di Indonesia. Seminar Teknologi Building Information Modelling (BIM) di Lingkungan Industri. Institut BIM Indonesia.
- Julianto, Fahman R. 2018. Evaluasi Penerapan Proses BIM (Building Information Modelling) dalam Manajemen Proyek Perancangan. Seminar Desain Arsitektur Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII. Yogyakarta.
- Purba, Sarah Emelia BR. 2017. Praktik Building Information Modelling Pada Tahapan Proyek. Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik AUJY. Yogyakarta.
- Irsan, A. (2019). Building Information Modeling As Project Delivery Methods In Project Management Term [Prezi slides]. Retrieved from <https://prezi.com/view/7VM1bv8Rg5fQ1s6wxIK/>
(Diakses Tanggal 28 Oktober 2019)

Google Inc. 2018. Google Maps: Peta Lokasi Sapen, Gondokusuman Daerah Istimewa Yogyakarta <https://www.google.com/maps/place/Sapen/Gondokusuman>. Diakses Tanggal 18 Mei 2019.

LAMPIRAN

- Lampiran 1 Permohonan Izin Penelitian TA & Pengambilan Data untuk TA.
- Lampiran 2 Brosur Plumbing RUCIKA
- Lampiran 3 Gambar Rencana Dokumen Proyek
- Lampiran 4 Spesifikasi Teknis Material Pekerjaan Plumbing Dokumen Proyek
- Lampiran 5 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Dokumen Proyek
- Lampiran 6 Laporan *Quantity Take Off Software RevitMEP 2016*
- Lampiran 7 Perbedaan Hasil *Quantity Take Off* Material Plumbing
- Lampiran 8 Gambar *Modelling 3D* Pekerjaan Plumbing

Nomor
Lampiran
Hal

: 422 / Ka. Prodi PSTS / 20 / TA / III / 2020

Yogyakarta, 27 Juni 2019

: **Permohonan Izin Penelitian TA & Pengambilan Data untuk TA.**

kepada Yth:

Project Manager Nuansa Studio24

Tempat

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

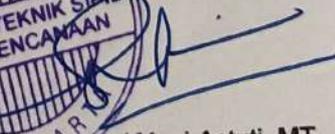
Dalam rangka mempersiapkan mahasiswa untuk menempuh ujian Tugas akhir/Skripsi maka setiap mahasiswa diwajibkan untuk menyusun Tugas Akhir/skripsi. Sehubungan dengan hal tersebut diatas maka diperlukan data-data, baik dari instansi Pemerintah BUMN, ataupun dari perusahaan swasta/Proyek.

Berdasarkan alasan-alasan tersebut diatas, maka dengan ini kami mohon bantuannya untuk dapat memberikan izin Penelitian & Pengambilan Data untuk keperluan penyusunan Tugas Akhir bagi mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Adapun nama mahasiswa tersebut adalah :

Nama : ADITYA KURNIA NUGRAHA
No. Mhs : 15511041
Prodi : Teknik Sipil

Demikian Permohonan ini kami sampaikan, atas bantuannya dan kerjasamanya kami ucapkan banyak terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 27 Juni 2020
Ketua Prodi Teknik Sipil

Dr. Sri Ammini Yuni Astuti, MT



RUCIKA STANDARD

RUCIKA STANDARD terbuat dari bahan polimer uPVC (*unplasticized polyvinyl chloride*) yang banyak sekali kelebihanannya dibanding polimer plastik lainnya, seperti : tahan terhadap korosi, kuat, ringan, mudah dalam penyambungan dan pemeliharaan.

Keunggulan dan Manfaat

- ☑ **Standar Kualitas Internasional.**
- ☑ **Mengandung calcium zinc tanpa timbal.**
- ☑ **Kuat dan tidak mudah pecah.** Mengandung resin uPVC dan aditif.
- ☑ **Menggunakan aditif khusus.** Dapat mereduksi pengaruh UV (*ultra violet*) terhadap pipa dalam jangka waktu yang lama.
- ☑ **Tahan terhadap kontaminasi bahan kimia.**
- ☑ **Dapat digunakan untuk berbagai jenis sistem air bersih dan buangan.**
- ☑ **Terbuat dari uPVC yang bersifat thermoplastic.** sehingga dapat di daur ulang.
- ☑ **Memiliki beraneka ragam fitting / sambungan.** Menjamin instalasi terpasang dalam satu sistem.
- ☑ **Tahan Lama** Tidak dapat berkarat dan bebas pemeliharaan.
- ☑ **Termasuk isolator yang baik.**



Jenjang Produk

Pipa **Rucika Standard** diklasifikasikan menjadi 2 (dua) kelompok :

1. Kelas AW, untuk air bertekanan tinggi sampai tekanan kerja 10 bar dengan 14 macam ukuran diameter dari 1/2 inch sampai 12 inch.
2. Kelas D, untuk saluran pembuangan dan limbah dengan 11 macam ukuran diameter dari 1-1/4 inch sampai 12 inch.

Kedua kelompok tersebut tersedia dalam panjang standar sampai 4 meter.

KELAS AW

Diameter		Tebal Dinding (mm)	Panjang (meter)	Sistem Penyambungan
inch	mm			
1/2	22	1,50	4	SC
3/4	26	1,80	4	SC
1	32	2,00	4	SC
1¼	42	2,30	4	SC
1½	48	2,30	4	SC
2	60	2,30	4	SC
2½	76	2,60	4	SC
3	89	3,10	4	SC
4	114	4,10	4	SC
5	140	5,40	4	SC
6	165	6,40	4	SC
8	216	8,30	4	SC
10	267	10,30	4	SC
12	318	12,20	4	SC

KELAS D

Diameter		Tebal Dinding (mm)	Panjang (meter)	Sistem Penyambungan
inch	mm			
1¼	42	1,30	4	SC
1½	48	1,30	4	SC
2	60	1,30	4	SC
2½	76	1,40	4	SC
3	89	1,60	4	SC
4	114	2,00	4	SC
5	140	2,60	4	SC
6	165	3,00	4	SC
8	216	4,20	4	SC
10	267	5,20	4	SC
12	318	6,20	4	SC

SC: Solvent Cement (penyambungan dengan lem)

Physical Properties

Specific gravity	= 1,40 g/cm ³
Coefficient of linear expansion	= 8×10^{-2} mm/m.°C
Thermal conductivity	= 0,15 W/m.°C
Modulus of elasticity	= 3000 N/mm ²
Surface resistance	> 10^{12} Ohm

Aplikasi Sistem

Rucika memproduksi pipa uPVC yang sesuai untuk :

- Saluran air bersih
- Saluran pembuangan
- Saluran limbah
- Saluran irigasi
- Pipa ventilasi

Karakteristik Bahan

Rucika Standard terbuat dari uPVC yang bersifat thermoplastic, tidak korosif, tidak larut dalam air, isolator yang baik, kuat dan ringan.

Standar Kualitas

Rucika Standard mengacu pada JIS dan ISO standar.

Proses Penyambungan



1. Bersihkan kotoran pada permukaan spigot dan socket dengan cleaner.



2. Ukur kedalaman socket dan beri tanda dengan spidol pada spigot.



3. Oleskan secukupnya lem pipa pvc RUCIGlue pada permukaan socket dan dilanjutkan dgn spigot.



4. Sambungkan dengan segera dan posisi sambungan ditahan sesaat agar tidak berubah.



5. Bersihkan sisa kelebihan lem pipa pvc RUCIGlue pada permukaan spigot dan socket.



RUCIKA
Standard



PT WAHANA DUTA JAYA RUCIKA

Alia Building, 7th Floor
Jl. M.I. Ridwan Rais 10-18 (Gambir)
Jakarta 10110, Indonesia.
Phone: (021) 386 7717
Fax: (021) 386 7686

www.rucika.co.id



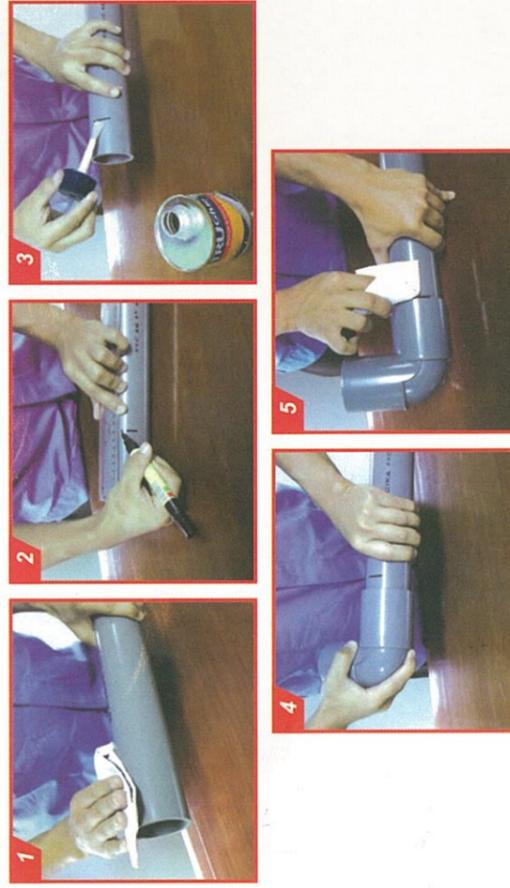
Sambungan & Pipa uPVC Standard JIS Untuk Aplikasi Air Bersih & Air Buangan

Standard Kualitas

- JIS K 6739:2007 Unplasticized poly (vinyl chloride) (PVC-U) pipe fittings for drain
- JIS K 6741:2007 Unplasticized poly (vinyl chloride) (PVC-U) pipes
- JIS K 6742:2007 Unplasticized poly (vinyl chloride) (PVC-U) pipes for water supply
- JIK K 6743:2007 Unplasticized poly (vinyl chloride) (PVC-U) pipe fittings for water supply

Proses Penyambungan

1. Bersihkan kotoran pada permukaan spigot dan socket.
2. Ukur kedalaman socket dan beri tanda dengan spidol pada spigot.
3. Oleskan secukupnya Lem Pipa uPVC pada permukaan socket terlebih dahulu.
4. Sambungkan dengan segera dan posisi sambungan ditahan sesaat agar tidak berubah.



PT WAHANA DUTA JAYA RUCIKA

Alia Building, 7th Floor
Jl. M.I. Ridwan Rais 10-18 (Gambir)
Jakarta 10110, Indonesia.
Phone: (021) 386 7717
Fax: (021) 386 7686

Rucika @rucikaofficial @rucikaofficial
www.rucika.co.id

UNION SOCKET (AW)



UKURAN	ISI / BOX
1/2"	110
3/4"	72
1"	54
1-1/4"	30
1-1/2"	18

UNION THREAD (AW)



UKURAN	ISI / BOX
1/2"	110
3/4"	72
1"	54
1-1/4"	30
1-1/2"	18

FAUCET ELBOW (AW)



UKURAN	ISI / BOX
1/2"	200
1/2" x 3/4"	175
3/4"	130
1"	85

FAUCET ELBOW (AW)



UKURAN	ISI / BOX
1/2"	200 (4@50PCS)
1/2" x 3/4"	180
3/4"	120 (4@30PCS)

WITH METAL INSERT

DOUBLE NIPPLE (AW)



UKURAN	ISI / BOX
1/2"	560
3/4"	335
1"	220

VALVE SOCKET (AW)



UKURAN	ISI / BOX
1/2"	450
1/2" x 3/4"	250
3/4" x 1/2"	285
3/4"	320
1" x 1/2"	200
1" x 3/4"	175
1"	175
1-1/4"	100
1-1/2"	60
2"	40
2-1/2"	54
3"	48
4"	18

SOCKET (AW)



UKURAN	ISI / BOX
1/2"	300
3/4"	200
1"	100
1-1/4"	64
1-1/2"	40
2"	25
2-1/2"	40
3"	32
4"	12
6"	4
8"	4
10"	2

FAUCET SOCKET (AW)



UKURAN	ISI / BOX
1/2"	240 (4@60PCS)
1/2" x 3/4"	205
3/4"	160 (4@40PCS)

WITH METAL INSERT

Y-BRANCH (AW)



UKURAN	ISI / BOX
2-1/2" x 2"	17
3"	10
4"	4
8"	2

LARGE RADIUS TEE (AW)



UKURAN	ISI / BOX
2"	6
2" x 1-1/2"	8
3"	8
4" x 2"	15
4" x 2-1/2"	6
4" x 3"	4
4"	7
6" x 4"	5

CAP (AW)



UKURAN	ISI / BOX
1/2"	500
3/4"	400
1"	250
2"	54
2-1/2"	20
3"	48
4"	18
6"	8
8"	3

TEE (AW)



UKURAN	ISI / BOX
1/2"	150
3/4" x 1/2"	100
3/4"	100
1" x 1/2"	65
1" x 3/4"	65
1"	60
1-1/4" x 1/2"	45
1-1/4" x 3/4"	45
1-1/4" x 1"	35
1-1/4"	30
1-1/2" x 1/2"	25
1-1/2" x 3/4"	24
1-1/2" x 1"	24
1-1/2" x 1-1/4"	20
1-1/2"	20
2" x 1/2"	17
2" x 3/4"	15
2" x 1"	15
2" x 1-1/4"	40
2" x 1-1/2"	12
2"	30
2-1/2"	16
3" x 1"	18
3" x 1-1/2"	16
3" x 2"	20
3" x 2-1/2"	10
3"	12
4" x 2"	6
4" x 3"	6
4"	5
6"	3
8"	2

PLUG (AW)



UKURAN	ISI / BOX
1/2"	1200 (12@100pcs)
3/4"	700 (7@100pcs)
1"	575

ELBOW (AW)



UKURAN	ISI / BOX
1/2"	225
3/4"	145
1"	80
1-1/4"	40
1-1/2"	25
2"	18
2-1/2"	28
3"	16
4"	9
5"	5
6"	5
8"	2
10"	1

REDUCING SOCKET (AW)



UKURAN	ISI / BOX
3/4" x 1/2"	225
1" x 1/2"	215
1" x 3/4"	150
1-1/4" x 1/2"	110
1-1/4" x 3/4"	110
1-1/4" x 1"	110
1-1/2" x 1/2"	72
1-1/2" x 3/4"	65
1-1/2" x 1"	65
1-1/2" x 1-1/4"	45
2" x 1/2"	45
2" x 3/4"	45
2" x 1"	40
2" x 1-1/4"	45
2" x 1-1/2"	40
2-1/2" x 1-1/2"	20
2-1/2" x 2"	20
3" x 1"	16
3" x 1-1/4"	16
3" x 1-1/2"	16
3" x 2"	16
3" x 2-1/2"	12
4" x 1-1/2"	18
4" x 2"	18
4" x 2-1/2"	18
4" x 3"	18
6" x 3"	5
6" x 4"	5
6" x 5"	5
8" x 4"	4
8" x 5"	2
8" x 6"	2
10" x 8"	2

45° ELBOW (AW)



UKURAN	ISI / BOX
2"	44
2-1/2"	24
3"	18
4"	18
6"	4
8"	2

FAUCET SOCKET (AW)



UKURAN	ISI / BOX
1/2"	300
1/2" x 3/4"	200
3/4"	180
1" x 1/2"	140
1" x 3/4"	130
1"	120
1-1/4"	60
1-1/2"	40
2"	25
2-1/2"	12

FAUCET TEE (AW)



UKURAN	ISI / BOX
1/2"	140
1/2" x 3/4"	100
3/4"	85

FAUCET TEE (AW)

WITH METAL INSERT



UKURAN	ISI / BOX
1/2"	140
1/2" x 3/4"	110
3/4"	85

FLANGE (AW)



UKURAN	ISI / BOX
2"	31
3"	15
4"	12
6"	8

SAMBUNGAN / FITTING RUCIKA STANDARD JIS K-6743 UNTUK APLIKASI AIR BERSIH BERTEKANAN

LARGE RADIUS TEE (D-LT)



UKURAN	ISI / BOX
1-1/2" x 1-1/4"	35
1-1/2"	30
2" x 1-1/2"	18
2"	15
2-1/2" x 1-1/2"	10
2-1/2" x 2"	30
2-1/2"	18
3" x 2"	20
3" x 2-1/2"	16
3"	15
4" x 2"	14
4" x 3"	8
4"	6
5" x 4"	4
6" x 4"	5
6"	4

LARGE RADIUS ELBOW (D-LL)



UKURAN	ISI / BOX
1-1/4"	60
2"	20
3"	18
4"	8
5"	5
6"	6

CLEAN OUT (D)



UKURAN	ISI / BOX
2"	90
3"	80
4"	36

Y-BRANCH (D-Y)



UKURAN	ISI / BOX
1-1/2" x 1-1/4"	40
1-1/2"	30
2" x 1-1/4"	24
2"	18
3" x 2"	20
3"	15
4" x 2"	15
4" x 3"	8
4"	6
5" x 4"	9
6" x 4"	5
6"	6

CAP (D)



UKURAN	ISI / BOX
1-1/4"	144
1-1/2"	84
2"	54
3"	60
4"	30

ELBOW (D-DL)



UKURAN	ISI / BOX
1-1/4"	90
1-1/2"	60
2"	100
2-1/2"	45
3"	30
4"	15
5"	15
6"	10
8"	3
10"	2
12"	1

CLEAN OUT CAP (D-CO)



UKURAN	ISI / BOX
4"	27

SOCKET (D-DS)



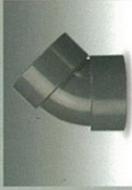
UKURAN	ISI / BOX
1-1/4"	200
1-1/2"	115
2"	72
2-1/2"	100
3"	60
4"	30
5"	30
6"	18
8"	8
10"	8

TEE (D-DT)



UKURAN	ISI / BOX
1-1/4"	55
1-1/2"	40
2"	65
2-1/2"	32
3" x 1-1/2"	36
3" x 2"	30
3" x 2-1/2"	22
3"	20
4" x 2"	15
4" x 3"	12
4"	8
5" x 4"	6
5"	10
6" x 4"	8
6"	6
8" x 4"	4
8"	2

45° ELBOW (D-45L)



UKURAN	ISI / BOX
1-1/4"	100
1-1/2"	75
2"	100
2-1/2"	60
3"	35
4"	15
5"	15
6"	10
8"	4
10"	2
12"	1

P-TRAP (D)

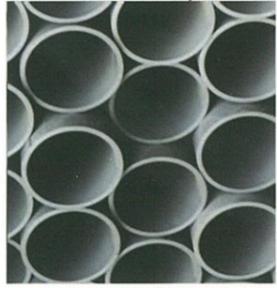
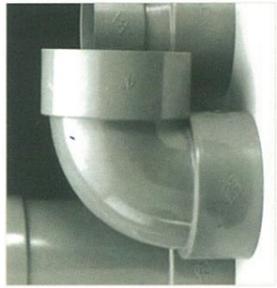


UKURAN	ISI / BOX
2"	12

Sambungan untuk semua pipa uPVC

Paling Lengkap!

Dengan penetrasi sistem pipa uPVC kedalam pasaran perpipaan air, RUCIKA Standard JIS telah dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan instalasi pipa air minum di rumah-rumah maupun gedung bertingkat sejak lebih dari 30 tahun yang lalu. RUCIKA Standard JIS memiliki berbagai macam jenis sambungan / fitting dengan jenjang produk pipa yang lengkap, sehingga sangat cocok apabila digunakan pada instalasi air bersih, air hujan, air kotor dan pipa ventilasi udara.



Keunggulan dan Manfaat

Standard JIS

Memenuhi standard *Japanese Industrial Standard* (JIS) yang mengaplikasikan standard beserta metoda pengujian untuk menjamin kualitas produk sambungan / fitting dan pipa RUCIKA.

Menggunakan Aditif Khusus

Dapat mereduksi pengaruh UV (*Ultra Violet*) terhadap sambungan / fitting dan pipa dalam jangka waktu yang lama.

Tahan Terhadap Kontaminasi Bahan Kimia

Dapat digunakan pada kondisi asam dan basa.

Dapat Digunakan Untuk Berbagai Jenis Sistem Air Bersih dan Air Buangan

RUCIKA diproduksi dalam 2 type, yaitu type VP/AW untuk aplikasi air bertekanan dan VU/D untuk aplikasi air tidak bertekanan.

Dapat Didaur Ulang

Terbuat dari uPVC yang bersifat thermoplastic sehingga dapat didaur ulang.

Memiliki Beraneka Ragam Sambungan / Fitting

Menjamin instalasi terpasang dalam satu sistem.

Kuat dan Tidak Mudah Pecah

Karena mengandung resin uPVC dan aditif yang diformulakan secara khusus berdasarkan pengalaman lebih dari 30 tahun.

Tahan Lama

Tidak dapat berkarat dan bebas pemeliharaan.

Termasuk Isolator yang Baik

Jenjang Produk

Pipa RUCIKA dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua) kelompok :

1. Kelas VP/AW, untuk air bertekanan tinggi sampai tekanan kerja 10kg/cm² dengan 14 macam ukuran diameter dari 1/2 inch sampai 12 inch.
2. Kelas VU/D, untuk saluran pembuangan dan limbah dengan 10 macam ukuran diameter dari 1 1/2 inch sampai 12 inch.

Kedua kelompok tersebut tersedia dalam panjang standard 4 meter.

KELAS VP/AW (Pipa bertekanan, dengan tekanan maksimal : 10kg/cm ²)				KELAS VU/D (Pipa non bertekanan, dengan tekanan maksimal : 5kg/cm ²)					
DIAMETER		Tebal Dinding (mm)	Panjang (m)	DIAMETER		Tebal Dinding (mm)	Panjang (m)	Sistem Penyambungan	
inch	mm			inch	mm				
1/2"	22	2,70	4	*	*	*	*	*	*
3/4"	26	2,70	4	*	*	*	*	*	*
1"	32	3,10	4	*	*	*	*	*	*
1 1/4"	42	3,10	4	*	*	*	*	*	*
1 1/2"	48	3,60	4	1 1/2"	48	1,80	4		SP
2"	60	4,10	4	2"	60	1,80	4		SP
2 1/2"	76	4,10	4	2 1/2"	76	2,20	4		SP
3"	89	5,50	4	3"	89	2,70	4		SP
4"	114	6,60	4	4"	114	3,10	4		SP
5"	140	7,00	4	5"	140	4,10	4		SP
6"	165	8,90	4	6"	165	5,10	4		SP
8"	216	10,30	4	8"	216	6,50	4		SP
10"	267	12,70	4	10"	267	7,80	4		SP
12"	318	15,10	4	12"	318	9,20	4		SP

SP : Spigot Ended

Physical Properties

Specific gravity	= 1,40 g/cm ³
Coefficient of linear expansion	= 8 x 10 ⁻² mm/m.°C
Thermal conductivity	= 0,15 W/m.°C
Modulus of elasticity	= 3000 N/mm ²
Surface resistance	> 10 ¹² Ohm

Aplikasi Sistem

Sambungan/fitting dan pipa uPVC RUCIKA sesuai untuk aplikasi:

- Instalasi saluran pipa air bersih
- Instalasi saluran pipa pembuangan
- Instalasi saluran pipa limbah
- Instalasi saluran pipa irigasi
- Instalasi jalur pipa ventilasi

Karakteristik Bahan

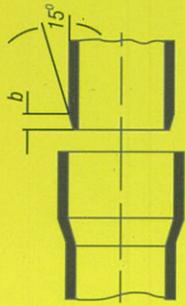
Sambungan / fitting dan pipa RUCIKA terbuat dari uPVC yang bersifat thermoplastic, tidak korosif, tidak larut dalam air, isolator yang baik, kuat dan ringan.



PERHATIAN

- Proses memoles / mengaplikasikan lem ke pipa dan sambungan (*fitting*) PVC harus efektif dalam rentang waktu 3 menit.
- Bersihkan secepatnya sisa-sisa kelebihan hasil pengeleman menggunakan kain kering.
- Posisi pipa dan sambungan (*fitting*) PVC yang telah tersambung jangan digerakkan selama 5 menit pertama.
- Pipa dan sambungan (*fitting*) PVC yang telah tersambung harus berada pada suhu 20-30°C dalam waktu ± 10 menit, jika berada pada suhu dibawah 10°C waktu ditambahkan sampai 15 menit.
- Untuk pipa berdiameter 4" (114mm) keatas, dua orang diperlukan dalam melakukan proses pengeleman pipa dan sambungan (*fitting*) PVC secara bersamaan, untuk menghindari kelebihan waktu yang dianjurkan dalam proses pengeleman.
- Dalam situasi suhu sekitar diatas 20°C atau dalam kondisi berangin, *open time* aplikasi lem ke pipa dan sambungan (*fitting*) PVC harus dipercepat.

CHAMFERING

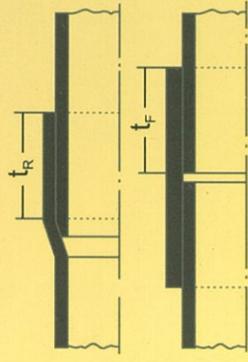


Diameter luar pipa

b
mm

1/2" (22mm) - 1 1/2" (48mm)	3mm - 5mm
2" (60mm) - 4" (114mm)	6mm
5" (140mm) - 8" (216mm)	11mm - 18mm
10" (267mm) - 12" (267mm)	20mm - 26mm

PANJANG MINIMUM PENGELEMAN



Ket : t_r = panjang pengeleman untuk penyambungan socket pipa
 t_f = panjang pengeleman untuk penyambungan socket fitting

OD*	t_r mm	t_f mm
2"	63	37.5
2 1/2"	70	43.5
3"	79	51.0
4"	91	61.0
5"	109	76.0
6"	121	86.0
8"	160	106.0
10"	193	126.0
12"	214	163.5

*OD = Pipe Outside Diameter (diameter luar pipa)

WAKTU PENDINGINAN & TEST TEKANAN

Diameter Pipa	1/2" - 2" 22mm - 42mm	1 1/2" - 2" 48mm - 60mm	2 1/2" - 8" 76mm - 216mm	10" - 12" 267mm - 318mm
Tekanan Kerja (bar)	1 - 10	11 - 20	1 - 10	11 - 20
Temperatur	16° - 39°C	15 menit	12 jam	24 jam
	5° - 16°C	20 menit	12 jam	4 jam
		45 menit	24 jam	48 jam
			4 jam	96 jam

Catatan - Waktu pendinginan adalah waktu yang dibutuhkan sambungan sebelum diberikan tekanan kerja.

**tabel ini adalah perkiraan waktu berdasarkan hasil tes di laboratorium. Kondisi yang terjadi di lapangan bisa jauh berbeda. Tabel ini hanya digunakan sebagai panduan umum saja.

Berdasarkan SNI 8153:2015 syarat tes tekan pipa adalah:

2 x Tekanan Kerja Tertinggi (selama 30 menit tanpa bocor dan penurunan tekanan)

Contoh Perhitungan Tes Tekanan:

Tekanan Kerja Tertinggi
 : 5 Bar
 : 2 x 5 Bar = 10 Bar

BARU

RUGlue

LEM PIPA & FITTING PVC

Rekat Sempurna

LEM PIPA - SAMBUNGAN (FITTING) PVC

LEBIH DARI MEREKATKAN, TAPI MENYATUKAN



Direkomendasikan:

RUCIKA

Dimana ada *where & it's sampai jauh*

RUCIKA

SAMBUNG.MENYAMBUNG.JADLSATU

Diproduksi oleh : PT. Wahana Duta Jaya Rucika

www.rucika.co.id



RUGlue adalah lem (solvent cement) untuk pipa dan sambungan (*fitting*) PVC yang dikembangkan khusus oleh para ahli untuk daerah yang beriklim tropis, dengan formula dan teknologi terkini membuat RUGlue mempunyai kelebihan dibandingkan lem pipa PVC lainnya. Lem pipa & sambungan (*fitting*) **RUGlue** dapat digunakan untuk menyenyawakan (*welded*) pipa dan sambungan (*fitting*) PVC meliputi aplikasi rumah tangga sampai dengan proyek-proyek besar.

KEUNGGULAN

- Mempunyai daya senyawa yang luar biasa karena **RUGlue** membuat pipa dan sambungan (*fitting*) PVC bersenyawa dengan sempurna (*welded*) satu dengan yang lain, sehingga dapat mencegah kebocoran.
- Kemasan yang variatif dan praktis, juga pemakaian yang mudah sehingga dapat memastikan sambungan pipa & sambungan (*fitting*) PVC dapat bersenyawa dengan sempurna.



PERALATAN & AKSESORIS



Berikut adalah bahan dan peralatan yang dibutuhkan pada saat penyambungan pipa dan sambungan (*fitting*) PVC:

- Lem pipa PVC **RUGlue***
- *Brush* / Kuas**
- Pemotong pipa
- *Jointing tackle* (\leq OD 6" direkomendasikan, \geq OD 8" diwajibkan)
- Kain bersih dan kering
- Alat *chamfering* pipa / kikir
- Pensil / spidol
- Meteran

*Rata-rata jumlah sambungan dengan Lem RUGlue

Diameter Luar Pipa	Jumlah Sambungan	
	Kemasan Kaleng 400gr	Kemasan Botol 60gr / Kemasan Tube 50gr
1/2" (22mm)	120	18
3/4" (26mm)	80	12
1" (32mm)	50	8
1 1/4" (42mm)	40	6
1 1/2" (48mm)	36	5
2" (60mm)	24	4
2 1/2" (76mm)	22	3
3" (89mm)	16	2.5
4" (114mm)	12	2
5" (140mm)	8	1.5
6" (165mm)	4	0.6
8" (216mm)	2	0.3
10" (267mm)	1	0.15
12" (318mm)	0.8	0.12
		0.1

** Jenis dan ukuran kuas

Diameter Luar Pipa	Ukuran Kuas
1/2" (22mm) - 1" (32mm)	8mm kuas bulat
1 1/4" (42mm) - 2" (60mm)	25/3mm kuas datar
2 1/2" (76mm) - 6" (165mm)	50/10mm kuas datar
8" (216mm) - 12" (318mm)	65/20mm kuas datar

PROSES PENYAMBUNGAN



Bersihkan kotoran pada permukaan spigot dan socket dengan kain bersih.



Ukur kedalaman socket dan beri tanda dengan spidol pada spigot.



Oleskan secukupnya lem pipa PVC **RUGlue** pada permukaan socket dan dilanjutkan dgn spigot.

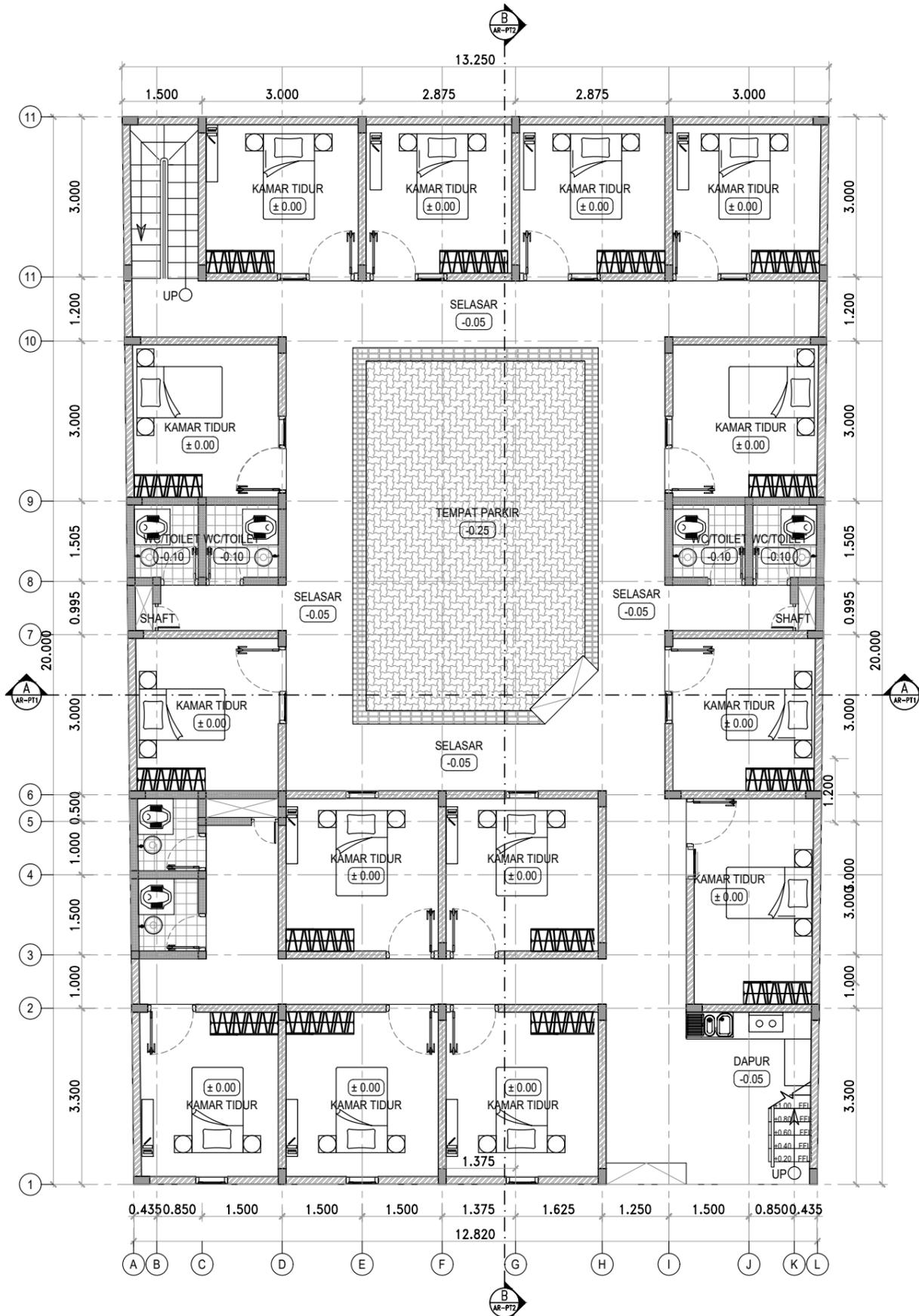


Sambungkan dengan segera dan posisi sambungan ditahan sesaat agar tidak berubah.



Bersihkan sisa kelebihan lem pipa PVC **RUGlue** pada permukaan spigot dan socket.

Usahakan untuk beberapa saat, posisi sambungan jangan berubah.



UNIT KOS
 DENAH LT 1
 SKALA 1 : 100

HAK CIPTA
 DILARANG MENIRU ATAU MEREPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
 APAPUN KECUAJI 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	13/12/2018	MERUBAH KONSEP DESAIN STRUKTUR DARI DED BANGUNAN 3 LANTAI MENJADI BANGUNAN DENGAN SRUKTUR 2 LANTAI	
NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMEDEMMENT	PARA SIGN

PEMBERI TUGAS
 CLIENT

BAPAK SUPARGIYONO Prof.dr.

PROYEK
 PROJECT

**PERENCANAAN
 RUMAH**

TIM ARSITEK
 ARCHITECTURE TEAM

ARGA PRIHANDANA S.	P.I.C ARCHITECT
SEPTIAN ARDHI N.	P.D ARCHITECT
FATUR HIDAYAT	DRAFTER ARCHITECT
STRUKTURAL & M.E.P CONSULTANT KONSULTAN STRUKTUR DAN M.E.P	

FATUR HIDAYAT
 SURVEYOR CONSULTANT
 KONSULTAN SURVEYOR

ADITYA KURNIA NUGRAHA

GAMBAR
 DRAWINGS

DENAH LT 1

SKALA
 SCALE

1 : 100

DIGAMBAR
 DRAWN

PERENCANA
 DESIGNER

TANGGAL
 DATE

DIPERIKSA
 CHECKED

DISETUJUI
 APPROVED

NAMA
 NAME

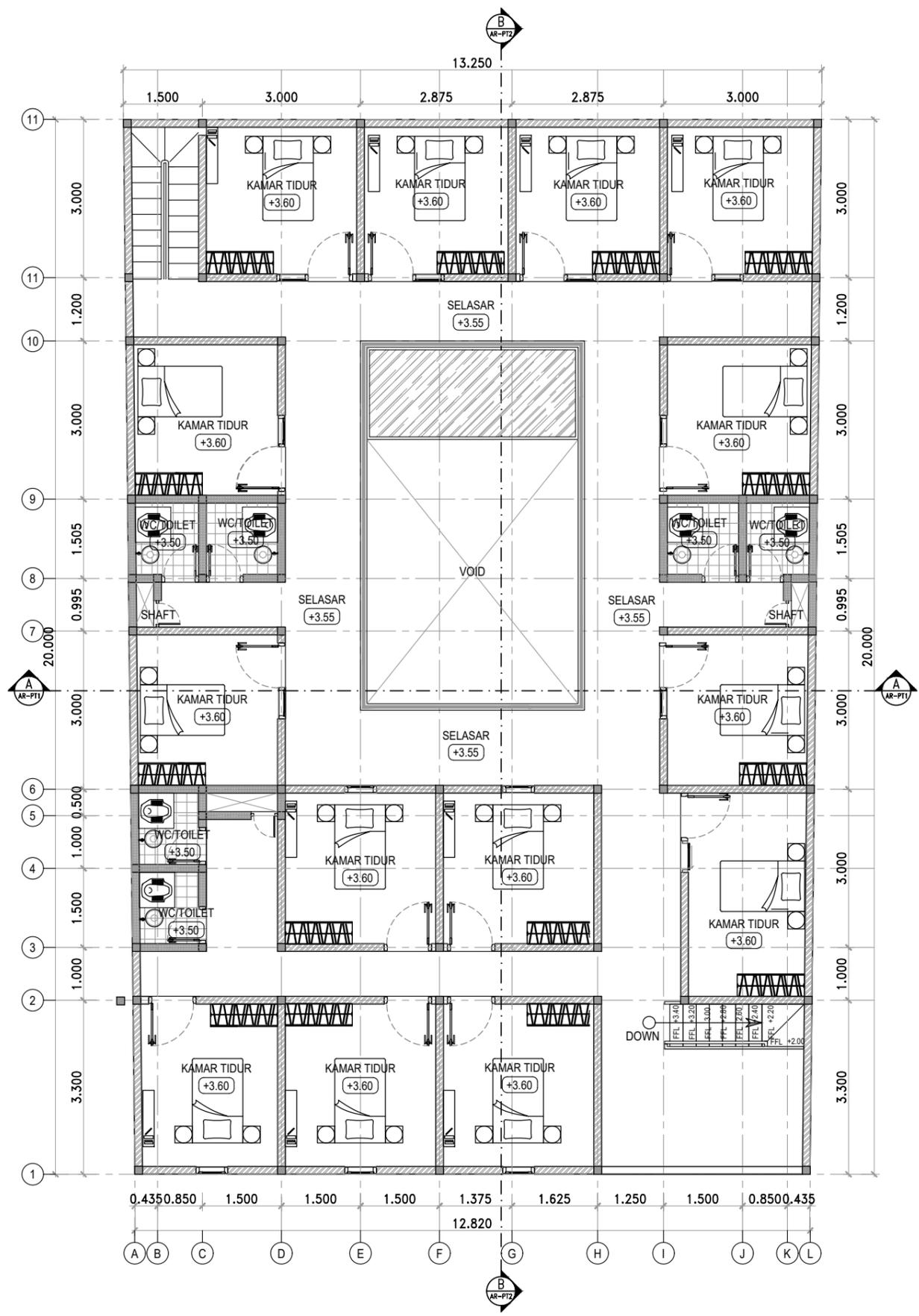
FILE

NOMOR
 NUMBER
ARS-01

REVISI
 REVISION

TTD
 SIGN

PLOTTING DATE



UNIT KOS
DENAH LT 2
SKALA 1 : 100

HAK CIPTA
DILARANG MENIRU ATAU MEREPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
APAPUN KEJUJUAN 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	13/12/2018	MERUBAH KONSEP DESAIN STRUKTUR DARI DED BANGUNAN 3 LANTAI MEN- JADI BANGUNAN DENGAN SRUKTUR 2 LANTAI	
NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDMENT	PARA SIGN

PEMBERI TUGAS
CLIENT

BAPAK SUPARGIYONO Prof.dr.

PROYEK
PROJECT

PERENCANAAN
RUMAH

TIM ARSITEK
ARCHITECTURE TEAM

ARGA PRIHANDANA S.	P.I.C ARCHITECT
SEPTIAN ARDHI N.	P.D ARCHITECT
FATUR HIDAYAT	DRAFTER ARCHITECT
STRUCTURAL & M.E.P CONSULTANT	KONSULTAN STRUKTUR DAN M.E.P

FATUR HIDAYAT
SURVEYOR CONSULTANT
KONSULTAN SURVEYOR

ADITYA KURNIA NUGRAHA

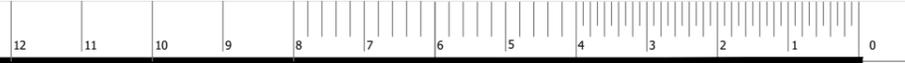
GAMBAR
DRAWINGS

DENAH LT 2

SKALA
SCALE

1 : 100

DIGAMBAR DRAWN	FRH	NOMOR NUMBER
PERENCANA DESIGNER	FRH	ARS-02
TANGGAL DATE	-	
DIPERIKSA CHECKED	-	
DISETUJUI APPROVED	-	REVISI REVISION
NAMA NAME	-	TTD SIGN
FILE	-	PLOTTING DATE



HAK CIPTA
DILARANG MENIRU ATAU MEREPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
APAPUN KEJUJUALAN 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



NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDMENT	PARA SIGN
1	13/12/2018	MERUBAH KONSEP DESAIN STRUKTUR DARI DED BANGUNAN 3 LANTAI MENJADI BANGUNAN DENGAN SRUKTUR 2 LANTAI	

PEMBERI TUGAS
CLIENT

BAPAK SUPARGIYONO Prof.dr.

PROYEK
PROJECT

**PERENCANAAN
RUMAH**

TIM ARSITEK
ARCHITECTURE TEAM

ARGA PRIHANDANA S.	P.I.C ARCHITECT
SEPTIAN ARDHI N.	P.D ARCHITECT
FATUR HIDAYAT	DRAFTER ARCHITECT
STRUCTURAL & M.E.P CONSULTANT KONSULTAN STRUKTUR DAN M.E.P	

FATUR HIDAYAT
SURVEYOR CONSULTANT
KONSULTAN SURVEYOR

ADITYA KURNIA NUGRAHA
GAMBAR
DRAWINGS

POTONGAN A-A

SKALA
SCALE

1 : 75

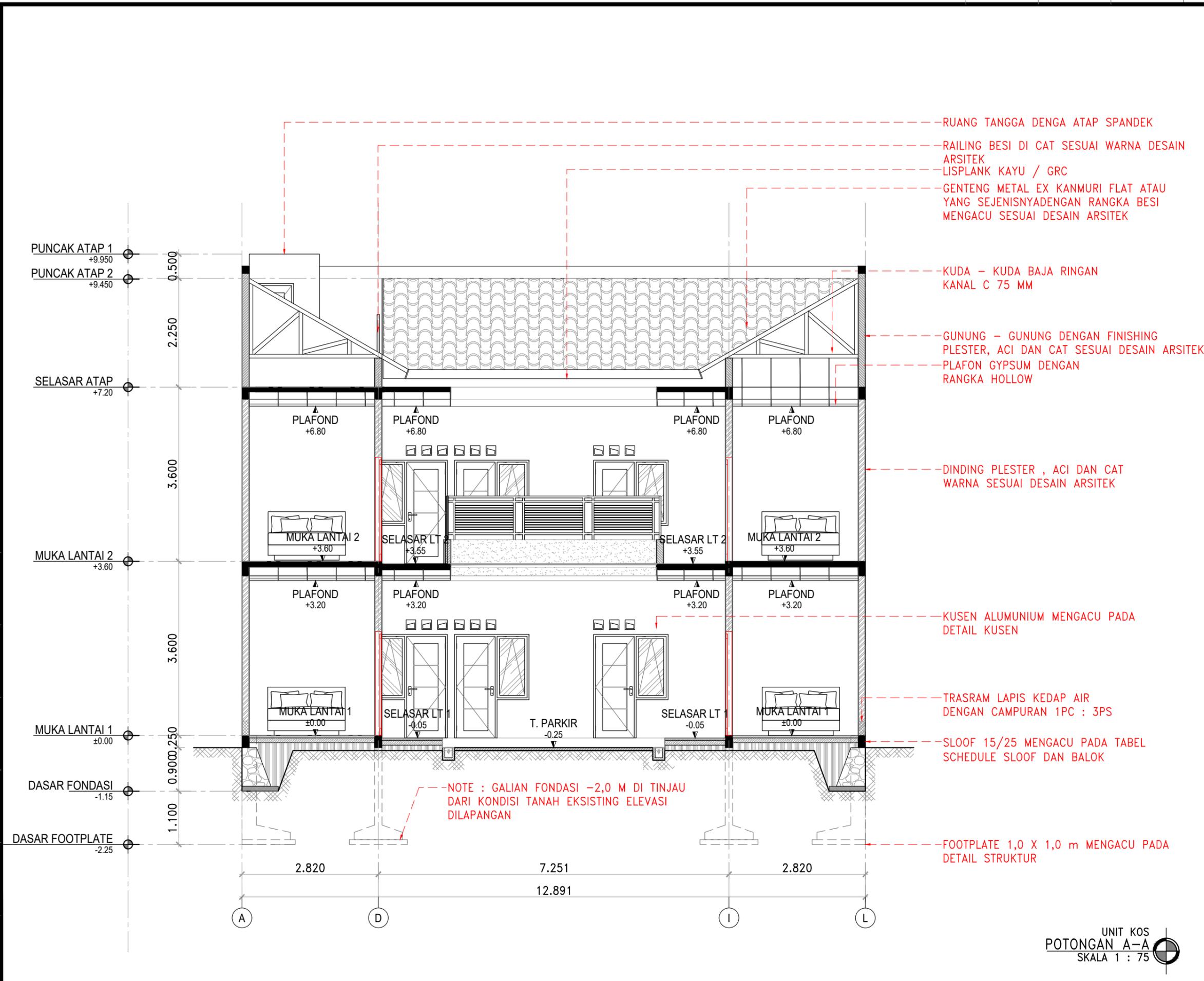
DIGAMBAR DRAWN FRH
PERENCANA DESIGNER FRH
TANGGAL DATE
DIPERIKSA CHECKED

ARS-08

DISETUJUI APPROVED
NAMA NAME

REVISI REVISION
TTD SIGN

FILE - PLOTTING DATE



- RUANG TANGGA DENGGA ATAP SPANDEK
- RAILING BESI DI CAT SESUAI WARNA DESAIN ARSITEK
- LISPLANK KAYU / GRC
- GENTENG METAL EX KANMURI FLAT ATAU YANG SEJENISNYADENGAN RANGKA BESI MENGACU SESUAI DESAIN ARSITEK

- KUDA - KUDA BAJA RINGAN KANAL C 75 MM
- GUNUNG - GUNUNG DENGAN FINISHING PLESTER, ACI DAN CAT SESUAI DESAIN ARSITEK
- PLAFON GYPSUM DENGAN RANGKA HOLLOW

- DINDING PLESTER , ACI DAN CAT WARNA SESUAI DESAIN ARSITEK

- KUSEN ALUMUNIUM MENGACU PADA DETAIL KUSEN

- TRASRAM LAPIS KEDAP AIR DENGAN CAMPURAN 1PC : 3PS

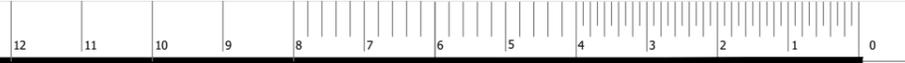
- SLOOF 15/25 MENGACU PADA TABEL SCHEDULE SLOOF DAN BALOK

- FOOTPLATE 1,0 X 1,0 m MENGACU PADA DETAIL STRUKTUR

NOTE : GALIAN FONDASI -2,0 M DI TINJAU DARI KONDISI TANAH EKSISTING ELEVASI DILAPANGAN

UNIT KOS
POTONGAN A-A
SKALA 1 : 75





HAK CIPTA
DILARANG MENIRU ATAU MEREPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
APAPUN KEJUJUALI 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	13/12/2018	MERUBAH KONSEP DESAIN STRUKTUR DARI DED BANGUNAN 3 LANTAI MENJADI BANGUNAN DENGAN STRUKTUR 2 LANTAI	
---	------------	---	--

NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMEJDEMENT	PARA SIGN

PEMBERI TUGAS
CLIENT

BAPAK SUPARGIYONO Prof.dr.

PROYEK
PROJECT

PERENCANAAN RUMAH

TIM ARSITEK
ARCHITECTURE TEAM

ARGA PRIHANDANA S.	P.I.C ARCHITECT
SEPTIAN ARDHI N.	P.D ARCHITECT
FATUR HIDAYAT	DRAFTER ARCHITECT
STRUCTURAL & M.E.P CONSULTANT KONSULTAN STRUKTUR DAN M.E.P	

FATUR HIDAYAT
SURVEYOR CONSULTANT KONSULTAN SURVEYOR

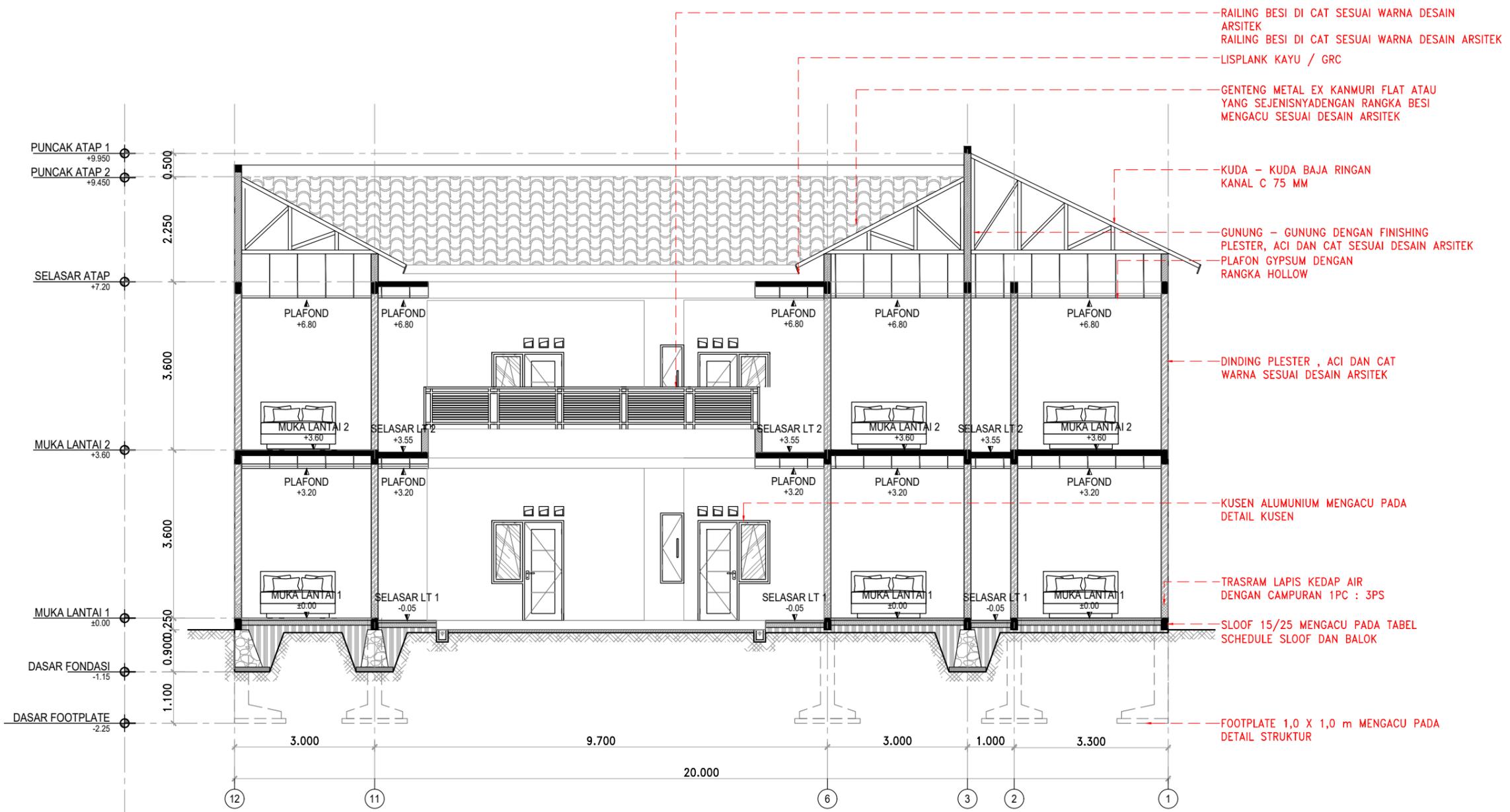
ADITYA KURNIA NUGRAHA

GAMBAR
DRAWINGS

POTONGAN B-B

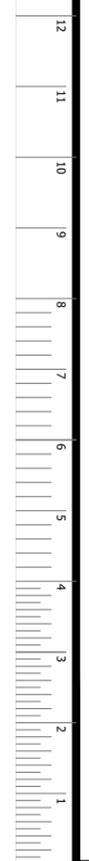
SKALA
SCALE
1 : 100

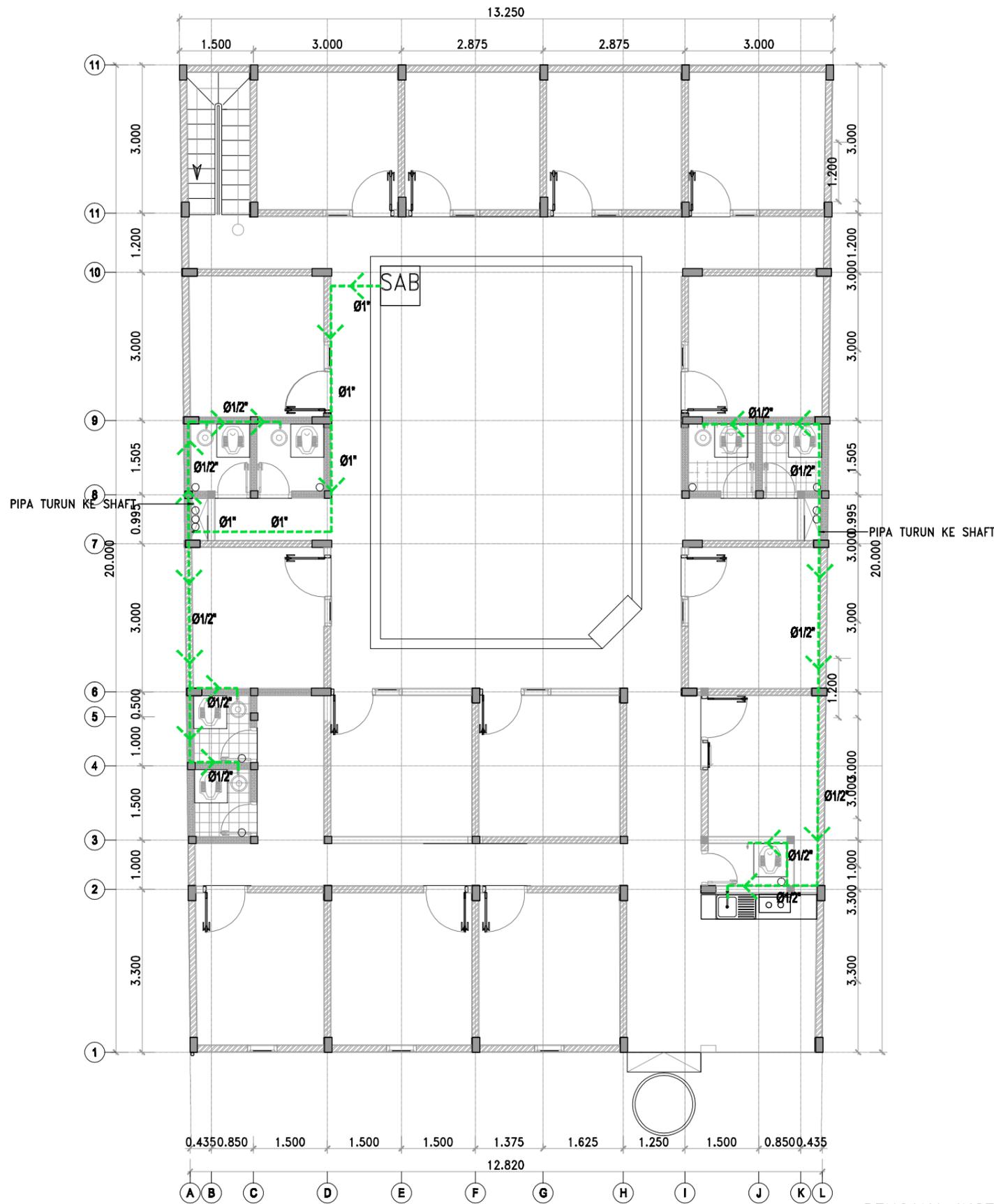
DIGAMBAR DRAWN	FRH	NOMOR NUMBER
PERENCANA DESIGNER	FRH	ARS-09
TANGGAL DATE	-	
DIPERIKSA CHECKED	-	REVISI REVISION
DISETUJUI APPROVED	-	TTD SIGN
NAMA NAME	-	FILE
FILE	-	PLOTTING DATE



- RAILING BESI DI CAT SESUAI WARNA DESAIN ARSITEK
- RAILING BESI DI CAT SESUAI WARNA DESAIN ARSITEK
- LISPLANK KAYU / GRC
- GENTENG METAL EX KANMURI FLAT ATAU YANG SEJENISNYADENGAN RANGKA BESI MENGACU SESUAI DESAIN ARSITEK
- KUDA - KUDA BAJA RINGAN KANAL C 75 MM
- GUNUNG - GUNUNG DENGAN FINISHING PLESTER, ACI DAN CAT SESUAI DESAIN ARSITEK
- PLAFON GYPSUM DENGAN RANGKA HOLLOW
- DINDING PLESTER , ACI DAN CAT WARNA SESUAI DESAIN ARSITEK
- KUSEN ALUMINIUM MENGACU PADA DETAIL KUSEN
- TRASRAM LAPIS KEDAP AIR DENGAN CAMPURAN 1PC : 3PS
- SLOOF 15/25 MENGACU PADA TABEL SCHEDULE SLOOF DAN BALOK
- FOOTPLATE 1,0 X 1,0 m MENGACU PADA DETAIL STRUKTUR

UNIT KOS
POTONGAN B-B
SKALA 1 : 100





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

HAK CIPTA
 DILARANG MENIRU ATAU MEPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
 APAPUN KEJUJUAN DENGAN PERMITSURUTULIS 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

NUANSASTUDIO.

1	13/12/2018	MERUBAH KONSEP DESAIN STRUKTUR DARI DED BANGUNAN 3 LANTAI MENJADI BANGUNAN DENGAN STRUKTUR 2 LANTAI	
---	------------	---	--

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

PEMBERI TUGAS
 CLIENT

BAPAK SUPARGIYONO Prof.dr.

PROYEK
 PROJECT

**PERENCANAAN
 RUMAH**

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 BERSIH LT 1**

SKALA
 SCALE

1 : 100

DIGAMBAR DRAWN FRH NOMOR NUMBER

PERENCANA DESIGNER FRH MEP-01

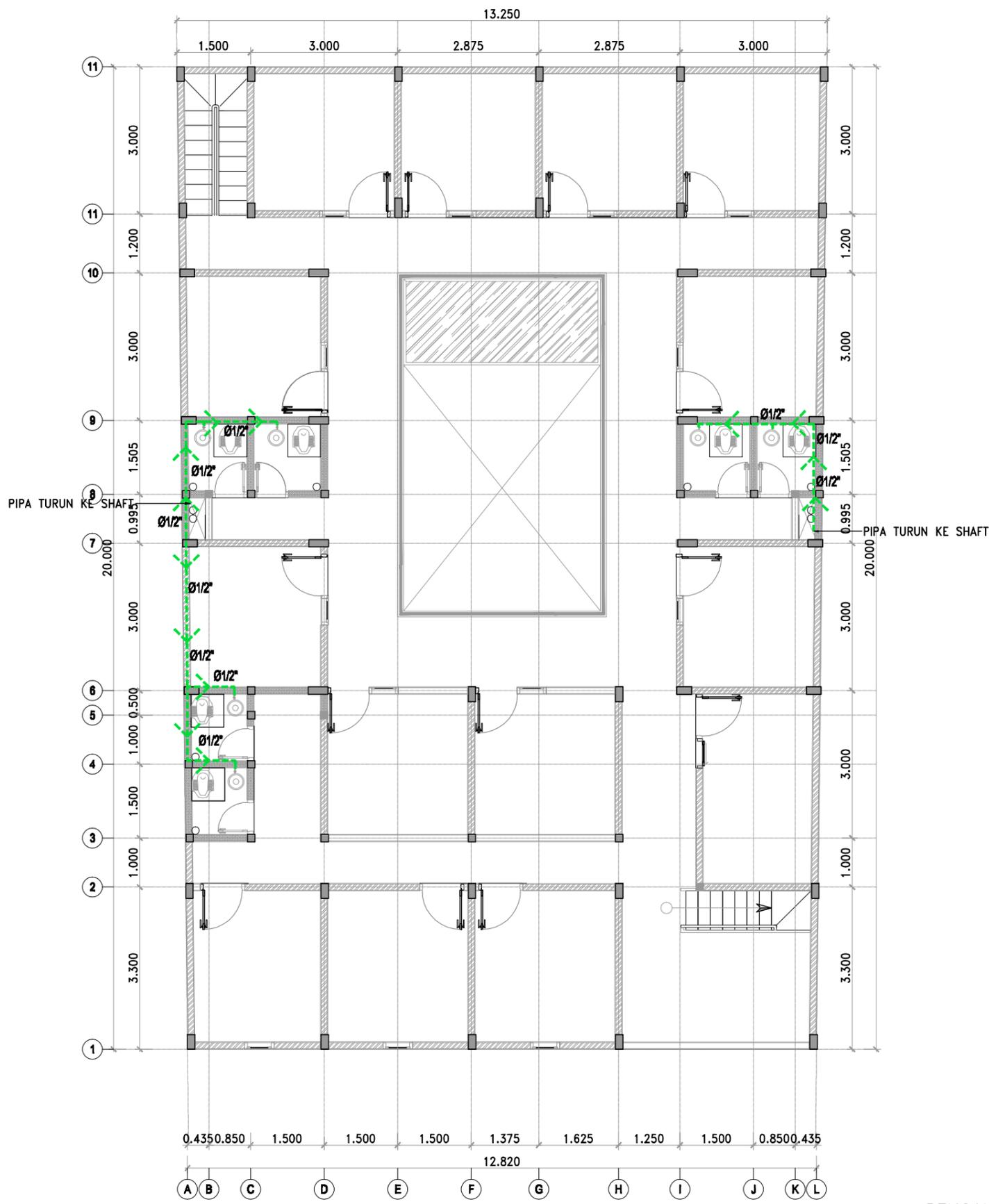
TANGGAL DATE

DIPERIKSA CHECKED

DISETUJUI APPROVED REVISI REVISION

NAMA NAME TTD SIGN

FILE PLOTTING DATE



UNIT KOS
 RENCANA INSTALASI AIR BERSIH LT 2
 SKALA 1 : 100

HAK CIPTA
 DILARANG MENIRU ATAU REPRODUKSI 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
 LEGEND

STUDIO ARSITEK
 ARCHITECT STUDIO



1	13/12/2018	MERUBAH KONSEP DESAIN STRUKTUR DARI DED BANGUNAN 3 LANTAI MENJADI BANGUNAN DENGAN STRUKTUR 2 LANTAI	
---	------------	---	--

NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDMENT	PARA SIGN

PEMBERI TUGAS
 CLIENT

BAPAK SUPARGIYONO Prof.dr.

PROYEK
 PROJECT

PERENCANAAN
 RUMAH

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 BERSIH LT 2

SKALA
 SCALE

1 : 100

DIGAMBAR DRAWN	FRH	NOMOR NUMBER
PERENCANA DESIGNER	FRH	MEP-02

TANGGAL
DATE

DIPERIKSA
CHECKED

DISETUJUI
APPROVED

NAMA
NAME

FILE

REVISI
REVISION

TTD
SIGN

PLOTTING DATE

HAK CIPTA
DILARANG MENIRU ATAU MEPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
APAPUN KEJUJUAN 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	13/12/2018	MERUBAH KONSEP DESAIN STRUKTUR DARI DED BANGUNAN 3 LANTAI MENJADI BANGUNAN DENGAN STRUKTUR 2 LANTAI	

NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDMENT	PARA SIGN

PEMBERI TUGAS
CLIENT

BAPAK SUPARGIYONO Prof.dr.

PROYEK
PROJECT

**PERENCANAAN
RUMAH**

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 INSTLASI
AIR BERSIH ATAP**

SKALA
SCALE

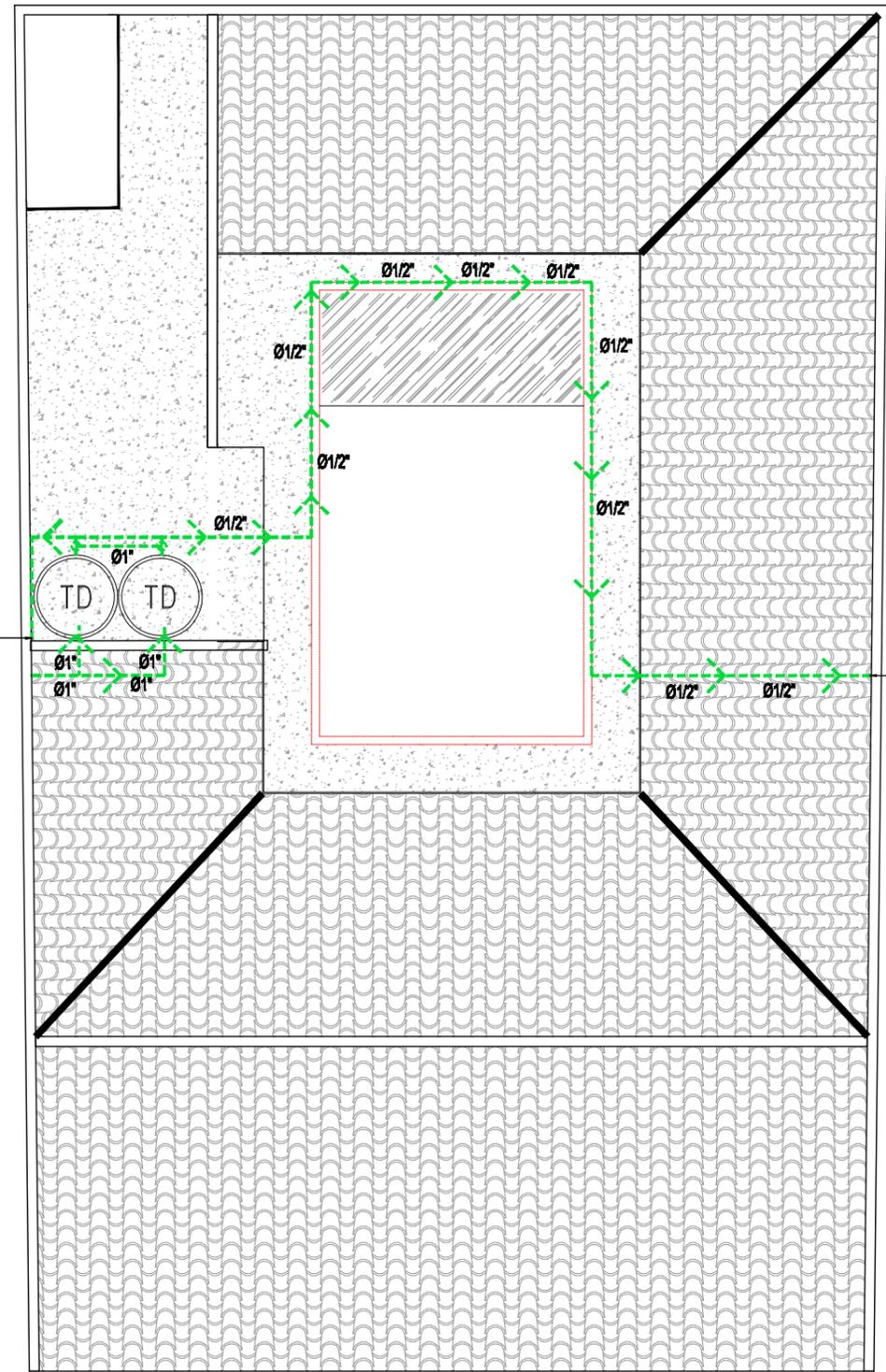
1 : 100

DIGAMBAR DRAWN	FRH	NOMOR NUMBER
PERENCANA DESIGNER	FRH	MEP-03
TANGGAL DATE	-	

DIPERIKSA CHECKED	-
DISETUJUI APPROVED	-

NAMA NAME	REVISI REVISION				
	TTD SIGN				

FILE	-	PLOTTING DATE	-
------	---	---------------	---

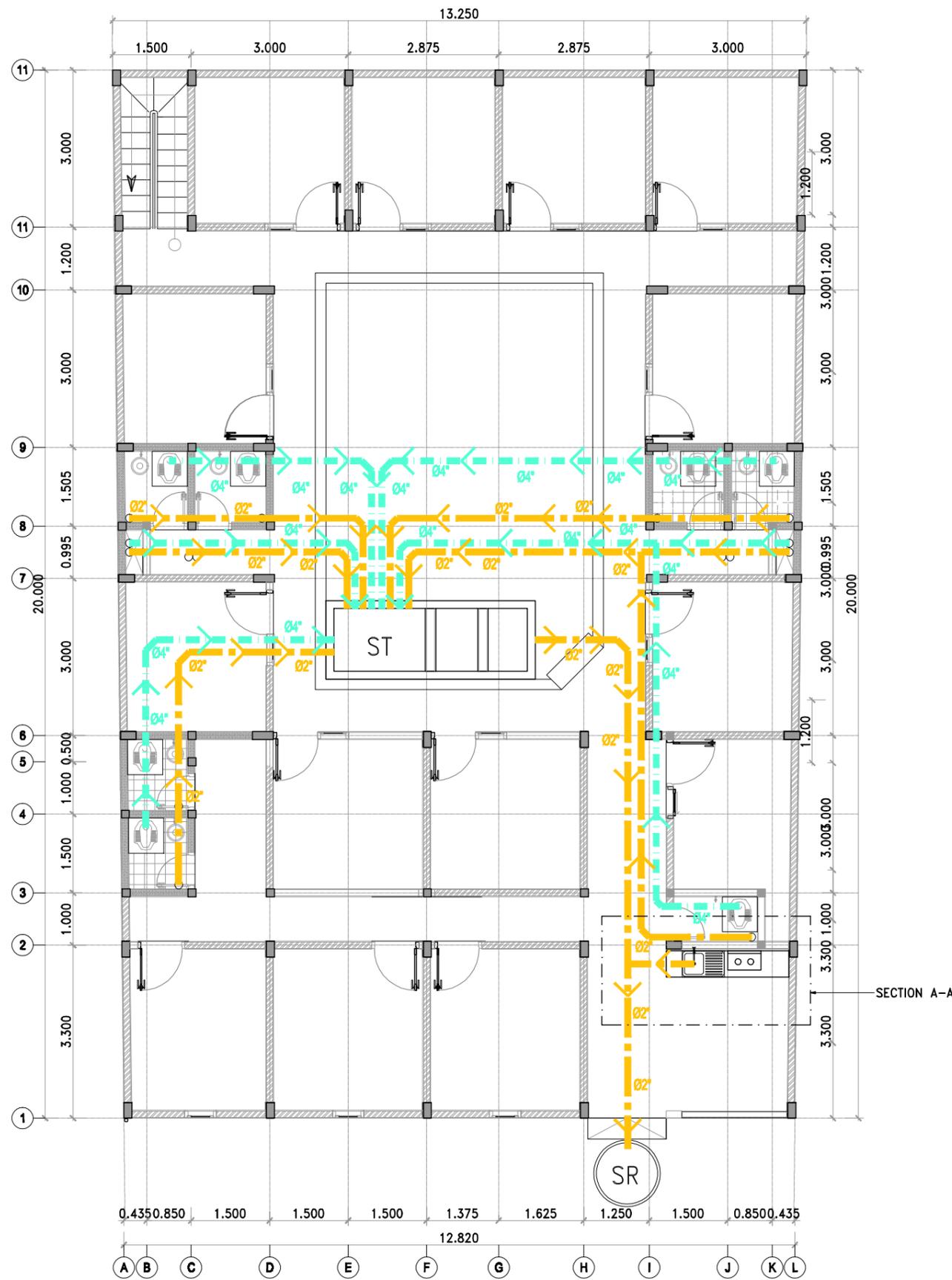


PIPA TURUN KE SHAFT

PIPA TURUN KE SHAFT

UNIT KOS
RENCANA AIR BERSIH ATAP
SKALA 1 : 100





SECTION A-A

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

HAK CIPTA
DILARANG MENIRU ATAU REPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
APAPUN KEJUJUAN DENGAN PERMIT 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



1	13/12/2018	MERUBAH KONSEP DESAIN STRUKTUR DARI DED BANGUNAN 3 LANTAI MENJADI BANGUNAN DENGAN STRUKTUR 2 LANTAI	
---	------------	---	--

NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDMENT	PARA SIGN

PEMBERI TUGAS
CLIENT

BAPAK SUPARGIYONO Prof.dr.

PROYEK
PROJECT

PERENCANAAN
RUMAH

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 1

SKALA
SCALE

1 : 100

DIGAMBAR DRAWN	FRH	NOMOR NUMBER
-------------------	-----	-----------------

PERENCANA DESIGNER	FRH	MEP-04
-----------------------	-----	--------

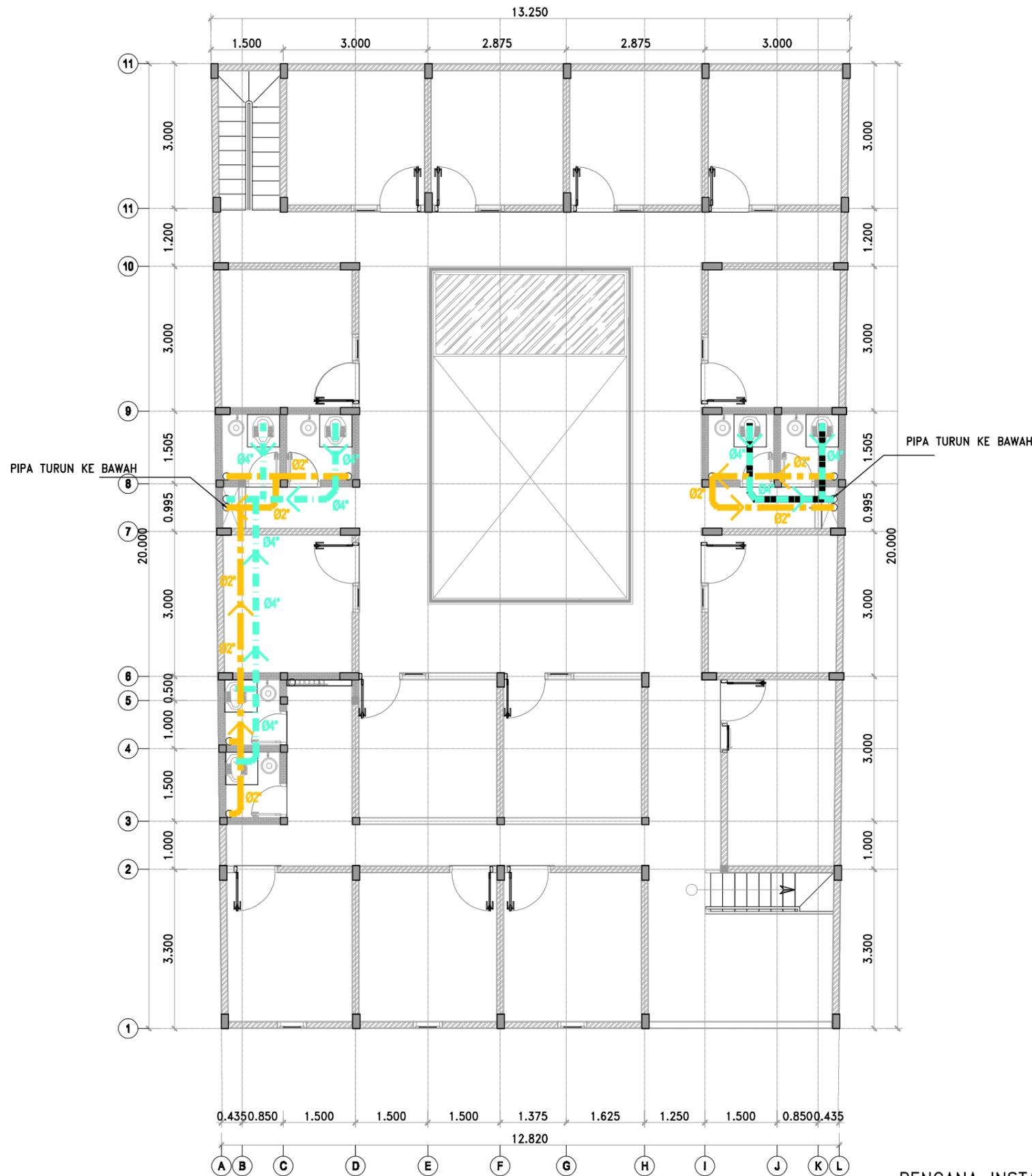
TANGGAL DATE	-
-----------------	---

DIPERIKSA CHECKED	-
----------------------	---

DISETUJUI APPROVED	-	REVISI REVISION			
-----------------------	---	--------------------	--	--	--

NAMA NAME	-	TTD SIGN	
--------------	---	-------------	--

FILE	-	PLOTTING DATE	-
------	---	---------------	---



RENCANA INSTALASI AIR KOTOR LT 2
 UNIT KOS
 SKALA 1 : 100

HAK CIPTA
 DILARANG MENIRU ATAU MEPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
 APAPUN KEJUJUAN DENGAN PERMITSURUTULAN 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	13/12/2018	MERUBAH KONSEP DESAIN STRUKTUR DARI DED BANGUNAN 3 LANTAI MEN- JADI BANGUNAN DENGAN SRUKTUR 2 LANTAI	
---	------------	--	--

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

PEMBERI TUGAS
 CLIENT

BAPAK SUPARGIYONO Prof.dr.

PROYEK
 PROJECT

PERENCANAAN
 RUMAH

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 2

SKALA
 SCALE

1 : 100

DIGAMBAR
 DRAWN FRH NOMOR
 NUMBER

PERENCANA
 DESIGNER FRH MEP-05

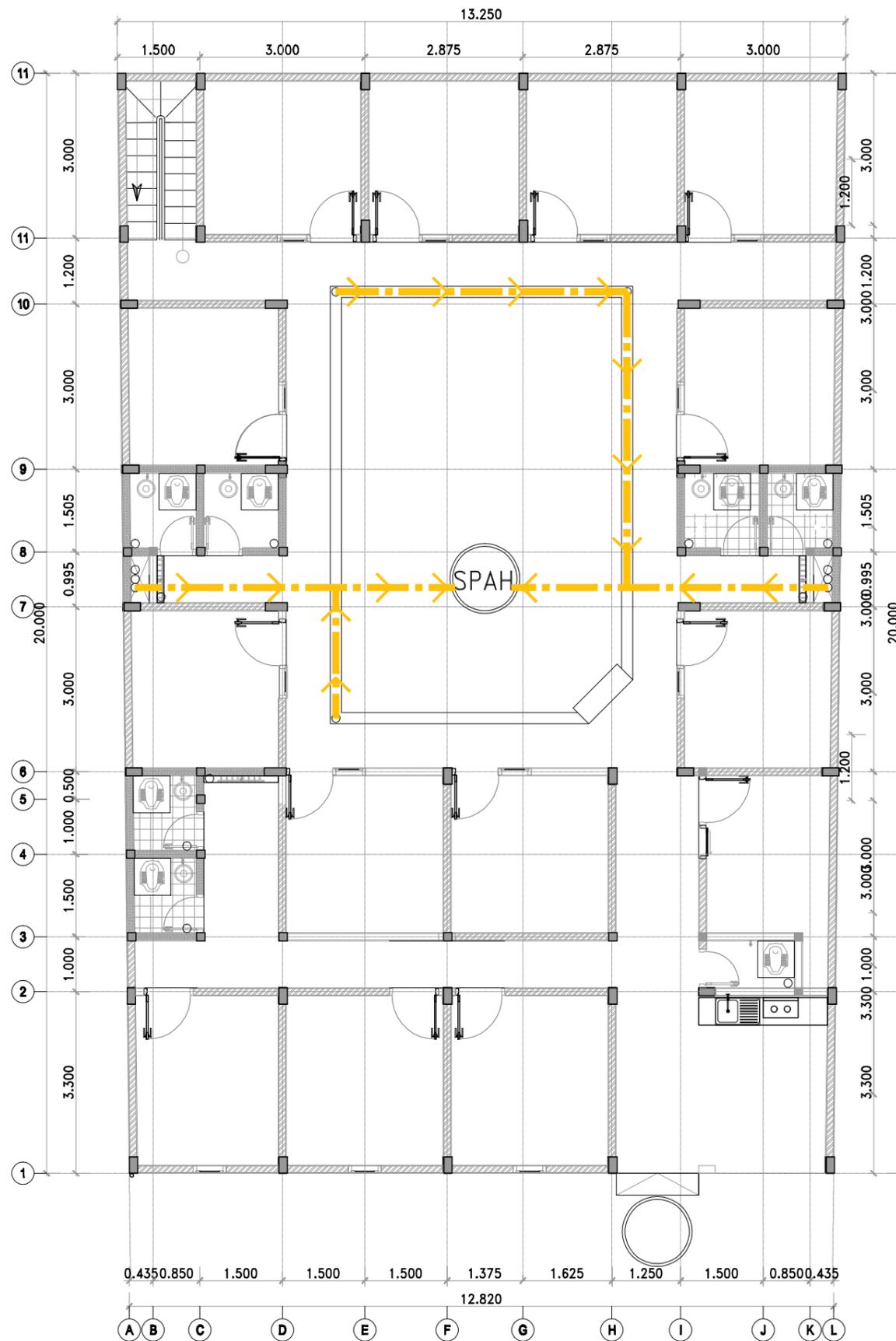
TANGGAL
 DATE

DIPERIKSA
 CHECKED

DISETUJUI
 APPROVED

NAMA
 NAME TTD
 SIGN

FILE PLOTTING DATE



UNIT KOS
 RENCANA AIR HUJAN LT 1
 SKALA 1 : 100

HAK CIPTA
 DILARANG MENIRU ATAU REPRODUKSI 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
 LEGEND

STUDIO ARSITEK
 ARCHITECT STUDIO



1	13/12/2018	MERUBAH KONSEP DESAIN STRUKTUR DARI DED BANGUNAN 3 LANTAI MEN- JADI BANGUNAN DENGAN SRUKTUR 2 LANTAI	
---	------------	--	--

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

PEMBERI TUGAS
 CLIENT

BAPAK SUPARGIYONO Prof.dr.

PROYEK
 PROJECT

PERENCANAAN
 RUMAH

TIM ARSITEK
 ARCHITECTURE TEAM

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

STRUKTURAL CONSULTANT
 KONSULTAN STRUKTUR

ADITYA KURNIA NUGRAHA
 MEP CONSULTANT
 KONSULTAN MEP

ADITYA KURNIA NUGRAHA

GAMBAR
 DRAWINGS

RENCANA AIR HUJAN
 LT 1

SKALA
 SCALE

1 : 100

DIGAMBAR DRAWN	FRH	NOMOR NUMBER
-------------------	-----	-----------------

PERENCANA DESIGNER	FRH	MEP-06
-----------------------	-----	--------

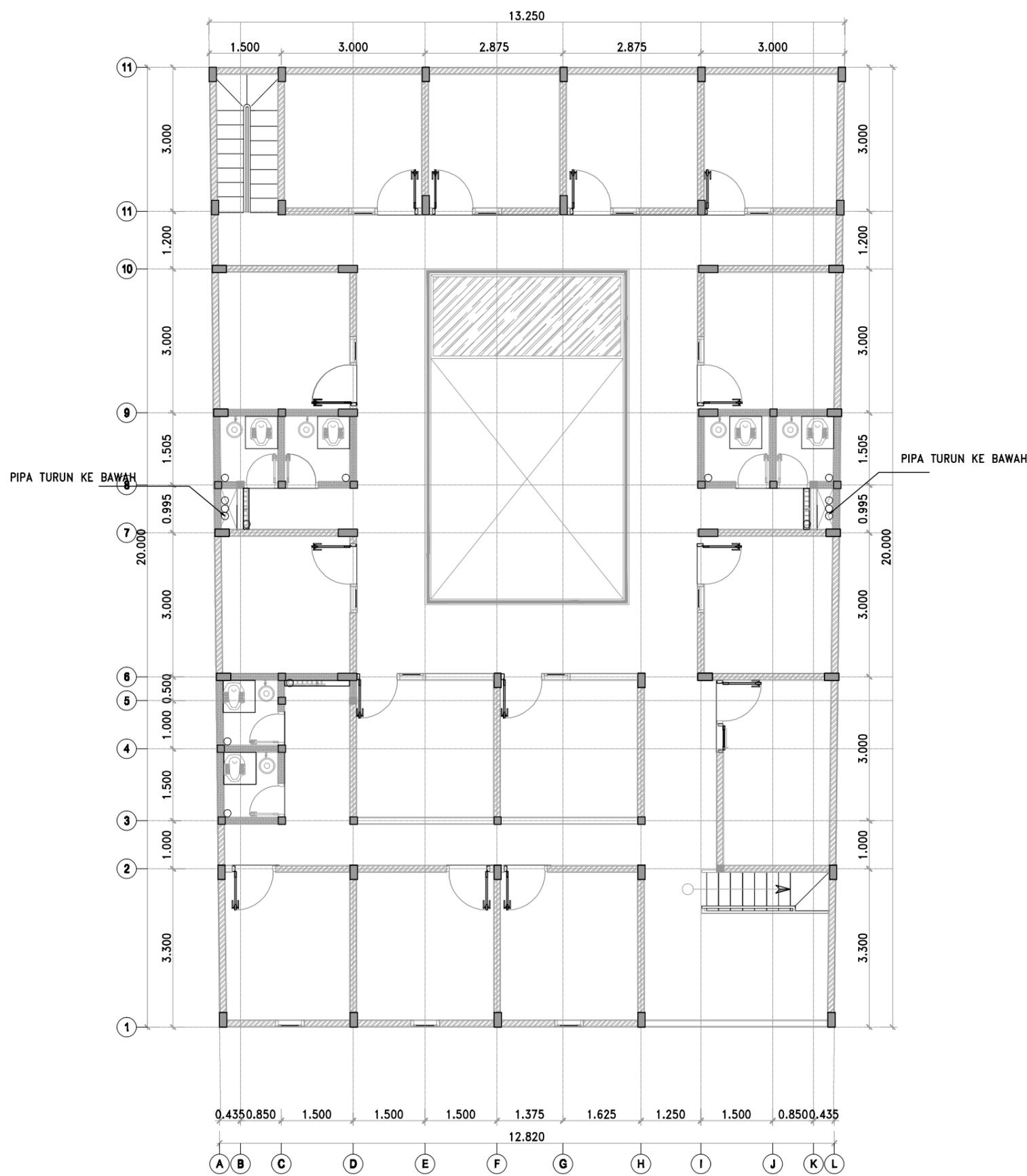
TANGGAL DATE	-
-----------------	---

DIPERIKSA CHECKED	-
----------------------	---

DISETUJUI APPROVED	-	REVISI REVISION	
-----------------------	---	--------------------	--

NAMA NAME	-	TTD SIGN	
--------------	---	-------------	--

FILE	-	PLOTTING DATE	-
------	---	---------------	---



HAK CIPTA
DILARANG MENIRU ATAU MEPRODUKSI 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
LEGEND

STUDIO ARSITEK
ARCHITECT STUDIO



1	13/12/2018	MERUBAH KONSEP DESAIN STRUKTUR DARI DED BANGUNAN 3 LANTAI MENJADI BANGUNAN DENGAN STRUKTUR 2 LANTAI	
---	------------	---	--

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

PEMBERI TUGAS
CLIENT

BAPAK SUPARGIYONO Prof.dr.

PROYEK
PROJECT

PERENCANAAN
RUMAH

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	FRH	NOMOR NUMBER
----------------	-----	--------------

PERENCANA DESIGNER	FRH	MEP-07
--------------------	-----	--------

TANGGAL DATE	-
--------------	---

DIPERIKSA CHECKED	-
-------------------	---

DISETUJUI APPROVED	-	REVISI REVISION			
--------------------	---	-----------------	--	--	--

NAMA NAME	-	TTD SIGN
-----------	---	----------

FILE	-	PLOTTING DATE	-
------	---	---------------	---

UNIT KOS
RENCANA AIR HUJAN LT 2
SKALA 1 : 100



Lampiran 4. Spesifikasi Teknis Material Pekerjaan Plumbing

Spesifikasi Teknis

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 PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
	PEKERJAAN INSTALASI PIPA LANTAI 1 dan 2		
A	Instalasi Air Bekas, Kotor dan Vent		
	<i>Pipa PVC AW ex. Rucika</i>		
1	Pipa PVC kelas AW dia. 100 atau 4"	m'	123.8
2	Pipa PVC kelas AW dia. 80 atau 3"	m'	0.9
3	Pipa PVC kelas AW dia. 50 mm atau 2"	m'	3.1
4	Pipa PVC kelas AW dia. 32 mm atau 1 1/4"	m'	21.8
5	Pipa PVC kelas D dia. 50 mm atau 2" (FD)	m'	11.4
B	Instalasi Air Hujan		
	<i>Pipa PVC AW ex. Rucika</i>		
1	Pipa PVC kelas AW dia. 100 atau 4"	m'	48.4
2	Pipa PVC kelas AW dia. 80 atau 3"	m'	13.5
3	Roof drain dia 100 atau 2"	bh	10.0
C	Instalasi Air Bersih		
	<i>Pipa PVC AW ex. Rucika</i>		
1	<i>Pipa PVC AW dia. 25 mm atau 1 "</i>	m'	10.7
2	Pipa PVC AW dia. 20 mm atau 3/4 "	m'	26.6
3	Pipa PVC AW dia. 15 mm atau 1/2 "	m'	58.8
D	Aksesoris Pipa		
	<i>Aksesoris Pipa PVC AW ex. Rucika</i>		
1	<i>Tee PVC dia. 100 atau 4"</i>	bh	35.0
2	<i>Elbow PVC dia.100 atau 4"</i>	bh	138.0
3	<i>Reducer PVC dia. 80 atau 3" / dia. 100 atau 4"</i>	bh	42.0
9	Bal Valve PVC 3/4 "	bh	8.0
E	PEKERJAAN SANITASI LANTAI 1 dan 2		
1	Pekerjaan pemasangan kran air 1/2" dan 3/4"	bh	13.0
2	Pekerjaan pemasangan <i>floor drain</i>	bh	34.0
3	Pekerjaan pemasangan <i>closet</i> jongkok <i>porcelain</i>	bh	13.0
4	Pekerjaan pemaangan bak <i>zink</i>	bh	1.0
5	Pekerjaan pemasangan <i>water toren</i>	bh	2.0

Lampiran 5. Rencana Anggaran Biaya Dokumen Proyek

Rencana Anggaran Biaya

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 PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp)	TOTAL HARGA (Rp)
PEKERJAAN INSTALASI PIPA LANTAI 1 dan 2					
A Instalasi Air Bekas, Kotor dan Vent					
<i>Pipa PVC AW ex. Rucika Lengkap Dengan Bobokan</i>					
1	Pipa PVC kelas AW dia. 100 atau 4"	m'	132.0	Rp 108,025.50	Rp 14,259,366.00
2	Pipa PVC kelas AW dia. 80 atau 3"	m'	4.0	Rp 72,385.50	Rp 289,542.00
3	Pipa PVC kelas AW dia. 50 mm atau 2"	m'	4.0	Rp 41,629.50	Rp 166,518.00
4	Pipa PVC kelas AW dia. 32 mm atau 1 1/4"	m'	24.0	Rp 34,947.00	Rp 838,728.00
5	Pipa PVC kelas D dia. 50 mm atau 2" (FD)	m'	16.0	Rp 37,174.50	Rp 594,792.00
6	<i>Fitting + Supporting</i>	Ls	1.0	Rp 2,422,341.90	Rp 2,422,341.90
7	Galian dan bobokan beton jalur instalasi	Ls	1.0	Rp 2,000,000.00	Rp 2,000,000.00
					Rp 20,571,287.90
B Instalasi Air Hujan					
<i>Pipa PVC AW ex. Rucika Lengkap Dengan Bobokan</i>					
1	Pipa PVC kelas AW dia. 100 atau 4"	m'	52.0	Rp 108,025.50	Rp 5,617,326.00
2	Pipa PVC kelas AW dia. 80 atau 3"	m'	20.0	Rp 72,385.50	Rp 1,447,710.00
3	Roof drain dia 100 atau 2"	bh	10.0	Rp 176,165.00	Rp 1,761,650.00
4	<i>Fitting + Supporting</i>	Ls	1.0	Rp 882,668.60	Rp 882,668.60
5	Galian dan bobokan beton jalur instalasi	Ls	1.0	Rp 500,000.00	Rp 500,000.00
					Rp 10,209,354.60
C Instalasi Air Bersih					
<i>Pipa PVC AW ex. Rucika Lengkap Dengan Bobokan</i>					
1	<i>Pipa PVC AW dia. 25 mm atau 1 "</i>	m'	24.0	Rp 24,783.00	Rp 594,792.00
2	Pipa PVC AW dia. 20 mm atau 3/4 "	m'	28.0	Rp 20,328.00	Rp 569,184.00
3	Pipa PVC AW dia. 15 mm atau 1/2 "	m'	64.0	Rp 18,100.50	Rp 1,158,432.00
4	<i>Fitting + Supporting</i>	Ls	1.0	Rp 406,421.40	Rp 406,421.40
5	Galian dan bobokan beton jalur instalasi	Ls	1.0	Rp 500,000.00	Rp 500,000.00
					Rp 3,228,829.40
E PEKERJAAN SANITASI LANTAI 1 dan 2					
1	Pekerjaan pemasangan kran air 1/2" dan 3/4"	bh	13.0	Rp 91,749.63	Rp 1,192,745.13
2	Pekerjaan pemasangan <i>floor drain</i>	bh	34.0	Rp 97,130.00	Rp 3,302,420.00
3	Pekerjaan pemasangan <i>closet jongkok porselen</i>	bh	13.0	Rp 708,675.00	Rp 9,212,775.00
4	Pekerjaan pemaangan bak <i>zink</i>	bh	1.0	Rp 742,390.00	Rp 742,390.00
5	Pekerjaan pemasangan <i>water toren</i>	bh	2.0	Rp 2,934,580.00	Rp 5,869,160.00
					Rp 20,319,490.13
TOTAL PEKERJAAN PLUMBING					Rp 54,328,962.03
DIBULATKAN					Rp 54,329,000.00

Lampiran 6. Laporan Total Quantity Take Off Material Pekerjaan Plumbing

Quantity Take Off Revit MEP 2016 Material Plumbing

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 PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
	PEKERJAAN INSTALASI PIPA LANTAI 1 dan 2		
A	Instalasi Air Bekas, Kotor dan Vent		
	<i>Pipa PVC AW ex. Rucika</i>		
1	Pipa PVC kelas AW dia. 100 atau 4"	m'	123.8
2	Pipa PVC kelas AW dia. 80 atau 3"	m'	0.9
3	Pipa PVC kelas AW dia. 50 mm atau 2"	m'	3.1
4	Pipa PVC kelas AW dia. 32 mm atau 1 1/4"	m'	21.8
5	Pipa PVC kelas D dia. 50 mm atau 2" (FD)	m'	11.4
B	Instalasi Air Hujan		
	<i>Pipa PVC AW ex. Rucika</i>		
1	Pipa PVC kelas AW dia. 100 atau 4"	m'	48.4
2	Pipa PVC kelas AW dia. 80 atau 3"	m'	13.5
3	Roof drain dia 100 atau 2"	bh	10.0
C	Instalasi Air Bersih		
	<i>Pipa PVC AW ex. Rucika</i>		
1	<i>Pipa PVC AW dia. 25 mm atau 1 "</i>	m'	10.7
2	Pipa PVC AW dia. 20 mm atau 3/4 "	m'	26.6
3	Pipa PVC AW dia. 15 mm atau 1/2 "	m'	58.8
D	Aksesoris Pipa		
	<i>Aksesoris Pipa PVC AW ex. Rucika</i>		
1	<i>Tee PVC dia. 100 atau 4"</i>	bh	35.0
2	<i>Elbow PVC dia.100 atau 4"</i>	bh	138.0
3	<i>Reducer PVC dia. 80 atau 3" / dia. 100 atau 4"</i>	bh	42.0
9	Bal Valve PVC 3/4 "	bh	8.0
E	PEKERJAAN SANITASI LANTAI 1 dan 2		
1	Pekerjaan pemasangan kran air 1/2" dan 3/4"	bh	13.0
2	Pekerjaan pemasangan <i>floor drain</i>	bh	34.0
3	Pekerjaan pemasangan <i>closet jongkok porselen</i>	bh	13.0
4	Pekerjaan pemaangan bak <i>zink</i>	bh	1.0
5	Pekerjaan pemasangan <i>water toren</i>	bh	2.0

Quantity Take Off PIPA

Uraian Pekerjaan	Type	Volume
------------------	------	--------

INSTALASI AIR BEKAS, KOTOR DAN VENT

INSTALASI AIR BEKAS, KOTOR DAN VENT	Rucika PVC Kelas AW 1 1/4" (Air Van)	11.389
INSTALASI AIR BEKAS, KOTOR DAN VENT	Rucika PVC Kelas AW 2" (Air Kotor)	3.260
INSTALASI AIR BEKAS, KOTOR DAN VENT	Rucika PVC Kelas AW 3" (Air Kotor)	0.753
INSTALASI AIR BEKAS, KOTOR DAN VENT	Rucika PVC Kelas AW 4" (Air Kotor)	117.305
INSTALASI AIR BEKAS, KOTOR DAN VENT	Rucika PVC Kelas D 2" (Air Kotor)	5.169

131

137.877

INSTALASI AIR BERSIH

INSTALASI AIR BERSIH	Rucika PVC Kelas AW 1" (Air Bersih)	10.678
INSTALASI AIR BERSIH	Rucika PVC Kelas AW 1/2" (Air Bersih)	65.349
INSTALASI AIR BERSIH	Rucika PVC Kelas AW 3/4" (Air Bersih)	26.636

63

102.663

INSTALASI AIR HUJAN

INSTALASI AIR HUJAN	Rucika PVC Kelas AW 3" (Air Hujan)	8.473
INSTALASI AIR HUJAN	Rucika PVC Kelas AW 4" (Air Hujan)	48.386

33

56.859

Grand total: 227

297.399

Quantity Take Off FITTING PIPA		
Uraian Pekerjaan	Type	Volume
Rucika		
Rucika		15
15		
Pemasangan Welded Reducer PVC 4"-3"		
Pemasangan Welded Reducer PVC 4"-3"	TRANSITION REDUCE WELDED RUCIKA 4"-3"	18
18		
Pemasangan Tee PVC 4"		
Pemasangan Tee PVC 4"	Rucika Tee 4" (Air Kotor) Kelas AW	12
12		
Pemasangan Tee PVC 3/4"		
Pemasangan Tee PVC 3/4"	Rucika Tee 3/4" (Air Bersih) kelas AW 2	1
1		
Pemasangan Tee PVC 3"		
Pemasangan Tee PVC 3"	Rucika Tee 3" (Air Hujan) Kelas AW	1
1		
Pemasangan Tee PVC 2"		
Pemasangan Tee PVC 2"	Rucika Tee 2" (Air Kotor kelas D	4
4		
Pemasangan Tee PVC 1/2"		
Pemasangan Tee PVC 1/2"	Rucika Tee 1/2" (Air Bersih) kelas AW	12
12		
Pemasangan Reducer PVC 4"-3"		
Pemasangan Reducer PVC 4"-3"	Rucika Reducer Pipa 4"-3"	20
20		
Pemasangan Reducer PVC 4"-2"		
Pemasangan Reducer PVC 4"-2"	Rucika Reducer Pipa 4"-2"	2
2		
Pemasangan Reducer PVC 3/4"-1/2"		
Pemasangan Reducer PVC 3/4"-1/2"	Rucika Reducer Pipa 3/4"-1/2"	15
15		
Pemasangan Reducer PVC 3"-2"		
Pemasangan Reducer PVC 3"-2"	Rucika Reducer Pipa 3"-2"	5
5		
Pemasangan Elbow PVC 4"		
Pemasangan Elbow PVC 4"		56
56		
Pemasangan Elbow PVC 3/4"		
Pemasangan Elbow PVC 3/4"	Rucika Elbow 3/4" (Air Bersih)	5
5		
Pemasangan Elbow PVC 3"		
Pemasangan Elbow PVC 3"		24
24		
Pemasangan Elbow PVC 2"		
Pemasangan Elbow PVC 2"		11
11		
Pemasangan Elbow PVC 1/2"		
Pemasangan Elbow PVC 1/2"	Rucika Elbow 1/2" (Air Bersih)	19
19		
Pemasangan Elbow PVC 1"		
Pemasangan Elbow PVC 1"	Rucika Elbow 1" (Air Bersih)	2
2		
Pemasangan Elbow PVC 1 1/4"		
Pemasangan Elbow PVC 1 1/4"	Rucika Elbow 1 1/4" (Air Van)	1
1		
		21

21

Grand total: 244

Quantity Take Off Aksesoris Sanitasi		
Uraian Pekerjaan	Type	Volume

Pemasangan Closet Jongkok

Pemasangan Closet Jongkok	Closet Jongkok Toto (Warna Putih)	13
---------------------------	-----------------------------------	----

13

Pemasangan Floor Drain

Pemasangan Floor Drain	Floor Drain Toto	27
------------------------	------------------	----

27

Pemasangan Kitchen Zink

Pemasangan Kitchen Zink	Kitchen Zink Royal	1
-------------------------	--------------------	---

1

Pemasangan kran air

Pemasangan kran air	Kran Toto	13
---------------------	-----------	----

13

Pemasangan Water Toren

Pemasangan Water Toren	Water Toren Penguin Kapasitas 1050 liter	1
------------------------	--	---

1

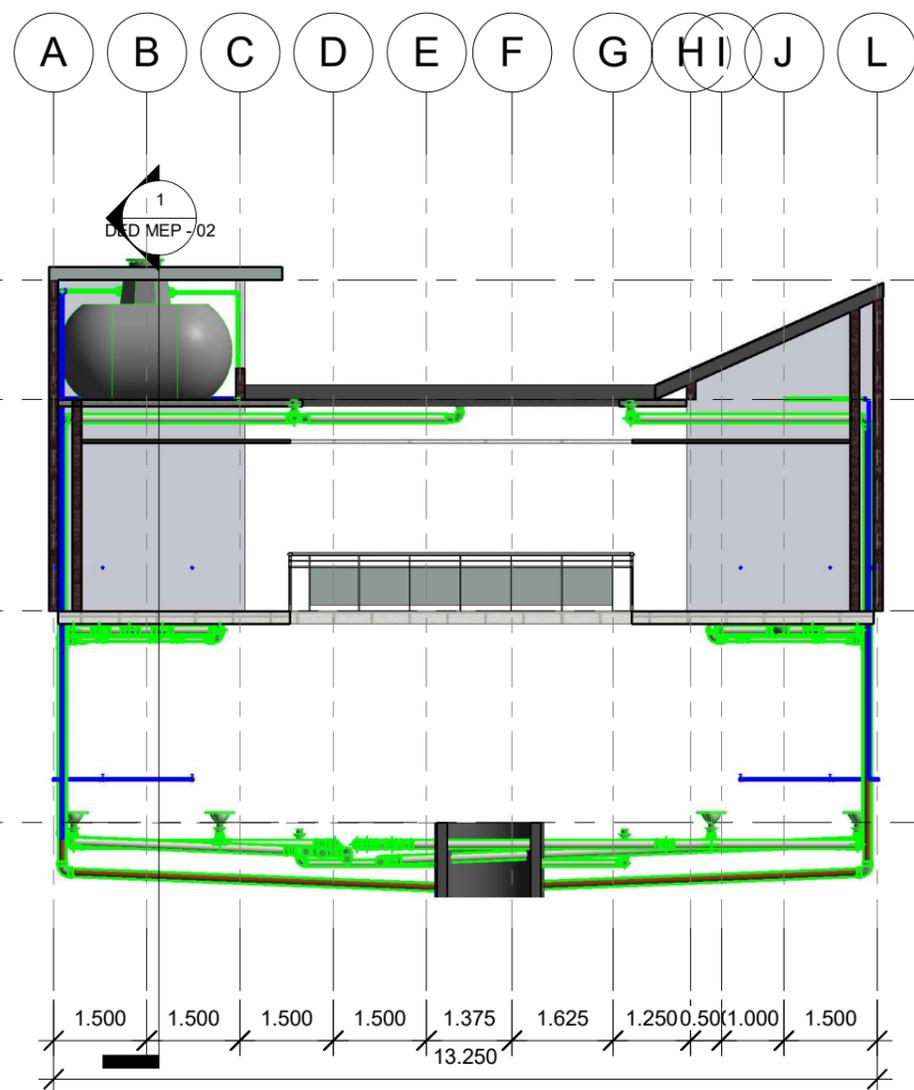
Grand total: 55

Lampiran 7. Perbedaan Hasil *Quantity Take Off* Material Plumbing

Perbedaan Hasil Quantity Take Off

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 PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME PROYEK	VOLUME SOFTWARE	SELISIH
	PEKERJAAN INSTALASI PIPA LANTAI 1 dan 2				
A	Instalasi Air Bekas, Kotor dan Vent				
	<i>Pipa PVC AW ex. Rucika</i>				
1	Pipa PVC kelas AW dia. 100 atau 4"	m'	132.00	123.83	8.18
2	Pipa PVC kelas AW dia. 80 atau 3"	m'	4.00	0.88	3.12
3	Pipa PVC kelas AW dia. 50 mm atau 2"	m'	4.00	3.10	0.90
4	Pipa PVC kelas AW dia. 32 mm atau 1 1/4"	m'	24.00	21.80	2.20
5	Pipa PVC kelas D dia. 50 mm atau 2" (FD)	m'	16.00	11.39	4.61
B	Instalasi Air Hujan				
	<i>Pipa PVC AW ex. Rucika</i>				
1	Pipa PVC kelas AW dia. 100 atau 4"	m'	52.00	48.39	3.62
2	Pipa PVC kelas AW dia. 80 atau 3"	m'	20.00	13.49	6.51
3	Roof drain dia 100 atau 2"	bh	10.00	10.00	0.00
C	Instalasi Air Bersih				
	<i>Pipa PVC AW ex. Rucika</i>				
1	<i>Pipa PVC AW dia. 25 mm atau 1 "</i>	m'	24.00	10.68	13.32
2	Pipa PVC AW dia. 20 mm atau 3/4 "	m'	28.00	26.64	1.36
3	Pipa PVC AW dia. 15 mm atau 1/2 "	m'	64.00	58.78	5.23
D	Aksesoris Pipa				
	<i>Aksesoris Pipa PVC AW ex. Rucika</i>				
1	<i>Tee</i> PVC dia. 100 atau 4"	bh	0.00	35.00	35.00
2	<i>Elbow</i> PVC dia.100 atau 4"	bh	0.00	138.00	138.00
3	<i>Reducer</i> PVC dia. 80 atau 3" / dia. 100 atau 4"	bh	0.00	42.00	42.00
9	Bal Valve PVC 3/4 "	bh	0.00	8.00	8.00
E	PEKERJAAN SANITASI LANTAI 1 dan 2				
1	Pekerjaan pemasangan kran air 1/2" dan 3/4"	bh	13.00	13.00	0.00
2	Pekerjaan pemasangan <i>floor drain</i>	bh	34.00	34.00	0.00
3	Pekerjaan pemasangan <i>closet jongkok porselen</i>	bh	13.00	13.00	0.00
4	Pekerjaan pemaangan bak <i>zink</i>	bh	1.00	1.00	0.00
5	Pekerjaan pemasangan <i>water toren</i>	bh	2.00	2.00	0.00



ATAP
8.721

Level 3
6.800

Level 2
3.400

LEVEL 1
0.000

1 Section 1
1 : 100

 NUANSASTUDIO.

www.nuansastudio24.com

No.	Description	Date

Bpk Supargiyono

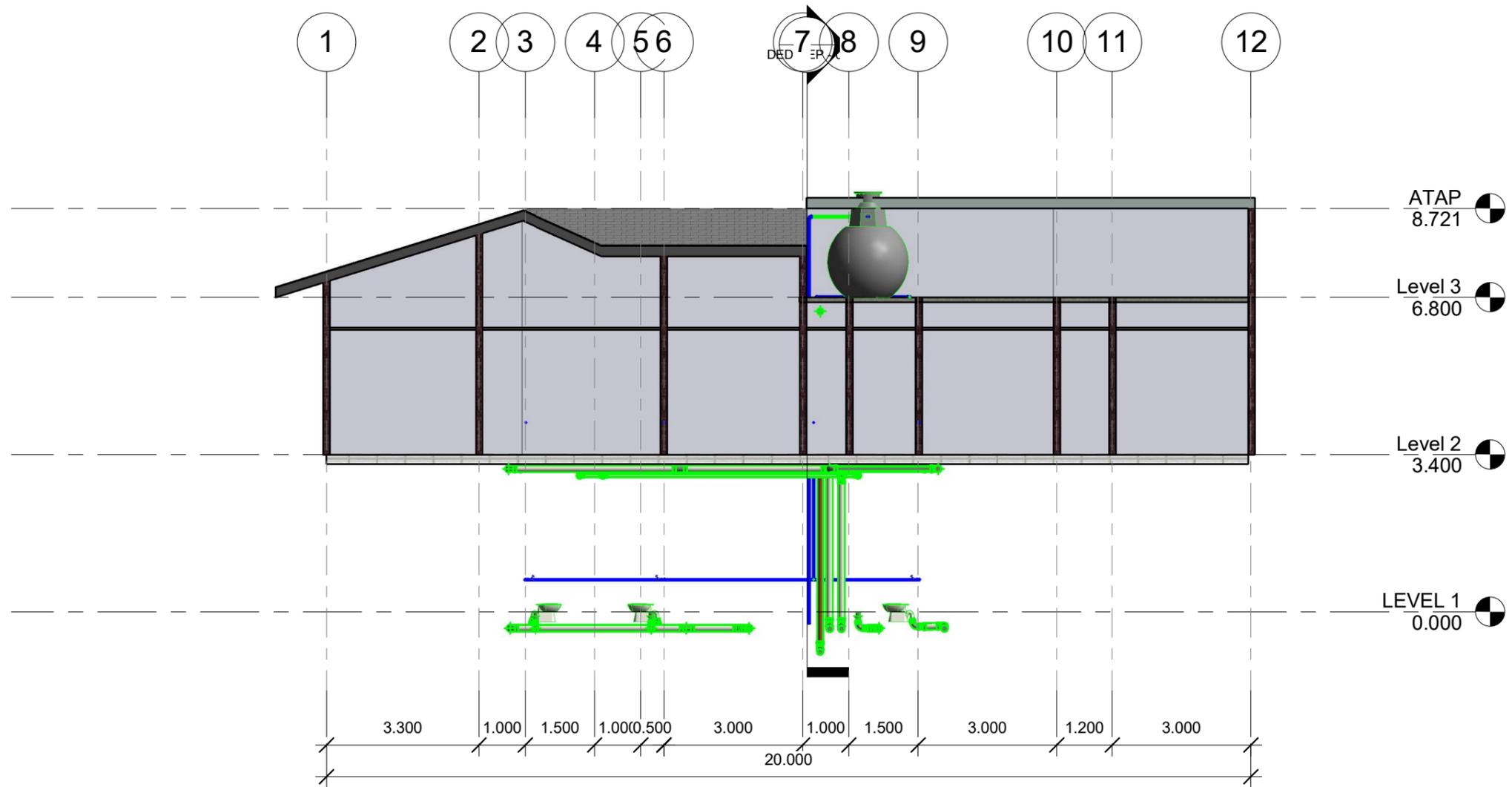
Bnagunan Kost

Section 1

Project number	01	DED MEP - 01
Date	Issue Date	
Drawn by	Author	Scale
Checked by	Checker	

1 : 100

11/25/2019 6:34:42 PM



1 Section 2
1 : 100

 NUANSASTUDIO.

www.nuansastudio24.com

No.	Description	Date

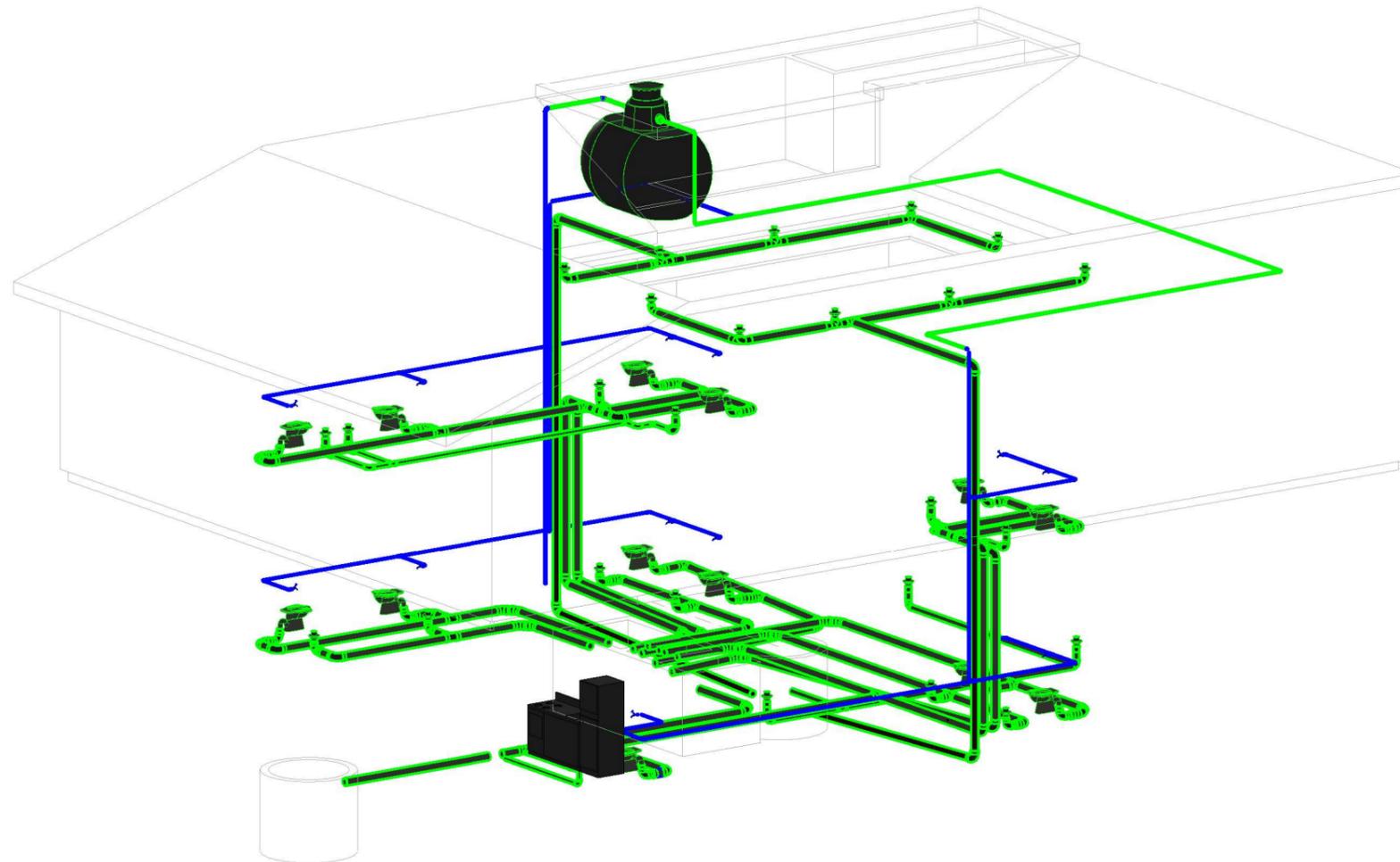
Bpk Supargiyono

Bnagunan Kost

Section 2

Project number	01	DED MEP - 02
Date	Issue Date	
Drawn by	Author	Scale
Checked by	Checker	

1 : 100



1 {3D}

 **NUANSASTUDIO.**

www.nuansastudio24.com

No.	Description	Date

Bpk Supargiyono

Bnagunan Kost

3D CONCEPT

Project number	01
Date	Issue Date
Drawn by	Author
Checked by	Checker

DED MEP - 03

Scale