

KONTSI 2019
TSI-II
Konferensi Nasional Teknik Sipil
dan Infrastruktur 2 2019



Prosiding

**PROSIDING KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL DAN
INFRASTRUKTUR-II 2019**

Editor:

Willy Kriswardhana, S.T., M.T.

Rendra Suprobo Aji, S.T., M.T., CAPM.

Yuliana Sukarmawati, S.T., M.T.

Hafi Anshori Ramadhani

Muhammad Alfian Nasril B.

Ifna Nabila

Alfiani Nur Kholisah

Penerbit:

UPT Percetakan & Penerbitan Universitas Jember

ISBN : 978-623-7226-69-7

Redaksi:

Jl. Kalimantan 37

Jember 68121

Telp 0331-330224, Voip 00319

e-mail: upt-penerbitan@unej.ac.id

Distributor Tunggal:

UNEJ Press

Jl. Kalimantan 37

Jember 68121

Telp 0331-330224, Voip 00319

e-mail: upt-penerbitan@unej.ac.id

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang. Dilarang memperbanyak tanpa ijin tertulis dari penerbit, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun, baik cetak, *photoprint*, maupun *microfilm*.

KONTSI-II 2019

Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Infrastruktur ke-2 2019

Prosiding

Inovasi Teknologi Infrastruktur Berkelanjutan dalam Menghadapi Era Industri 4.0

Editor :

Willy Kriswardhana, ST., MT.

Rendra Suprobo Aji, S.T., M.T., CAPM.

Yuliana Sukarmawati, S.T., M.T

Hafi Anshori Ramadhani

Muhammad Alfian Nasril B.

Ifna Nabila

Alfiani Nur Kholisah

Isi makalah diluar tanggung jawab editor dan penerbit

Diselenggarakan oleh :

Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Jember

Jl. Kalimantan No. 37, Kampus Tegal Boto, Jember

Tlp. 0331-484977

Susunan Panitia KONTSI-II 2019

Penanggungjawab

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember

Ketua Jurusan Fakultas Teknik

Panitia Pelaksana

Ketua : Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T.

Sekretaris : Noven Pramitasari, S.T., M.T.
Firdha Lutfiatul Fitria, S.Si., M.T.

Bendahara : Wiwik Yunarni W., S.T., M.T.
Ratih Novi Listyawati, S.T., M.Eng
Rindang Alfiah, S.T., M.T.

Seksi Kesekretariatan

Willy Kriswardhana, S.T., M.T.

Rendra Suprobo Aji, S.T., M.T.

Yuliana Sukarmawati, S.T., M.T.

Hafi Anshori Ramadhani

Muhammad Alfian Nasril B.

Ifna Nabila

Alfiani Nur Kholisah

Seksi Acara

Dr. Rr. Dewi Junita K., S.T., M.T.

Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T.

Rizvan Amri Auzan

Bella Sukma Candradewi

Ainal Akbar

Septiya Indira Monicasari

Amalia Martha Sukmana

Seksi Perlengkapan

Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T.

Fahir Hassan, S.T., M.T.

Audiananti Meganandi K., S.Si., M.T.

Galang Kharisma M. N.

Gillang Krisna Wijaya

Abdurrahman Farcha Alifi

M. Zakaria Al Ansori

Adex Laksmi Dewi

Rizqi Choirul Wahdana

Ricky Fajar Saputra

Seksi Makalah dan Publikasi

Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T.

Retno Utami Agung Wiyono, S.T., M.Eng., Ph.D

Fanteri Aji Dharma Suparno, S.T., M.S.

Seksi Dana dan Sponsor

Syamsul Arifin, S.T., M.T.

Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T.

Seksi Humas dan Dokumentasi

Ivan Agusta Farizkha, S.T., M.T.

Nur Faizin, S.Si., M.Si.

Annisa Dwi Cahyani

Royyan Zuhdi Arrifqi

Abdullah Habib

Ryan Akbar Pratama

Nurina Awanis

Seksi Konsumsi

Yuniartie Ardha, S.Pi

Komite Ilmiah

Sri Wahyuni, S.T., M.T., Ph.D (Universitas Brawijaya)

Dian Sisinggih, S.T., M.T., Ph.D (Universitas Brawijaya)

Tri Joko Wahyu Adi, S.T., M.T., Ph.D (ITS)

IDAA Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D (ITS)

Adjie Pamungkas, S.T., M.Dev.Plg., Ph.D. (ITS)

Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T. (Universitas Jember)

Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. (Universitas Jember)

Retno Utami Agung Wiyono, S.T., M.Eng, Ph.D (Universitas Jember)

Dr. Ir. Krisnamurti, M.T. (Universitas Jember)

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM (Universitas Jember)

Dr. Rr. Dewi Junita K., S.T., M.T. (Universitas Jember)

Dr. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T. (Universitas Jember)

Ir. Hernu Suyoso, M.T. (Universitas Jember)

Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T. (Universitas Jember)

Willy Kriswardhana, S.T., M.T. (Universitas Jember)

Anita Trisiana, S.T., M.T. (Universitas Jember)

Luthfi Amri Wicaksono, S.T., M.T. (Universitas Jember)

Wiwik Yunarni W., S.T., M.T. (Universitas Jember)

Firdha Lutfiatul Fitria, S.Si., M.T. (Universitas Jember)

Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T. (Universitas Jember)

Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T. (Universitas Jember)



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PANITIA PENYELENGGARA	iv
SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK	vii
SAMBUTAN KETUA JURUSAN TEKNIK SIPIL	viii
SAMBUTAN KETUA PANITIA KONTSI –II 2019	ix
REKAYASA GEOTEKNIK	HAL
ANALISIS POTENSI GERAKAN TANAH DI DESA SIRNARESMI KABUPATEN SUKABUMI <i>Josua Kelpin Nauli and Yukiko Vega Subagio</i>	G-1
PERBAIKAN TANAH LUNAK DENGAN METODE PRELOADING KOMBINASI PVD DAN PHD BERDASARKAN DATA ANALISA BALIK (STUDI KASUS: PROYEK PPKA 4, SUMATERA SELATAN) <i>Muhammad Irsan Marwanda Bachtiar, Indra Nurtjahjaningtyas and Paksitya Purnama Putra</i>	G-11
UPAYA UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN TANAH LATERIT DENGAN MEMANFAATKAN KAPUR PADAM DAN SEMEN PORTLAND KOMPOSIT <i>Franky E. P. Lopian</i>	G-21
PEMANFAATAN BATU KAPUR UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN CAMPURAN TANAH LATERIT YANG DIKAT OLEH PASTA SEMEN PORTLAND KOMPOSIT <i>Franky E. P. Lopian</i>	G-29
ACCURACY TEST FOR THE PLANNING MAP OF HOUSING AREA USING UAV AND GEODETIC <i>Fajar Maulana</i>	G-35
GEOTECHNICAL INSTRUMENTS FOR BACK ANALYSIS ON SOFT SOIL IMPROVEMENT USING PRELOADING METHOD <i>Danil Bayu Suwiryono, Indra Nurtjahjaningtyas and Paksitya Purnama Putra</i>	G-41
PERBANDINGAN PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI BORED PILE MENGGUNAKAN PROGRAM ALLPILE V6.52 DENGAN METODE EMPIRIS O'NEIL DAN REESE (STUDI KASUS: PROYEK TRANS ICON SURABAYA) <i>Riantri Hidayat and Indra Nurtjahjaningtyas</i>	G-51
KOMPARASI DAYA DUKUNG PONDASI BORED PILE DENGAN METODE EMPIRIS TERHADAP STATIC LOADING TEST <i>Shofana Elfa Hidayah and Indra Nurtjahjaningtyas</i>	G-61
REINFORCMENT WITH GEOTEXTILE AND SHEET PILE IN LANDSLIDE SLOPE (CASE STUDY OF KEMUNINGLOR ARJASA VILLAGE, JEMBER REGENCY) <i>Mohammad Fathoni, Indra Nurtjahjaningtyas and Paksitya Putra</i>	G-71

OPTIMIZATION OF WATER ALLOCATION IN BLAMBANGAN IRRIGATION AREA BANYUWANGI REGENCY USING DYNAMIC PROGRAMS H-115
Mochammad Ilham Fanani, Entin Hidayah and Januar Fery Irawan

MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI

PEMODELAN GEDUNG ISLAMIC DEVELOPMENT BANK (ISDB) INTEGRATED LABORATORY FOR PLANT AND NATURAL MEDICINE DENGAN METODE BIM M-1
Syafira Rahma, Anik Ratnaningsih and Paksitya Purnama Putra

COST COMPARISON BASED ON VOLUME USING BIM METHOD WITH INITIAL CONTRACT OF AUDITORIUM ISDB PROJECT JEMBER UNIVERSITY M-13
Andini Zahari, Syamsul Arifin and Paksitya Purnama Putra

COST EVALUATION OF STRUCTURE AND ARCHITECTURE USING BIM METHODE (CASE STUDY : INTEGRATED LABORATORY BUILDING FOR SCIENCE POLICY AND COMMUNICATION ISDB JEMBER UNIVERSITY) M-23
Farras Faridah Putri, Syamsul Arifin and Hernu Suyoso

IDENTIFIKASI RISIKO PENGADAAN LANGSUNG JASA KONSTRUKSI MENURUT PERPRES NOMOR 54 TAHUN 2010 KOMPARASI PERPRES NOMOR 16 TAHUN 2018 MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC M-33
Dianatul Hanifah, Anik Ratnaningsih and Anita Trisiana

PROJECT SCHEDULLING OF ISDB ENGINEERING BIOTECHNOLOGY JEMBER UNIVERSITY USING CPM METHOD M-43
Iqbal Dwi Kurniawan, Yeny Dhokhikah and Anita Trisiana

IDENTIFIKASI RISIKO PENGGUNAAN APLIKASI SISTEM PENGADAAN SECARA ELEKTRONIK (SPSE) VERSI 4.3 DI KABUPATEN LUMAJANG MENGGUNAKAN METODE AHP (STUDO KASUS : POKJA PEMILIHAN KABUPATEN LUMAJANG) M-53
Gatrawan Muchammad Albirru, Anik Ratnaningsih and Sri Sukmawati

PENILAIAN KRITERIA GEDUNG RAMAH LINGKUNGAN MENGACU PADA STANDAR NASIONAL GREENSHIP EXISTING BUILDING VERSI 1.1 DI FAKULTAS KESEHATAN UNIVERSITAS JEMBER M-63
Ony Nurmayasari, Anik Ratnaningsih and Hernu Suyoso

ANALISIS BIAYA DAN PENETAPAN HARGA POKOK SEWA MALL PADA JEMBER TOWN SQUARE M-73
Mochamad Iwan Darmawan, Sri Sukmawati and Anik Ratnaningsih

ANALISIS FAKTOR-FAKTOR INTERNAL YANG MEMPENGARUHI PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA PADA PEKERJAAN PEMBUATAN BATAKO M-83
Sebastianus Baki Henong

Perbandingan Anggaran Biaya berdasarkan Volume Pekerjaan menggunakan Metode BIM dengan Kontrak Awal pada Pembangunan Gedung Auditorium IsDB Proyek Universitas Jember

Cost Comparison based on Volume using BIM Method with Initial Contract of Auditorium IsDB Project Jember University

Andini Zahari^a, Syamsul Arifin^b, Paksitya Purnama Putra^c

^a Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember, email: andinizahari@yahoo.com

^b Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember, email: syamsul.teknik@unej.ac.id

^c Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember, email: paksitya.putra@unej.ac.id

ABSTRAK

Peranan *stakeholder* pada suatu proyek dapat didorong dengan adanya BIM yang mewakili paradigma perkembangan AEC (*architecture, engineering, and construction*). *Revit Architecture* merupakan salah satu perangkat lunak yang dikembangkan oleh *Autodesk* yang dapat menunjang penerapan metode BIM. Pengguna *Revit Architecture* juga dapat sekaligus membuat gambar kerja dengan satu kali kerja dan hasilnya saling berintegrasi. Koordinasi yang mudah antarpelaku konstruksi dalam merencanakan anggaran biaya juga dapat dilakukan dalam *Revit Architecture*. Penelitian ini menggunakan beberapa data sekunder, yaitu *shop drawing*, *Bill of Quantity* serta AHSP proyek PT. Utama Karya dan PT. Nindya Karya digunakan untuk mengetahui analisa harga setiap pekerjaan. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, tahap pertama yaitu memodelkan gedung *Revit Architecture* dengan *output* merupakan volume pekerjaan. Tahap kedua yaitu, mengalikan volume hasil *Revit Architecture* dengan AHSP proyek kemudian dibandingkan dengan kontrak awal proyek gedung. Penelitian ini menghasilkan perbandingan anggaran biaya hasil *Revit Architecture* dengan hasil konvensional pada pemodelan gedung IsDB Auditorium Universitas Jember adalah : biaya *Revit* sebesar Rp 53.158.611.012,34 sedangkan biaya dari perhitungan kontrak awal sebesar Rp 50.258.693.485,47. Berdasarkan hasil *Revit Architecture* anggaran biaya lebih besar 5,77% dibandingkan dengan anggaran biaya dari hasil konvensional.

Kata kunci: BIM, Revit Architecture, Perbandingan

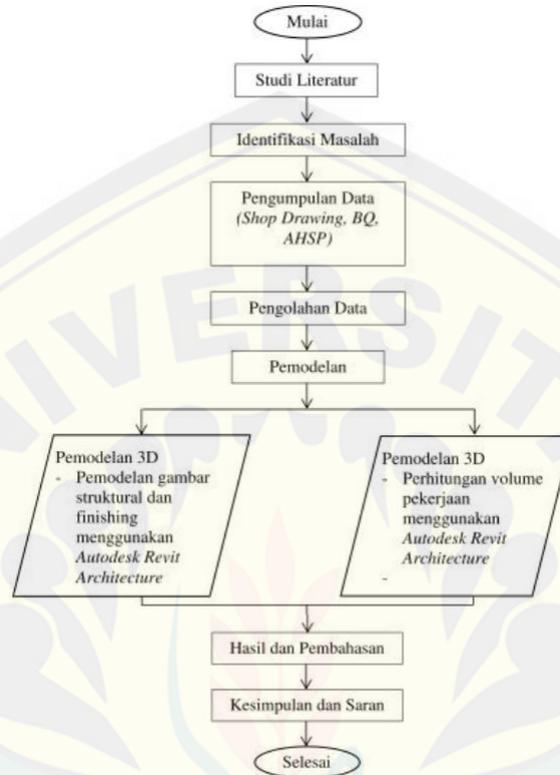
ABSTRACT

The role of *stakeholder* in a project can be encourager by the paradigm in the development of AEC (*architecture, engineering, and construction*). *Revit Architecture* is one of the *Autodesk* developed software which can support the implementation of the BIM method. *Revit Architecture* users can also simultaneously create work drawings with one work and the result are mutually integrated. Easy coordination between construction agent in a planning budget can also be done with *Revit Architecture*. This research uses several secondary data, that is *shop drawing*, *Bill of Quantity*, and project AHSP of PT. Utama Karya and PT. Nindya Karya which is used to know the price analysis of each job. This research was conducted in two stages, the first stage is model the building using *Revit Architecture* and the output is volume of work. The second stage is to multiply the volume of *Revit Architecture* result with the project AHSP then compared to the initial contract building project. This study resulted in a comparison between *Revit Architecture* cost with initial contract on the modeling of the IsDB Auditorium at the University of Jember : *Revit* costs of Rp 53,158,611,012.34 while the costs of calculating the initial contract were Rp 50,258,693,485.47. Based on the result of *Revit Architecture* the budget is greater 5,77% compared to the results of conventional budget.

Keywords: BIM, Revit Architecture, Comparison

Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan program bantu metode BIM yaitu *Revit Architecture* yang kemudian akan didapatkan *output* berupa volume tiap pekerjaan. Setelah didapat volume pekerjaan dan dikalikan dengan AHSP proyek, maka dibandingkan dengan anggaran dari metode konvensional.

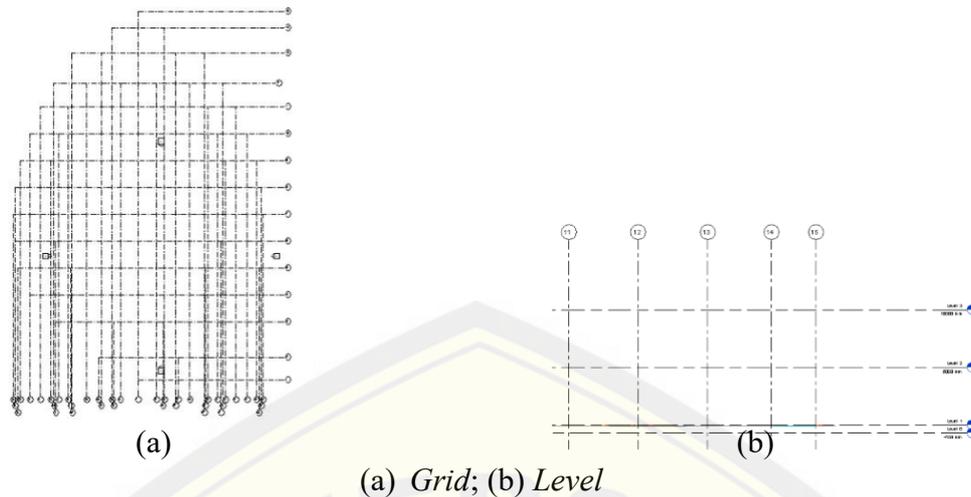


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

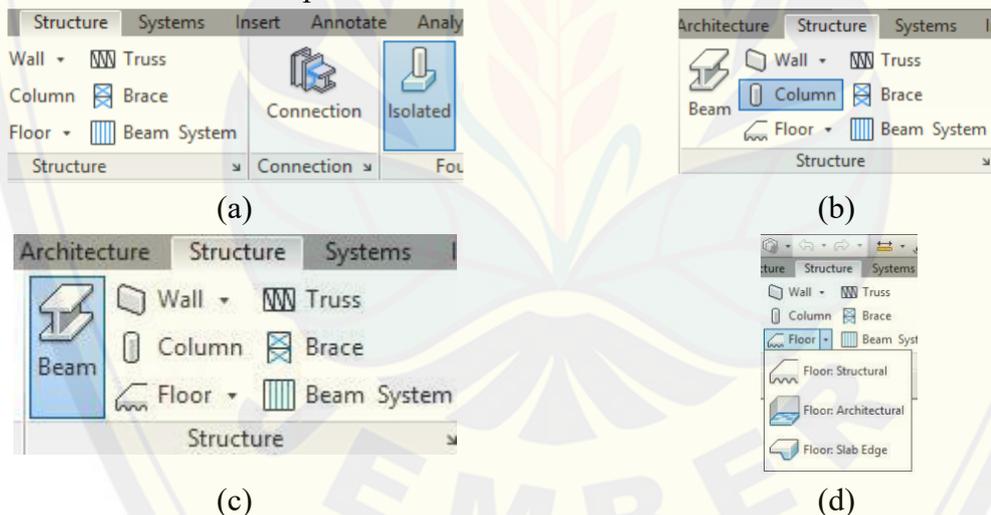
Pemodelan *Revit Architecture*

Pemodelan *Revit Architecture* dalam dua pemodelan, yaitu pemodelan struktur dan pemodelan arsitektur. Dimana kedua pemodelan tersebut pertama kali dilakukan *log in* program *Revit Architecture* yang kemudian dilanjut dengan mengatur satuan unit pada toolbar *Project Unit*. Langkah selanjutnya yaitu *import* file dari *AutoCAD* yang sudah ada. Pilih menu *Insert* → *Import CAD* → pilih file CAD yang digunakan. Setelah file CAD berhasil diinput, langkah selanjutnya membuat *grid* (sesuai pemodelan gambar) dengan cara pilih *grid* pada toolbar *Architecture*. Pembuatan *grid* telah selesai, maka langkah selanjutnya yaitu membuat *level* sesuai dengan kebutuhan jumlah lantai pada perencanaan gedung. Sebelum membuat *level* terlebih dahulu pilih *Elevations (Building Elevation)* pada *Project Browser* → *East*, setelah itu buat level dengan memilih menu *Architecture* → *Level*. Atur tinggi antar level dan jumlah level yang dibutuhkan sesuai dengan perencanaan gedung yang akan dibuat.



Gambar 3. Membuat *grid* dan *level* pada *Revit Architecture*

Pemodelan selanjutnya yaitu pemodelan struktur. Pemodelan struktur ini dilakukan pada posisi lembar kerja *Structural Plans* di level sesuai dengan pemodelan. Pemodelan struktur yang dimodelkan adalah pemodelan pondasi dengan memilih *Isolated* pada menubar *Structure*, pemodelan kolom dengan memilih *Column* pada menubar *Structure*, pemodelan balok dengan memilih *Beam* pada menubar *Structure*, dan pemodelan plat lantai dengan memilih *Floor : Structural* pada menubar *Structure*.

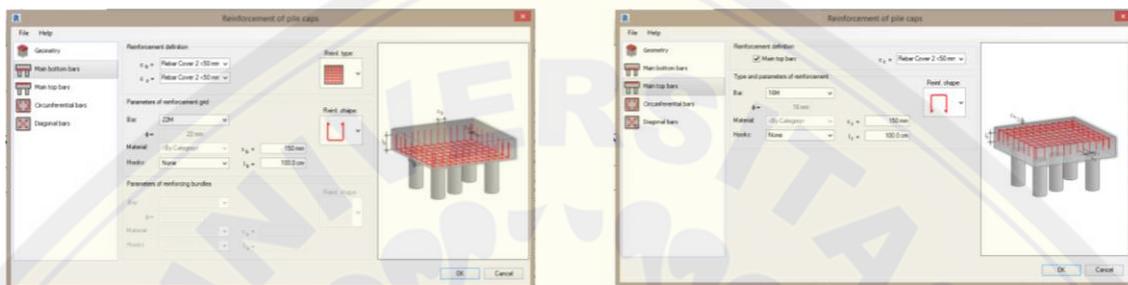


Gambar 4. Menubar *Structure* pada *Revit Architecture*

Pemodelan ini perlu dilakukan penginputan *family* dimana hal tersebut berguna untuk membantu pemodelan lebih mudah. *Family* tersebut merupakan tipe-tipe struktur (pondasi, kolom, balok, plat lantai) yang dibuat dan ukurannya dapat diubah sesuai dengan kebutuhan tipe struktur tersebut. Pembuatan *family* tersebut dilakukan dengan memilih *Edit Type* pada menubar *Properties* dan edit sesuai dengan kebutuhan dimensi struktur.

Langkah selanjutnya yaitu dilakukan pemodelan tulangan. Pemodelan tulangan ini, sama halnya dengan pemodelan beton struktur pondasi, kolom, balok, dan plat lantai dimana pengerjaan pemodelan ini dilakukan pada lembar kerja *Structural Plan* sesuai dengan level

yang diinginkan. Pemodelan tulangan menggunakan menubar *Extension* kemudian pilih *Reinforcement* dan pilih struktur yang akan diberi tulangan. Setiap pemodelan tulangan pada toolbar *Reinforcement* memiliki pengaturan tulangan berbeda-beda. Tulangan pondasi pile cap terdapat *Main bottom bars* yang berfungsi mengatur tulangan utama bagian bawah pada pile cap, *Main top bars* yang berfungsi mengatur tulangan utama bagian atas pada pile cap, dan *Circumferential bars* yang berfungsi untuk mengatur tulangan bagi pada pile cap. sebelum dilakukan pemodelan tulangan, pada pemodelan tulangan pondasi pile cap terlebih dahulu untuk mengatur selimut beton yang digunakan dengan memilih toolbar *Cover* pada menubar *Structure*.



(a)

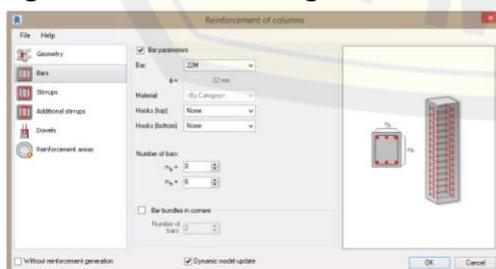
(b)



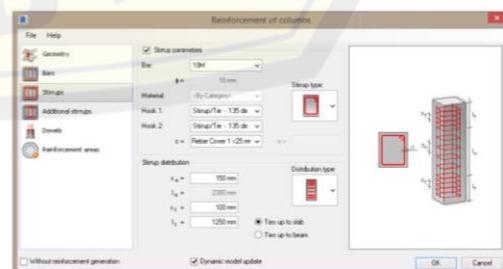
(c)

(a) *Main top bars* ; (b) *Main bottom bars* ; (c) *Circumferential bars* **Gambar 5. Reinforcement of Pile Cap**

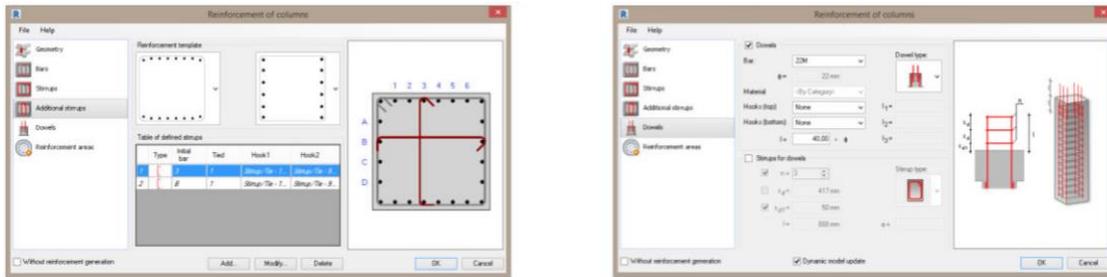
Pemodelan tulangan kolom terdapat *Bars* berfungsi untuk mengatur jumlah dan besar diameter tulangan utama yang digunakan, *Stirrups* berfungsi untuk mengatur sengkang pada kolom, *Additional stirrup* berfungsi mengatur sengkang tambahan, dan *Dowels* untuk mengatur kebutuhan tulangan lewatan.



(a)



(b)



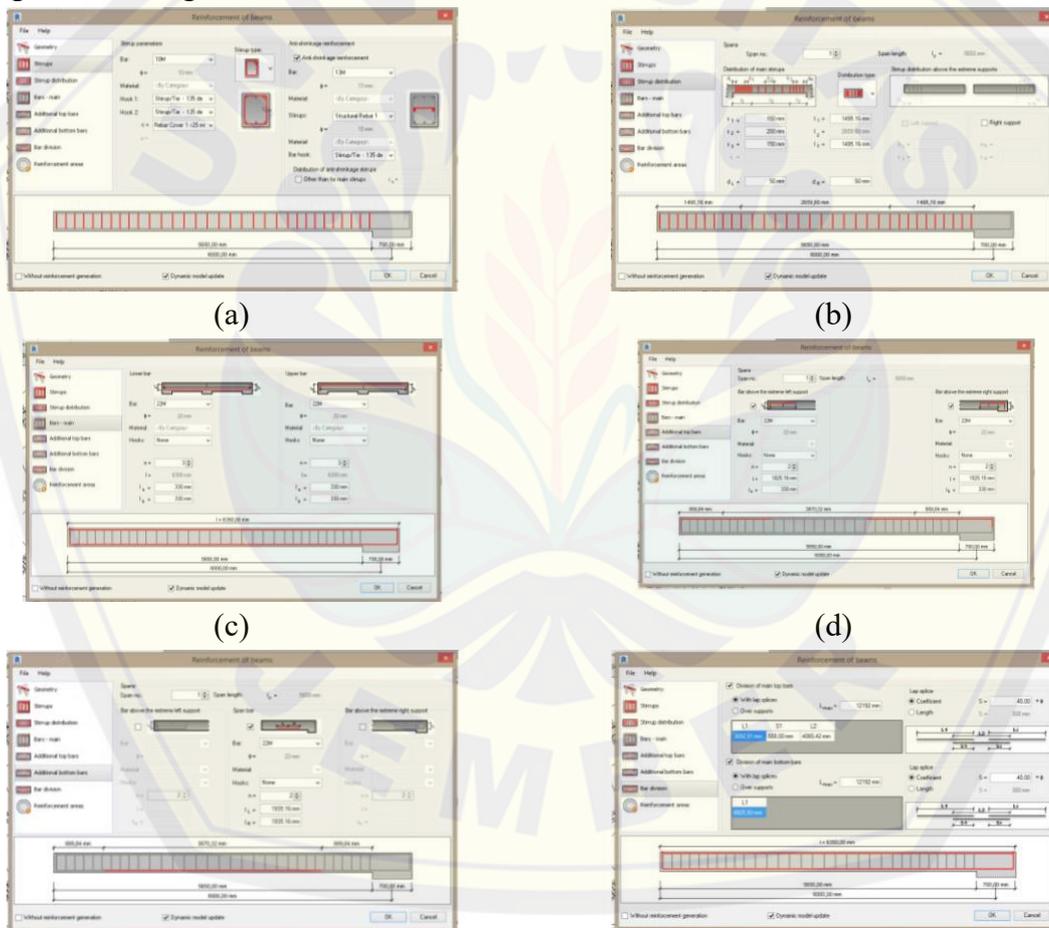
(c)

(d)

(a) Bars ; (b) Stirrups ; (c) Additional Stirrups ; (d) Dowel

Gambar 6. Reinforcement of Columns

Pemodelan tulangan balok terdapat *Stirrups* berfungsi untuk mengatur kebutuhan sengkang, *Stirrups distribution* berfungsi mengatur jarak sengkang, *Bairs-main* mengatur kebutuhan tulangan utama, *Additional top bars* dan *Additional bottom bars* mengatur tulangan utama bagian atas dan bawah.



(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

(f)

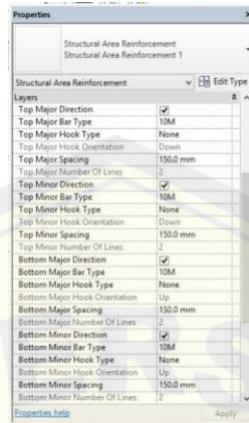
(a) Stirrups ; (b) Stirrups distribution ; (c) Bars-main ; (d) Additional top bars ;

(e) Additional bottom bars ; (f) Bars divisoin

Gambar 7. Reinforcement of Beams

Pemodelan tulangan plat lantai berbeda dengan pengaturan tulangan struktur lainnya, pada pemodelan tulangan ini tidak menggunakan bantuan menubar *Extension*. Pemodelan

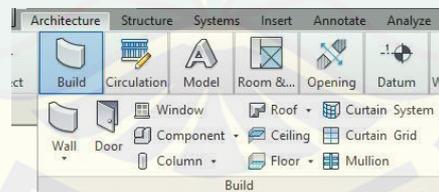
tulangan plat lantai dilakukan dengan menubar *Modify/Floors* kemudian pilih *Area* dan dilanjutkan dengan membuat tulangan sesuai dengan luasan yang direncanakan. Pengaturan tulangan pada plat lantai dilakukan pada pilihan *Properties* dan diubah sesuai dengan kebutuhan pada detail tulangan plat lantai.



Gambar 8. *Structural Area Reinforcement*

Pemodelan beton struktur dan pemodelan tulangan telah selesai dilakukan. Langkah selanjutnya yaitu melakukan pemodelan rangka atap. Pemodelan rangka atap dilakukan dengan bantuan struktur kolom dan menggunakan jenis baja (jenis *round column*). Pemodelan rangka atap dilakukan pada tampilan 3D. Pilih jenis *M_HSS Round Column* pada famili yang sudah ada dan ubah tipe pipa sesuai kebutuhan. Pemodelan dilakukan sesuai dengan detail gambar rencana pada setiap *frame AS*.

Setelah selesai melakukan pemodelan struktur tahap selanjutnya adalah melakukan pemodelan arsitektur. Pemodelan arsitektur juga tidak jauh berbeda dengan pemodelan struktur, dimana harus dilakukan penginputan *family* sesuai dengan kebutuhan dinding, jendela dan pintu, penutup lantai, dan plafon. Pemodelan arsitektur dilakukan menggunakan menubar *Architecture*.



Gambar 9. Menubar *Architecture* pada *Revit Architecture*

Pemodelan dinding disesuaikan dengan ketinggian dinding dan keberadaan tinggi balok di atasnya dengan mengubah *Top Constraint : Up to level : Level 2* dan *Top Offset : -500.00 mm* (ukuran ini disesuaikan dengan tinggi balok). Untuk pemodelan jendela dan pintu diletakkan sesuai dengan rencana detail kusen yang sudah ada. Pemodelan penutup lantai dipilih toolbar *Floor : Architectural* dan mulai dengan membentuk pola sesuai dengan bentuk ruangan. Pemodelan selanjutnya yaitu pemodelan plafon, pada pemodelan ini dipilih toolbar *Ceiling* dan menggunakan jenis 600mm x 1200mm grid dan mengubah *High Offset From Level* menjadi 3000mm sesuai kebutuhan perencanaan.

Setelah semua perencanaan struktur dan arsitektur telah selesai dimodelkan, langkah terakhir untuk pemodelan gedung menggunakan *Revit Architecture* adalah dengan menghitung volume pekerjaan. Perhitungan volum dilakukan dengan cara memilih

Schedules/quantities pada menubar *Views*, secara otomatis volume pekerjaan akan muncul sesuai dengan kategori pekerjaan. Hal ini dilakukan pada setiap pekerjaan yang diinginkan untuk diketahui volume pekerjaannya.

Tabel 1. Volume pekerjaan struktur menggunakan *Revit Architecture*

No	Uraian	Satuan	Volume
1	Pekerjaan Kolom Beton	m ³	165,14
2	Pekerjaan Kolom Tulangan	kg	37.717,38
3	Pekerjaan Balok Beton	m ³	197,85
4	Pekerjaan Balok Tulangan	kg	35.840
5	Pekerjaan Plat Lantai Beton	m ³	116,24
6	Pekerjaan Plat Lantai Tulangan	kg	26.155,35

Tabel 2. Volume pekerjaan arsitektur menggunakan *Revit Architecture*

No	Uraian	Satuan	Volume
1	Pekerjaan Dinding		
	Dinding Perimeter	m ²	38.49
	Dinding Pembatas Ruang	m ²	1,766.36
2	Pekerjaan Penutup Lantai (80x80)	m ²	2,512.43
3	Pekerjaan Penutup Lantai (60x60)	m ²	92.32
4	Pekerjaan Plafon	m ²	665.53
5	Pekerjaan Pintu	unit	32

Validasi

Validasi dilakukan dengan mengambil 3 sampel acak dari setiap pekerjaan, jika hasil valid maka dilanjutkan pada tahap berikutnya, jika hasil tidak valid maka dilakukan pengecekan ulang pada pekerjaan yang ditinjau.

Tabel 3. Rekap Hasil Validasi

Tipe	Satuan	Revit	Manual	Galat
Pondasi PC 1	m ³	1,09	1,09	0%
Tulangan Pondasi PC 1	kg	125,54	123,46	1,66%
Kolom C2	m ³	2,45	2,45	0%
Tulangan Kolom C2	kg	594,90	587,61	1,23%
Balok B3	m ³	1,32	1,32	0%
Tulangan Balok B3	kg	226,50	229,37	1,25%
Plat Lantai	m ³	3,54	3,54	0%
Tulangan Plat Lantai	kg	469,19	469,19	0%
Dinding + Pintu	m ²	25,9	25,9	0%
Penutup Lantai (<i>Pantry Room</i>)	m ²	23,28	23,28	0%
Plafon (<i>Pantry Room</i>)	m ²	23,03	23,03	0%

Validasi tulangan memiliki galat mencapai 0% – 1,66%. Hal ini dikarenakan perhitungan tekukan maupun kait yang terdapat pada tulangan berdasarkan gambar proyek dan SNI 03-2847-2013. Pengaturan tulangan yang terdapat pada Revit merupakan pengaturan secara universal sehingga mengakibatkan nilai galat mencapai lebih dari 0%.

Perbandingan anggaran biaya

Berdasarkan volume pemodelan menggunakan *Autodesk Revit Architecture* dan menggunakan metode konvensional didapat total anggaran biaya sebagai berikut:

- a. Anggaran biaya (*Autodesk Revit Architecture*) : Rp 53,158,611,012.34
- b. Anggaran biaya (Kontrak Awal) : Rp 50,258,693,485.47

Berdasarkan total anggaran biaya tersebut didapat harga yang diperoleh dari pemodelan menggunakan *Revit Architecture* lebih tinggi sebesar 5,77 % dibandingkan dengan harga kontrak awal. Anggaran biaya dari hasil *Revit* menghasilkan rata-rata harga dengan selisih tidak jauh berbeda atau lebih rendah dibandingkan harga kontrak awal. Pembengkakan biaya terjadi pada pekerjaan atap menghasilkan anggaran biaya lebih tinggi dikarenakan gambar proyek yang kurang detail untuk dilakukan pemodelan atau akibat *human error* yang terjadi pada perhitungan volume pekerjaan. Pekerjaan penutup atap dan pekerjaan facade didapatkan anggaran yang sama antara *Revit Architecture* dengan kontrak awal, hal ini dikarenakan volume pekerjaan tersebut pada kolom *Revit Architecture* digunakan hasil kontrak awal.

Justifikasi

Pemodelan *Revit Architecture* yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan data detail rangka atap berupa *file* data *AutoCAD* dari proyek gedung IsDB Auditorium Universitas Jember. Detail rangka atap yang tersedia merupakan gambar potongan melintang sesuai dengan jumlah *section* gambar sebanyak 15 bagian, sedangkan untuk detail rangka atap memanjang hanya tersedia satu *section* gambar berupa potongan bagian tengah bangunan.

Pemodelan *Revit Architecture* pada detail rangka atap dilakukan dua tahap yaitu pemodelan rangka atap melintang dan pemodelan rangka atap memanjang. Pemodelan rangka atap melintang dimodelkan sesuai dengan jumlah *section* gambar detail rangka atap melintang. Pemodelan *Revit Architecture* rangka atap memanjang dilakukan dengan mengasumsikan setiap segmen rangka atap memanjang berdasar pada satu *section* gambar potongan yang tersedia, dikarenakan data detail rangka atap memanjang hanya tersedia satu *section* gambar potongan. Data yang diasumsikan berupa diameter pipa yang digunakan pada pemodelan rangka atap.

Perbandingan volume rangka atap pada kontrak awal dan hasil *Revit Architecture* memiliki selisih yang cukup besar. Selisih terbesar dari volume rangka atap terletak pada volume pipa berdiameter 5cm dan pipa berdiameter 3cm. Hal ini dikarenakan pengasumsian yang dilakukan saat melakukan pemodelan rangka atap memanjang. Oleh karena itu perbandingan anggaran biaya menggunakan *Revit Architecture* lebih tinggi sebesar 5,77% dibandingkan dengan anggaran biaya kontrak awal dikarenakan terjadi pembengkakan biaya terbesar pada pekerjaan struktur rangka atap.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari hasil pemodelan gedung IsDB Auditorium Universitas Jember dapat diambil kesimpulan bahwa, perbandingan anggaran biaya hasil dari *Revit Architecture* dengan anggaran biaya dari Kontral Awal sebagai berikut :

- a. Anggaran biaya (*Autodesk Revit Architecture*) : Rp 53,158,611,012.34
- b. Anggaran biaya (Kontrak Awal) : Rp 50,258,693,485.47

Berdasarkan harga pekerjaan struktur dan arsitektur yang diperoleh, anggaran biaya dari hasil *Revit Architecture* lebih besar 5,77 % dibandingkan dengan anggaran biaya dari kontrak awal.

Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan data yang digunakan untuk membuat pemodelan harus lengkap, selain itu penelitian selanjutnya juga bisa dilakukan pemodelan menggunakan metode BIM namun dengan program bantu yang berbeda. Pengembangan lingkup dalam membahas perhitungan durasi dengan menggunakan pengelolaan data yang berbeda juga dapat digunakan dalam penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia R.A. Studi Literatur tentang Program Bantu Autodesk Revit Structure. *Skripsi*. Surabaya: Institut Teknologi Surabaya.
- Amir M.I. 2011. Peranan Google Sketcup dan Autodesk Revit Architecture terhadap Pendidikan Arsitektur. *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Azhar S. 2011. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). SNI 2847 – 2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. BSN, Jakarta.
- Berlian, C. A., R. P. Adhi, A. Hidayat, H. Nugroho. 2016. Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya, dan Sumber Daya Manusia antara Metode Building Information Modeling (BIM) dan Konvensional (Studi Kasus: Perencanaan Gedung 20 Lantai). *Jurnal Karya Teknik Sipil* 5(2) : 220-229.
- Natha I. G. B. C, I Ketut S., dan I Nyoman S. 2018. Analisis Komparasi Metode Building Information Modeling (BIM) dengan Metode Konvensional pada Perencanaan Desain dan RAB pada Proyek Konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali*.