

PENERAPAN METODE *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) PADA STRUKTUR PEMBANGUNAN GEDUNG FKPPi KOTA BANJARMASIN

Muhammad Riyan Hidayat¹, Eka Purnamasari², dan Akhmad Gazali³

¹Teknik Sipil, 22201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin, NPM 16640089

²Teknik Sipil, 22201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin, NIDN 1102018801

³Teknik Sipil, 22201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin, NIDN 1108088803

E-mail: muhammadriyanhidayat21@gmail.com/085389798297

ABSTRAK

Muhammad Riyan Hidayat, 2021 tentang. "PENERAPAN METODE BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) PADA STRUKTUR PEMBANGUNAN GEDUNG FKPPi KOTA BANJARMASIN". Skripsi, Program Studi S-1, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin. Salah satu infrastruktur yang sedang di bangun yaitu pembangunan dan pengembangan Gedung FKPPi kota Banjarmasin. *Building Information Modeling* (BIM) untuk membuat dan mengelola data secara akurat dan rinci, dan *Structural Analysis Program* (Program Analisis Struktur) menyediakan terintegrasi yang lengkap untuk desain struktur baja dan beton bertulang. Untuk mengetahui Analisa struktur dan penerapan BIM teknologi proyek dalam suatu metode yang di teliti. Hasil perhitungan kombinasi pembebanan yang memakai nilai momen terbesar pada balok dan kolom adalah K1 (Kolom type 1) = 1.104,771 kN.m = 110,4771 ton.m, B1 (Balok type 1) = 2.569,455 kN.m = 256,9455 ton.m, dan Balok Anak = 1.041,126 kN.m = 104,1126 ton.m. Hasil perhitungan struktur yang aman dan dapat di realisasikan mengacu pada gambar rencana kerja. Hasil gambar *Visualisasi* dari pemodelan atau konsep *Software* Tekla *Building Information Modeling* (BIM) telah sesuai dengan yang direncanakan. Untuk manajemen konstruksi waktu rencana pembangunan struktur balok, kolom dan pelat lantai yaitu selama 4 minggu kerja. Dari model ini didapatkan volume pekerjaan beton secara total sebesar 109,89 m³, volume pekerjaan pembersihan secara total 148.720,7 ton, dan volume total pekerjaan bekisting 774,9 m². Hasil menghitung RAB pekerjaan Sebesar Rp 491.552.904,36,- + PPN (10%) Sebesar Rp 49.155.290,44,- Jumlah perhitungan yang ditambahkan PPN kepekerjaan struktur atas balok, kolom dan pelat lantai dibulatkan sebesar Rp 584.874.100,00,- (*Lima Ratus Delapan Puluh Empat Juta Delapan Ratus Tujuh Puluh Empat Ribu Seratus Rupiah*).

Kata Kunci: Kombinasi Pembebanan Nilai Momen Terbesar, Gambar *Visualisasi*, Konsep *Software* Tekla *Building Information Modeling* (BIM), Volume Pekerjaan Beton Secara Total , RAB pekerjaan.

ABSTRACT

Muhammad Riyan Hidayat, 2021 about. "APPLICATION OF BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) METHOD IN THE BUILDING STRUCTURE OF FKPMI BUILDING, BANJARMASIN CITY". Thesis, Undergraduate Study Program, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Islamic University of Kalimantan, Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin. One of the infrastructures being built is the construction and development of the FKPMI building in Banjarmasin city. *Building Information Modeling* (BIM) to create accurate and detailed structures and data, and the *Structural Analysis Program* provides a complete integrated design for steel and reinforced concrete. To see, analyze the structure and application of the BIM technology project in a rigorous method. The result of the calculation of the combination of loading using the greatest moment value on the beam and column is K1 (column type 1) = 1,104,771 kN.m = 110,471 ton.m, B1 (beam type 1) = 2,569,455 kN.m = 256,9455 tons .m, and Block Children = 1,041,126 kN.m = 104.1126 ton.m. The results of the calculation of the structure that is safe and can be realized refer to the work plan drawing. The results of the visualization image from modeling or the Tekla Building Information Modeling (BIM) Software concept are as planned. For construction management, the planning time for the construction of beams, columns and floor plates is 4 working weeks. From this model, the total volume of concrete works is 109.89 m³, the total volume of ironwork is 148,720.7 tons, and the total volume of formwork works is 774.9 m². The results of calculating the Work Budget of Rp. 491,552,904.36, - + VAT (10%) of Rp. 49,155,290.44 , - (**Five Hundred Eighty Four Million Eight Hundred Seventy Four Thousand One Hundred Rupiah**).

Keywords: The combination of the Largest Moment Value Load, Figure *Vesualization*, Tekla *Building Information Modeling* (BIM) *Software* Concept, Total *Concrete* Work Volume, Work RAB.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa tahun belakangan ini kota-kota besar mengalami perkembangan atau peningkatan di dalam bidang pembangunan Konstruksi. Salah satu infrastruktur yang sedang di bangun yaitu pembangunan perkantoran, pasar, dan infrastruktur lainnya. Suatu perkembangan teknologi dan lingkungan merupakan salah satu bidang informasi, ilmu dan teknologi yang sangat terkait erat dengan keberlangsungan kehidupan manusia serta terkait dengan lingkungan alam dimana suatu masyarakat hidup dan beraktifitas. Dalam beberapa pekerjaan konstruksi

memberikan sebuah simulasi *virtual* dari proyek di lingkungan 4D. Model 5D ini menghubungkan data biaya dengan daftar kuantitas yang dihasilkan dari model 3D, sehingga memberikan estimasi biaya yang lebih akurat. Salah satu tujuan utamanya dari teknologi BIM ialah untuk mendukung semua proses yang dimulai dari tahap pra-konstruksi berlanjut sampai tahap *Maintenance* pada siklus hidup keseluruhan bangunan.

Software Tekla *Structures* merupakan revolusi baru dalam bidang rekayasa struktur yang memiliki beberapa keunggulan dibanding program aplikasi lainnya. Tekla *Structures* ialah merupakan suatu perangkat lunak *Building Information Modeling* (BIM) yang

yang berkaitan dengan perkembangan disiplin ilmu dan teknologi bidang teknik sipil harus bisa diterapkan pada suatu kondisi masyarakat dan lingkungannya, dan memberikan manfaat yang optimal untuk mencapai kesejahteraan bersama dan meningkatkan kualitas kehidupan manusia. Proyek konstruksi memiliki karakteristik yang unik, proses yang akan terjadi pada suatu pekerjaan proyek tidak akan berulang pada pekerjaan proyek lain. Hal ini disebabkan oleh kondisi yang di pengaruhi proses suatu pekerjaan di dalam proyek konstruksi. Misalnya kondisi cuaca atau alam seperti hujan, gempa, dan keadaan tanah merupakan faktor yang turut serta mempengaruhi keunikan proyek konstruksi.

BIM ialah *representasi evolusi* digital dari sebuah model 2D menjadi model 3D dan bahkan bisa menjadi model 4D penjadwalan dan model 5D estimasi biaya dengan menggunakan *database* yang tersedia selama siklus bangunan. Model 3D ini merupakan perwakilan dari lebar, panjang dan tinggi dalam suatu benda. Model 4D ini menambahkan dimensi keempat yaitu penjadwalan proyek dengan model 3D. Sebuah model 4D BIM ini menghubungkan elemen 3D dengan *timeline* pengiriman proyek untuk

1.2 RUMUSAN MASALAH

Ada pun rumusan masalah pada latar belakang yang diatas yaitu :

- a. Bagaimana hasil perhitungan kombinasi pembebanan yang memakai nilai momen terbesar pada balok dan kolom?
- b. Bagaimana mempermodelkan bangunan Gedung FKPPi dengan menerapkan metode/konsep BIM?
- c. Bagaimana menghitung volume pekerjaan struktur balok dan kolom dengan menggunakan bantuan *software Tekla Structures*?
- d. Bagaimana menghitung RAB pekerjaan struktur balok dan kolom bangunan

memungkinkan untuk membuat dan mengelola data secara akurat dan rinci. Oleh karena itu, peneliti mengambil topik yang berjudul “Penerapan Metode *Building Information Modeling* (BIM) Pada Pembangunan Struktur Gedung FKPPi Kota Banjarmasin”. Forum Komunikasi Putra-putri Purnawirawan Indonesia (FKPPI) atau disebut juga sebagai Forum Komunikasi Putra-putri Purnawirawan dan Putra-putri TNI Polri.

Untuk merancang sesuatu konstruksi dari beton bertulang tentu harus mengacu pada sebuah acuan tertentu, dimana aturan yang digunakan pada perancangan ulang struktur kali ini ialah peraturan SNI 2847-2019 tentang beton struktural untuk bangunan gedung. Pada Proyek pembangunan gedung FKPPi kota Banjarmasin ini sebelumnya menggunakan perhitungan SNI 2847-2013, dan pada perancangan ini yaitu menggunakan perhitungan SNI 2847-2019 yang bertujuan untuk mengetahui hasil dari menggunakan SNI 2847-2019.

Berdasarkan alasan-alasan yang diatas, penulis disini mencoba untuk merancang ulang struktur beton bertulang bangunan gedung FKPPi ini dengan prasarana yang memadai dan diharapkan agar dapat memberikan kenyamanan dan keamanan bagi semua pekerjaanya.

- e. Tidak memodelkan struktur bagian bawah bangunan.
- f. Tidak memodelkan struktur tangga dan dinding.
- g. Rencana anggaran biaya dibatasi sesuai perhitungan struktur balok dan kolom.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Pengertian beban disini adalah beban yang baik secara langsung maupun tidak langsung yang mempengaruhi struktur bangunan. Dalam merencanakan struktur suatu bangunan bertingkat, digunakan struktur yang mampu mendukung berat sendiri, gaya angin, beban hidup maupun beban khusus yang bekerja pada struktur bangunan.

gedung?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Ada pun tujuan dari penulisan ini yaitu:

- Hasil perhitungan kombinasi pembebanan yang memakai nilai momen terbesar pada balok dan kolom?
- Hasil memodelkan Gedung FKPPi dengan menggunakan metode/konsep BIM.
- Menghitung volume pekerjaan struktur balok dan kolom dengan bantuan *software* Tekla Structures.
- Menghitung RAB pekerjaan struktur balok dan kolom bangunan gedung.

1.4 BATASAN MASALAH

Batas masalah ini merupakan hal-hal yang akan menjadi sebuah titik fokus penulis, sehingga penulis tidak terkeluar dari batasan yang sudah ditentukan. Batasan masalah dalam pemodelan 3D gedung ini adalah:

- Layout gedung ini yang digunakan merupakan gedung FKPPi.
- Konstruksi gedung beton bertulang.
- Permodelan mengacu pada sebuah *shopdrawing* struktur proyek ini.
- Modeling* menggunakan Tekla Structures 20.

Tabel 2.1 Tinggi minimum balok nonprategang

Kondisi Perletakan	Minimum $h^{[1]}$
Perletakan sederhana	1/ 16
Menurus satu sisi	1/ 18,5
Menerus dua sisi	1/ 21
Kantilever	1/ 8

(Sumber: SNI 2847-2019 Pasal 9)

Rumusan dapat diaplikasikan untuk beton mutu normal dan tulangan mutu 420 Mpa. Untuk kasus lain, minimum h harus

2.2 Data Bangunan

Data Bangunan mengenai Proyek Pembangunan Gedung Baru FKPPi kota Banjarmasin sebagai berikut :

- Luas Total Bangunan : ± 506 m²
- Jumlah Lantai : 3 Lantai
- Struktur Bangunan : Beton Bertulang
- Panjang Bangunan : 10 Meter
- Lebar Bangunan : 22 Meter

2.3 Data Sekunder

Berdasarkan SNI 2847-2019 :

- Mutu Beton (f_c') : 25 Mpa
- Mutu Baja Polos (f_y) : 240 Mpa
- Mutu Baja Ulir (f_y) : 400 Mpa

2.4 Data Perencanaan

Data pada gambar kerja Pembangunan Gedung FKPPi Kota Banjarmasin adalah sebagai berikut :

- K1 (Kolom Type 1) = 40 cm x 40 cm
B1 (Balok Type 1) = 30 cm x 50 cm
B.anak (Balok Type anak) = 25 cm x 45 cm
Panjang Bentang L = 6 m, L = 3,5 m

2.5 Preliminary Design

Perancangan awal (*Preliminary Design*) untuk perancangan balok dan kolom didasarkan pada peraturan SNI 2847-2019 tentang tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung.

U = Kuat Perlu

D = Beban Mati

L = Beban Hidup

E = Beban Gempa

2.7 SAP2000

SAP adalah suatu singkatan dari Structural Analysis Programs (Program Analisis Struktur) atau didalam istilah lamanya disebut Program ini Mekanika Teknik yaitu suatu analisis berbagai gaya yang bekerja didalam struktur ini untuk bidang teknik.

Model yang digunakan dalam untuk analisis dan desain didefinisikan oleh pengguna dengan memanfaatkan graphical user interface facility

dimodifikasi sebagai berikut:

1. Untuk balok nonprategeng yang terbuat dari beton ringan dengan w_c diantara 1440 kg/m^3 hingga 1840 kg/m^3 nilai tadi harus dikalikan dengan $[1,65 - (0,0003)w_c]$ tetapi kurang dari 1,09.
2. Untuk f_y lebih dari 420 Mpa, nilainya harus dikalikan $(0,4 + f_y/700)$.

2.6 Kombinasi Pembebanan

Pembebanan pada kolom akan memperhitungkan dua beban aksial, yaitu beban mati dan beban hidup. Menurut SNI 2847-2019 Tabel 2.4, kombinasi pembebanan yang dipakai dalam perancangan ini, yaitu :

Tabel 2.4 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi beban	Persamaan	Beban Utama
$U = 1,4D$	(5.3.1a)	D
$U = 1,2D + 1,6L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$	(5.3.1b)	L
$U = 1,2D + 1,6(L_r \text{ atau } R) + (1,0L \text{ atau } 0,5W)$	(5.3.1c)	L_r atau R
$U = 1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$	(5.3.1d)	W
$U = 1,2D + 1,0E + 1,0L$	(5.3.1e)	E
$U = 0,9D + 1,0W$	(5.3.1f)	W
$U = 0,9D + 1,0E$	(5.3.1g)	E

(Sumber: SNI 2019)

1. $U = 1,4 D$
2. $U = 1,2 D + 1,6 L$
3. $U = 1.2D + 1.0E + 0.5L$

Dimana :

Manfaat penggunaan *software* Tekla BIM pada proyek *design-build* didasarkan pada beberapa literatur yang dapat dilihat sebagai berikut:

- a. Presisi dan Kejelasan Detail
- b. Otomatisasi Terhadap Output
- c. Efisien dan Penghematan

2.9 Building Information Modeling (BIM)

BIM dapat memberikan keuntungan/keunggulan yang besar. Responden menyatakan bahwa penggunaan BIM ini meningkatkan profitabilitas proyek konstruksi. Pengguna BIM lain mungkin tidak merasakan perubahan yang ada di

sebagai sebuah konsep yang berdasarkan program berbasis Windows. Model ini biasanya dilengkapi oleh fitur-fitur yang mewakili struktur, antara lain:

- a. Properti material
- b. Elemen frame untuk menunjukkan sebuah balok, kolom, dan rangka batang.
- c. Elemen shell untuk menunjukkan sebuah dinding, lantai, dan elemen yang tipis.
- d. Joint untuk menunjukkan hubungan antara elemen
- e. Restraints dan Springs untuk perletakan titik
- f. Pembebanan, termasuk untuk berat sendiri, gempa, angin dan sebagainya.

2.8 Tekla Structure

Software Tekla *Structures* merupakan perangkat lunak *Building Information Modeling* (BIM) yang memungkinkan untuk membuat dan mengelola data secara akurat dan rinci, serta dapat membuat model struktur 3D tanpa melupakan material dan struktur yang kompleks. Tekla dapat digunakan oleh kontraktor, *sub-kontraktor*, dan para profesional manajemen proyek yang membantu dalam pelaksanaan dan perancangan ini pemeriksaan data proyek. *Software* ini dapat digunakan untuk meningkatkan transfer informasi desain dan data perencanaan antara desain dan tim konstruksi. Tekla ini (Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002) BIM yang memungkinkan untuk membuat sesuatu dan dengan sebuah server multi user yang dimana bisa digunakan untuk 4 orang, dalam waktu yang bersamaan untuk satu proyek.

2.10 Volume Pekerjaan

Menghitung volume pekerjaan ini juga dibutuhkan keahlian yang sangat besar dalam membaca gambar teknik, gambar ini juga nanti berguna untuk mebantukan kontraktor dalam membayangkan dalam bentuk dan bagaimana mengaplikasikan dengan langsung dilapangan. Pada era digitalisasi ini kontraktornya dimudahkan dalam melakukan *software-software* yang dapat menghitung dalam volume pekerjaan hanya dengan memodelkan dalam berbentuk 3D, tanpa menghitung ulang dengan gambar detailnya.

profitabilitas proyek dan berpikir bahwa keuntungan BIM sangat kecil. Secara keseluruhan, pengeluaran biaya awal pengguna BIM cukup mahal karena membutuhkan teknologi pendukung namun, penggunaan BIM ini dapat memberikan keuntungan yang meningkat, menurunkan biaya dan dapat melakukan penjadwalan proyek konstruksi. BIM ialah representasi evolusi digital dari sebuah model 2D sampai 3D. BIM ialah untuk mendukung semua proses yang dimulai dari tahap pra-konstruksi berlanjut sampai tahap pemeliharaan. Kelebihan penggunaan BIM dari setiap tahap pembangunan proyek konstruksi yaitu:

- a. Tahap Pra-Konstruksi
- b. Tahap Desain
- c. Tahap Konstruksi dan Fabrikasi
- d. Tahap *Maintenance* (Pemeliharaan)

3. METODE PERANCANGAN

3.1 Lokasi Perancangan

Lokasi Proyek Pembangunan Gedung Kantor FKPPi Kota Banjarmasin, Jl. Stadion LambungMangkurat 3, Pemurus Baru, Kec. Banjarmasin Sel, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan 70236, Indonesia.



(Sumber: *GoogleEarth*, 23 November 2020)

3.2 Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini data sekunder berupa data penunjang yang dikumpulkan melalui yang diambil dari literatur –literatur, hasil penulis terdahulu, data dari internet dan lain sebagainya. Tujuan dari pengumpulan data sekunder ini adalah agar mendapatkan data instansional. Data ini

2.11 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

RAB ini sangat penting untuk bangunan yang rumit atau berskala besar diperlukan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP). AHSP sendiri merupakan sejumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan sebuah perhitungan analisis, dalam analisisnya terkandung koefisien penggunaan dalam bahan dan tenaga kerja untuk satu kesatuan pekerjaan didasari pengalaman yang terdahulu, yang terangkum pada sebuah SNI 7394 2008 tentang tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan. Daftar Harga Satuan Bahan dalam berbentuk buku.

diperoleh dari pihak terkait proyek yaitu:

- a. Kontraktor Pelaksana: PT. NACAS GROUP
- b. Konsultan Pengawas: PT. ITNASINDO JAYA KONSULTAN.

Adapun data tersebut antara lain:

1. Gambar Kerja (*ShopDrawing*) Proyek penelitian ini meliputi:
2. Pembangunan Gedung FKPPi.
3. Volume dan RAB (Rencana Anggaran Biaya) Proyek Pembangunan Gedung FKPPi.

Alat Dan Bahan

- a. Alat
 1. Satu unit laptop Asus dengan Operating System Windows 10 64-bit, Processor: Intel Core i5-8250U quad-core 1,6GHz TurboBoost 3,4GHz.
 2. Mouse
 3. Kalkulator
- b. Bahan
 1. *Software Tekla Structures 2020*
 2. SAP2000 21

Shopdrawing Pembangunan Gedung FKPPi Kota Banjarmasin.

3.3 Tahapan Prosedur Penelitian

Tahapan ini untuk mencapai maksud dan tujuan merupakan data urutan atau langkah yang dilaksanakan secara sistematis dan logis sesuai dengan dasar studi ini, sehingga dapat dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu dan secara garis besar diuraikan yang akurat untuk mencapai tujuan penulisan. Selengkapnya dalam Hasil dari perencanaan sebuah gedung ini akan di masukkan ketahap *detailing* dengan menggunakan *software* Tekla *Structures*. Yang dimana akan menghasilkan model gedung yang berbasis *Building Information Modeling* atau BIM.

- a. Tahap I Persiapan Penelitian.
 - b. Tahap II Pengumpulan data.
 - c. Tahap III Perhitungan pembebanan, pemodelan 3D dan penulangan.
 - d. Tahap IV Melakukan *Clash Check*.
 - e. Tahap V Mengeluarkan volume pekerjaan struktur balok dan kolom.
 - f. Tahap VI Menghitung RAB struktur balok dan kolom.
 - g. Tahap VII Penarikan Hasil.
- a. Spesifikasi
 1. Spesifikasi Struktur Bangunan
Perencanaan gedung ini diajukan pada

Standar Nasional Indonesia Struktur bangunan gedung 3 lantai ini berspesifikasi seperti pada Tabel 3.1 yang ada dibawah ini:

Tabel 3.1 Spesifikasi Struktur Bangunan

Spesifikasi Struktur Gedung			
Lokasi Bangunan	Struktur	Banjarmasin, Kalimantan Selatan	
Fungsi Bangunan	Struktur	Gedung Kantor/ hunian	Tempat
Jumlah Lantai		3 Lantai	
Tinggi Bangunan	Struktur	15 Meter	

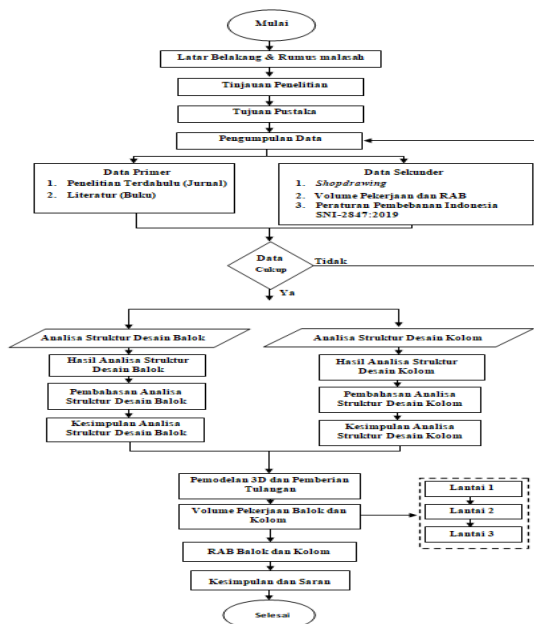
2. Spesifikasi Material

Struktur gedung ini menggunakan material beton bertulangan yang memiliki spesifikasi seperti pada Tabel 3.2 yang ada dibawah ini:

Tabel 3.2 Spesifikasi Material

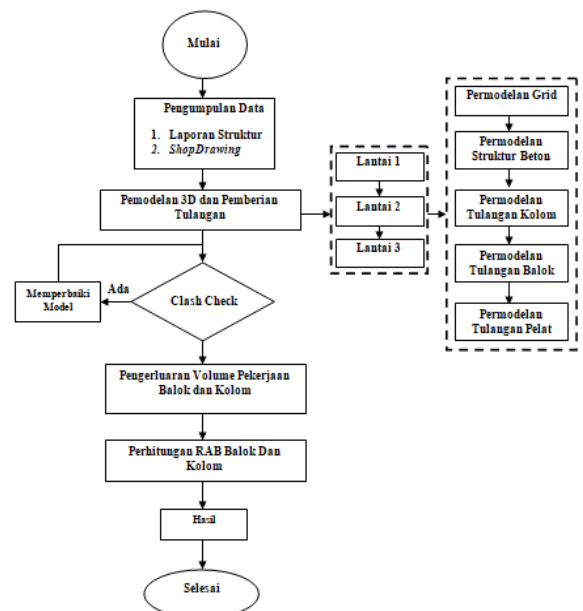
Spesifikasi Material	
Mutu beton K-300 (f_c')	25 Mpa
Modulus Elastistas (Ec)	23500 Mpa
Mutu Baja Tulangan (f_y)	400 Mpa

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram Alir Penelitian Tekla Structures



Gambar 2.2 Diagram Alir Penelitian Tekla Structure

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Perencanaan

Data Pada Gambar Kerja Perencanaan Pembangunan Gedung FKPPi Kota Banjarmasin adalah sebagai berikut:

- Luas total lantai bangunan : $\pm 506 \text{ m}^2$
- Jumlah lantai : 3 lantai dengan panggung
- Tinggi antar lantai : Lantai dasar ke lantai 1 (200 cm)
: Lantai 1 ke lantai 2 (400 cm)
: Lantai 2 ke lantai 3 (400 cm)
: Lantai 3 ke Ringblak (400 cm)

K1 (Kolom type 1) : 40 x 40 cm (Sebagai kolom utama)

B1 (Balok type 1) : 30 x 50 cm (Sebagai balok utama)

B3 (Balok type anak) : 25 x 45 cm (Sebagai balok anak)

Panjang Bentang $L = 3,5 \text{ m}$, $L = 5 \text{ m}$ dan $L = 5 \text{ m}$

Tabel 4.1 Keterangan Kolom

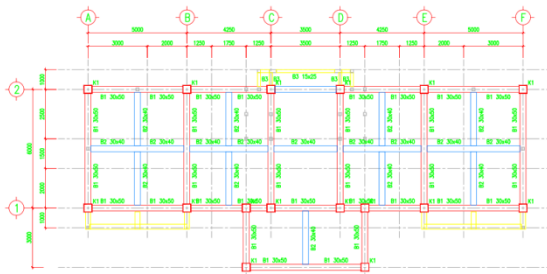
No	Keterangan	Ukuran Kolom (mm)	Tulangan (mm)	Tulangan Sengkang (mm)
1	K1 (Kolom type 1)	400 x 400	16 D 16	D10 - (100-200)

Tabel 4.2 Keterangan Balok Anak

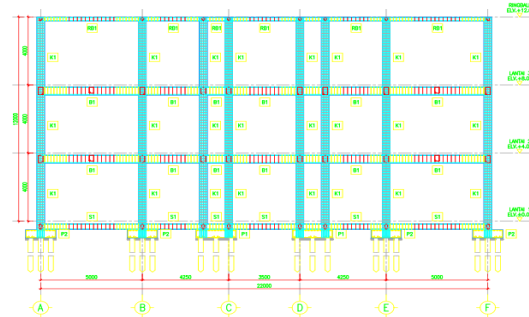
No	Keterangan	Ukuran Tulangan (mm)	Tulangan		Tulangan Sengkang (mm)
			Tumpuan	Lapangan	
1	B1 (Balok type 1)	300 x 500	Tulangan Atas (3 D16)	Tulangan Atas (3 D16)	D10-(150)
			Tulangan Bawah (3 D16)	Tulangan Bawah (3 D16)	
2	B3 (Balok Anak type 3)	250 x 450	Tulangan Atas (3 D13)	Tulangan Atas (2 D13)	D10-(100)
			Tulangan Tengah (2 D13)	Tulangan Tengah (2 D13)	
			Tulangan Bawah (2 D13)	Tulangan Bawah (3 D13)	
			Tulangan Bawah (2 D13)	Tulangan Bawah (3 D13)	

4.2 Data Sekunder

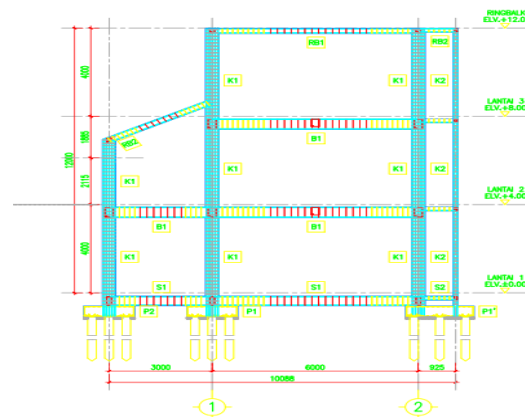
- Gambar Kerja



Gambar 4.1 Gambar Denah Rencana Bangunan



Gambar 4.2 Portal 1 As A,B,C,D,E,F



Gambar 4.3 Portal C As 1,2

- Data Material

Mutu beton f_c' : 25 Mpa atau K-300

Mutu baja tulangan polos : $f_y = 240 \text{ Mpa}$

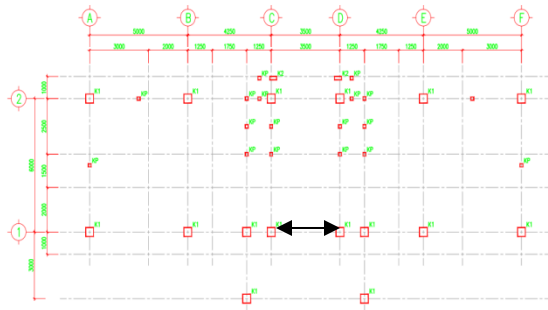
Mutu baja tulangan ulir : $f_y = 390 \text{ Mpa}$

- Peraturan Pembebanan SNI 2847-2013.
- SNI 2847-2019 tentang Struktur Beton Bertulang.
- Data penunjang lainnya.

4.3 Preliminary Design

Syarat dalam perencanaan kolom ini adalah lebar kolom harus lebih besar dari atau sama dengan lebar balok maka diambil $b \times h$, dimana $b = h$. Dapat diambil lebar kolom minimum adalah sama dengan lebar balok (b) terbesar. Dimensi kolom direncanakan sama untuk kolom atas dan kolom bawah. Berdasarkan batasan yang sudah ditentukan maka pada perancangan akan dihitung desain untuk Kolom Interior.

a. Perhitungan Dimensi Kolom K1 (Kolom Interior)



Gambar 4.4 Lebar bentang balok pada As 1_{C-D}

Bentang balok pada As 1_{C-D} adalah $L = 350 \text{ cm}$

Dimensi Balok :

$$h = L/8 = 350/8 = 43,75 \text{ cm}$$

$$b = 2/3 \times h = 2/3 \times 43,75 = 29,167 \text{ cm} \approx 30 \text{ cm}$$

Syarat dalam perencanaan kolom adalah lebar kolom harus \geq lebar balok, sehingga dimensi kolom direncanakan $b = h$ sehingga dimensi kolom adalah $40 \times 40 \text{ cm}^2$.

Dari hasil perhitungan diatas, maka pada perencanaan ini dimensi kolom yang digunakan untuk tahap *preliminary design* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Kesimpulan *Preliminary Design*

Kode	Tinggi	Jenis Kolom	Dimensi Kolom
K1.1	H = 4 m	Kolom Interior	b = 40 cm ; h = 40 cm
K1.2	H = 4 m	Kolom Interior	b = 40 cm ; h = 40 cm

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2021)

4.4 Data Pembebanan

Dalam perencanaan struktur, faktor pembebanan merupakan hal penting yang harus diperhitungkan. Perhitungan muatan disesuaikan dengan jenis beban yang bekerja pada struktur berdasarkan peraturan pembebanan yang berlaku. Beban yang diperhitungkan disini yaitu beban mati dan beban hidup berdasarkan fungsi bangunan. Fungsi bangunan gedung yang direncanakan adalah gedung perkantoran. Berdasarkan peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung 1983, ketentuan sebagai berikut:

Beban Mati :

- 1 Berat jenis beton = 2400 kg/m³ bertulang
- 2 Berat sendiri ubin = 24 kg/m²
- 3 Berat sendiri adukan = 21 kg/m² semen
- 4 Berat sendiri plafond = 11 kg/m²
- 5 Berat sendiri rangka = 7 kg/m² plafond
- 6 Berat dinding ½ batu = 250 kg/m²
- 7 Berat ME = 40 kg/m²

Beban Hidup :

- 1 Beban hidup perkantoran = 250 kg/m²
- 2 Berat jenis air hujan = 1000 kg/m³

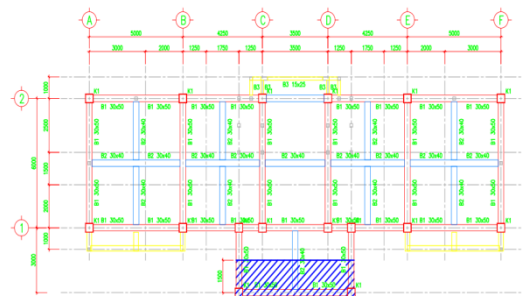
4.5 Perhitungan Pembebanan

1. Portal Arah Melintang Portal ½

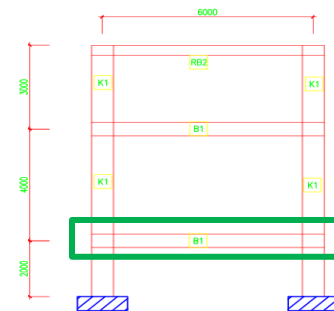
a. Portal Arah Melintang Portal ½ + 2,00 m

Lebar Lajur pembebanan = 6,00 m

Tebal pelat lantai = 0,12 m



Gambar 4.5 Portal ½ Arah Melintang Lantai 1



Gambar 4.6 Portal ½ Arah Melintang Lantai 1

Beban Mati :

Berat sendiri balok		
Balok 30/50, (0,30x(0,5-0,12)x2400)	=	273,6 kg/m
Berat Sendiri Dinding		
Berat dinding ½ Batu ((4-0,30)x250)	=	925 kg/m
Berat sendiri pelat sendiri		
Berat sendiri pelat (6x0,12x2400)	=	1728 kg/m
Berat sendiri ubin (6x24)	=	144 kg/m
Berat sendiri adukan semen (6x21)	=	126 kg/m
Total berat sendiri pelat lantai 1	=	1998 kg/m
Berat sendiri plafond dan rangka		
Berat sendiri plafond (6x11)	=	66 kg/m
Berat sendiri rangka plafond (6x7)	=	42 kg/m
Total berat sendiri plafond dan rangka plafond	=	108 kg/m
Lain-lain		
Berat ME (6x40)	=	240 kg/m
Total Beban Mati (qDL)	=	240 kg/m

Beban Hidup :

Berat hidup		
Perkantoran (6x250)	=	1500 kg/m
Total Beban Hidup (qLL)	=	1500 kg/m

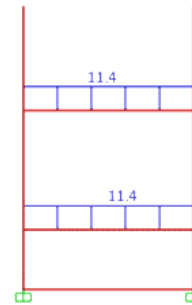
Beban Ultimit :

$$\begin{aligned}
 q_u &= 1,2 D + 1,6 L \\
 &= (1,2 \times 3.544,6) + (1,6 \times 1.500) \\
 &= 6.653,52 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

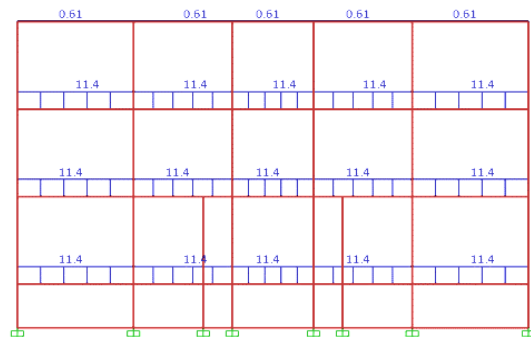
4.6 Analisis Struktur

Pada skripsi ini, dalam analisis struktur ini menggunakan metode elemen sehingga dengan bantuan computer. Hasil yang di perhitungan pembebanan ini akan menjadi data input untuk analisa struktur ini dengan computer.

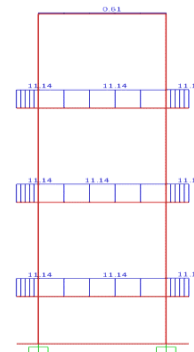
1. Beban Mati



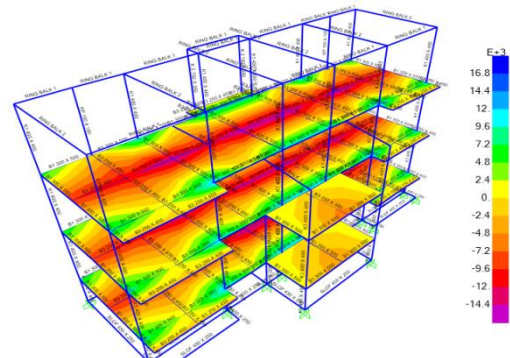
Gambar 4.7 Pembebanan Portal 1



Gambar 4.8 Pembebanan Portal 2



Gambar 4.9 Pembebanan Portal 3



Gambar 4.10 Pembebanan Pada 3D

Dari hasil output ini perhitungannya analisa struktur, maka didapatkan rekap table data untuk diperhitungan desain penulangan pada kolom, yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.5 Rekap Hasil Analisa Struktur untuk Kolom

Kode	Jenis Kolom	b (cm)	h (cm)	Pu (kN)	M3 (kN)	V3 (kN)
K1	Kolom Utama	40	40	2.157,1	11.047,71	12.279,71

MUTU BETON f'c (MPa)	TIPE KOLAM		POTONGAN
	TULANGAN		
	DIMENSI	400/400	
	TULANGAN	16 D 16	
	SENGKANG	D10 - (100-200)	
	PENGKAT		

Gambar 4.11 Tulangan Kolom

Dari hasil output ini perhitungannya analisa struktur, maka didapatkan rekap table data untuk diperhitungan desain penulangan pada balok, yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.6 Rekap Hasil Analisa Struktur untuk Balok dan Balok Anak

Kode	Jenis Balok	b (cm)	h (cm)	V3 (kN)	M3 (kN)	Pu (kN)
B1	Balok Utama	30	50	32.252,7	25.694,6	949,24
B3	Balok Anak	25	45	166,18	10.411,3	166,18

LEVEL	TIPE TIEBEM B1		TIPE TIEBEM B3	
	TUMPUAN	LAPANJANG	TUMPUAN	LAPANJANG
CAMBAR				
	SKALA 1 : 20	SKALA 1 : 20	SKALA 1 : 20	SKALA 1 : 20
D I M E N S I		D I M E N S I		
300x500		300x500		
TULANGAN ATAS	3 D 16	TULANGAN ATAS	3 D 13	
TULANGAN BAWAH	3 D 16	TULANGAN BAWAH	2 D 13	
SENGKANG	D10 - 100	SENGKANG	D10 - 100	

Gambar 4.12 Penulangan Balok

4.7 Pemodelan 3D Tekla Structures 20

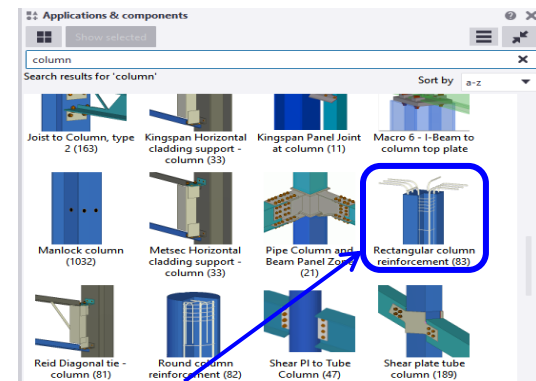
Software Tekla Structures 20 yang sudah di install dapat langsung digunakan untuk pemodelan. Pemodelan ini dimaksudkan untuk memperoleh gambar 3D dari gedung FKPI dengan berupa tambahan informasi-informasi yang akan ditambahkan didalamnya. Dalam bagian ini akan menjelaskan detail dari proses hingga hasil yang di peroleh dari pemodelang gedung FKPI.

1. Permodelan Pembesian Struktur

Setelah melakukan semua pemodelan struktur beton gedung FKPI dalam bentuk 3D, kemudian akan dilanjutkan ketahap detailing yaitu memodelkan pembesian pada beton. Tulangan ini dimodelkan untuk ketiga elemen struktur yaitu, kolom, balok, dan pelat. Dalam sebuah Tekla Structures sudah menyediakan berbagai cara untuk melakukan pemodelan tulangan suatu struktur, bisa dibuat dengan secara manual, grup, ataupun langsung jadi dengan menggunakan menu *application & components* menu, dibuat untuk memudahkan pemodelan tulangan, karena pada setiap struktur ini memiliki struktur tulangan yang banyak aneka ragam. Pemodelan tulangan disini mengacu pada sebuah *shop drawing* proyek gedung FKPI yang di dapatkan dari Konsultan Perencana PT. ITNASINDO JAYA KONSULTAN yang dapat dilihat pada lembar Lampiran 1, pemodelan tulangan struktur dibuat semirip-miripnya dengan *shop drawing* gedung FKPI.

a. Permodelan tulangan kolom

Permodelan penulangan struktur ini diawali dengan pemodelan tulangan kolom. Permodelan ini dilakukan dengan menggunakan cara mencari pilihan *column rectangular reinforcement* pada menu *application & components* yang dilihat pada gambar dibawah ini 4.13, kemudian di atur pada properties tulangan agar menyerupai pada gambar dari *shop drawing* aslinya. Ada pada gambar detail penulangan berserta properties nya bisa dilihat pada gambar dibawah ini 4.13.



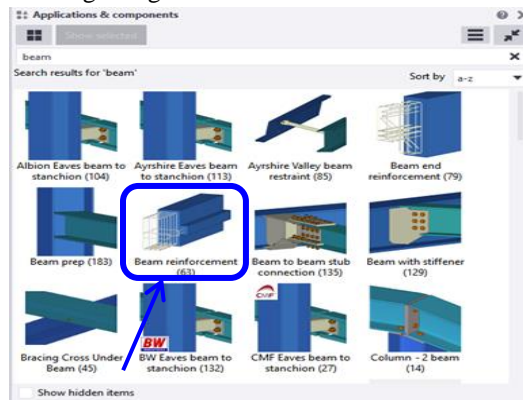
(Sumber:

Tekla Structures 20)

Gambar 4.13 Penulangan Kolom pada Menu *Application & component*

b. Pemodelan tulangan balok

Setelah permodelan kolom selesai dilanjutkan ke pemodelan tulangan pada balok, setiap balok memiliki dua tipe tulangan, yaitu tulangan tumpuan dan tulangan lapangan. Tulangan balok dimodelkan dengan cara mencari salah satu pilihan *beam reinforcement* pada menu *application & components* yang bisa dilihat pada sebuah gambar di bawah ini 4.14, itu aturan properties tulangan agar bisa menyerupai *shop drawing* aslinya. Panjang tulangan serta sambungan balok ke kolom atau balok ke balok dibuat mengikuti *shop drawing* proyek aslinya model gedung FKPPi ini.

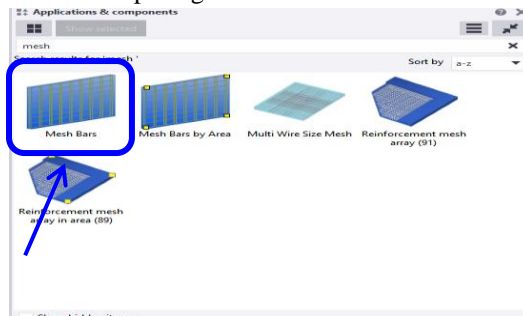


(Sumber: Tekla Structures 2020)

Gambar 4.14 Penulangan Balok pada Menu *Application & component*

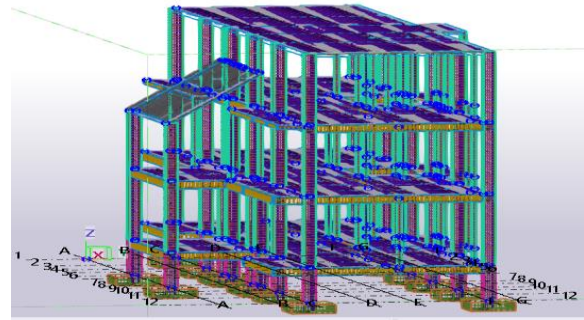
c. Pemodelan tulangan pelat

Setelah semua tipe tulangan kolom dan balok sudah habis dimodelkan lalu lanjut dilakukan permodelan tulangan pelat. Tulangan pelat ini dimodelkan dengan cara mencari pilihan mesh bars pada menu *application & components* yang bisa dilihat pada gambar dibawah ini 4.15.

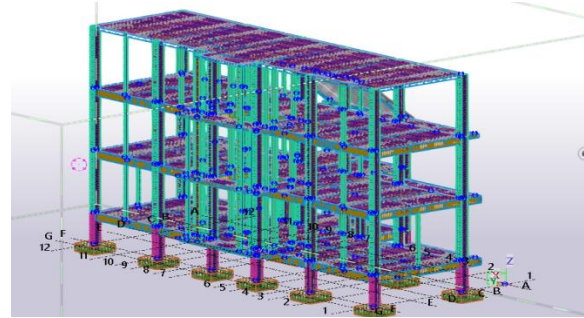


(Sumber: Tekla Structures 2020)

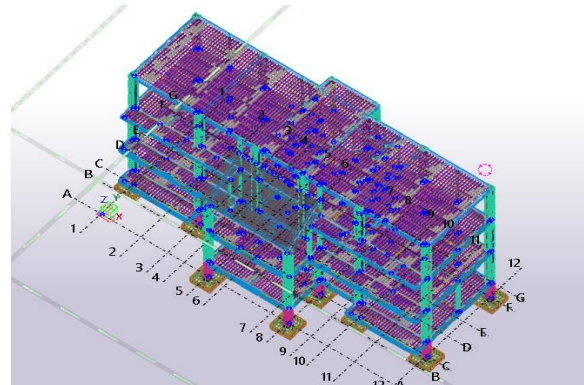
Gambar 4.15 Penulangan Pelat pada *Application & components*



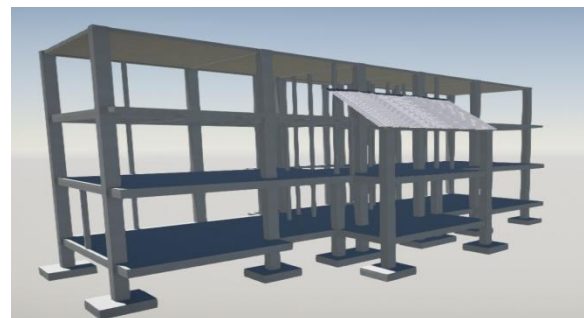
Gambar Tampak Samping Kanan Penulangan (Tekla Structures)



Gambar 4.16 Tampak Belakang Penulangan (Tekla Structures)



Gambar 4.17 Tampak Atas Penulangan (Tekla Structures)



Gambar 4.18 3D Tampak Samping Kiri (Tekla Structures Vesualisasi)

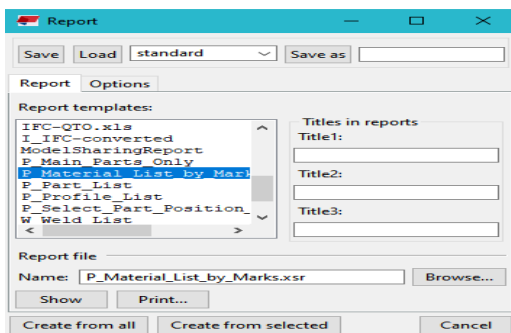
4.8 Perhitungan Volume Pekerjaan Balok dan Kolom

Setelah telah selesai pemodelan dari gedung FKPI, kemudian akan dilanjutkan ke tahap pengeluaran volume pekerjaan. Yang dilakukan dengan memilih menu *report* pada *toolbar Drawing & Report* yang dapat bisa dilihat pada gambar di bawah ini 4.19 dan 4.20.



(Sumber: Tekla Structures 2020)

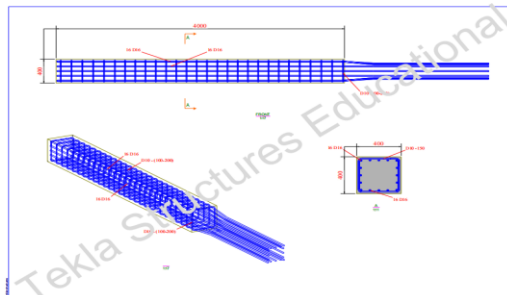
Gambar 4.19 Kolom menu *Drawing & Report*



(Sumber: Tekla Structures 2020)

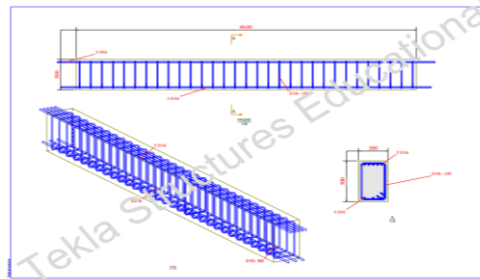
Gambar 4.20 *List Report* Tekla Structures → Klik *Material List*

Selain *report*, Tekla memiliki sebuah menu *drawing*, dalam model ini mode *drawing* ini digunakan untuk menggambarkan keperluan tulangan yang terangkum pada *Bar Bending Schedule*. *Bar Bending Schedule* ini bisa dikeluarkan perkomponen struktur beton. Untuk menghematkan halaman laporan, *Bar Bending Schedule* hanya mencantumkan contoh dari masing-masing elemen struktur pada lantai 1 yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini 4.21 sampai 4.22.



(Sumber: Tekla Structures 2020)

Gambar 4.21 *Bar Bending Schedule* Kolom K1



(Sumber: Tekla Structures 2020)

Gambar 4.22 *Bar Bending Schedule* Balok

4.9 Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Pemodelan 4D Struktur Atas

Perhitungan RAB ini mengacu pada SNI 7394:2008 dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan, 28/PRT/M/2016. Perhitungan RAB ini diawali dengan memperhitungkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan atau AHSP. Dalam AHSP ini akan mem-breakdown harga dari satuan pekerjaan. Harga dari satuan pekerjaan ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu harga bahan dan upah tenaga kerja yang mengikuti buku jurnal harga satuan bahan tahun 2020 kota Banjarmasin. Perhitungan AHSP ini meliputi :

1. Pekerjaan pengecoran beton.
2. Pekerjaan pembesian elemen-elemen struktur.
3. Pekerjaan pembuatan dan perlepasan bekisting.

Tabel 4.7. merupakan hasil rekapitulasi dari RAB struktur atas Gedung FKPI.

REKAPITULASI RENCANA ANGGARAN BIAYA GEDUNG FKPI (RAB)			
No	Uraian Pekerjaan	Jumlah (Rp)	Bobot (%)
I PEKERJAAN LANTAI 1			
1	Pekerjaan Kolom Type K1 40x40	51.799.562,24	10,54
2	Pekerjaan Kolom Type K2 15x30	2.577.008,28	0,52
3	Pekerjaan Kolom Type KP 15x15	8.319.559,82	1,69
4	Pekerjaan Balok Type B1 30x50	49.925.044,80	10,16
5	Pekerjaan Balok Type B2 30x40	22.755.464,76	4,63
6	Pekerjaan Balok Type B3 15x25	5.161.559,76	1,05
7	Pek. Plat lantai beton tebal 12 cm. Beton K - 300 (Ready Mix) Wiremws m8	71.550.504,00	14,56
8	Pek. Overlapping pembesian Wiremesh	10.971.743,29	2,23
II PEKERJAAN LANTAI 2			
1	Pekerjaan Kolom Type K1 40x40	51.799.562,24	10,54
2	Pekerjaan Kolom Type K2 15x30	2.577.008,28	0,52
3	Pekerjaan Kolom Type KP 15x15	9.243.955,35	1,88
4	Pekerjaan Balok Type B1 30x50	46.540.296,00	9,47
5	Pekerjaan Balok Type B2 30x40	22.755.464,76	4,63
6	Pekerjaan Balok Type B3 15x25	5.161.559,76	1,05
7	Pek. Plat lantai beton tebal 12 cm. Beton K - 300 (Ready Mix) Wiremws m8	62.749.704,00	12,77
8	Pek. Overlapping pembesian Wiremesh	10.971.743,29	2,23
III PEKERJAAN LANTAI 3			
1	Pekerjaan Kolom Type K1 40x40	45.324.616,96	9,22
2	Pekerjaan Kolom Type K2 15x30	2.124.591,42	0,43
3	Pekerjaan Kolom Type KP 15x15	9.243.955,35	1,88
JUMLAH		491.552.904,36	100,00
PPN (10%)		49.155.290,44	
JUMLAH + PPN		540.708.194,79	
DIBULATKAN		584.874.100,00	

Setelah ini menghitung RAB untuk setiap jenis-jenis pekerjaan, RAB dan bobot tersebut dijumlahkan untuk setiap lantai dan digunakan untuk membuat sebuah kurva s seperti pada Tabel 4.8. Tabel tersebut berisi harga pekerjaan serta bobot pekerjaan untuk setiap lantai dan dilengkapi oleh waktu pekerjaannya yang didapat dari hasil perhitungan saya pada proyek gedung ini, didapatkan bahwa 1 lantai dapat dikerjakan dan selesai dalam kurun waktu 1 minggu 4 hari meliputi pekerjaan pemasangan bekisting, pekerjaan pembesian dan pekerjaan pengecoran untuk semua elemen struktur. Pekerjaan ini dilakukan secara bertahap dan berurutan dimulai dari lantai 1 sampai lantai 3, memiliki bobot yang sama karena pekerjaan ini tipikal atau sama. Tabel ini berguna untuk menjadi target waktu dari pekerjaan per-setiap lantainya, Dari tabel ini bisa disimpulkan bahwa pekerjaan struktur atas gedung ini akan selesai dalam waktu 4 minggu jika pekerjaan dilakukan dengan lancar tanpa adanya gangguan dari dalam ataupun luar proyek gedung ini.

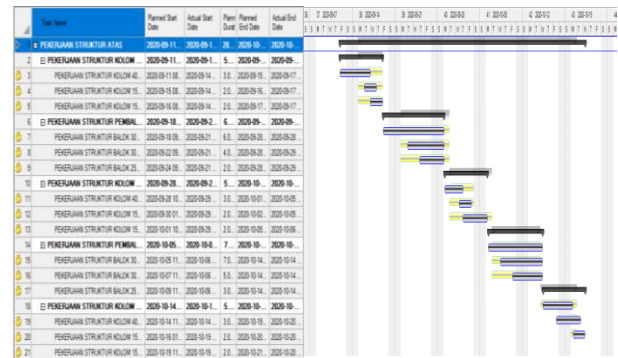
Tabel 4.8 RAB struktur atas balok, kolom dan pelat pekerjaan lantai 1 sampai lantai 3

No	Keterangan	Bobot (kg)	Bulan											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PEKERJAAN STRUKTUR ATAS														
1	PEKERJAAN STRUKTUR BALOK	634026	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	PEKERJAAN STRUKTUR KOLAM	634026	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	PEKERJAAN STRUKTUR PELAT	634026	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	PEKERJAAN STRUKTUR BALOK	634026	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	PEKERJAAN STRUKTUR KOLAM	634026	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	PEKERJAAN STRUKTUR PELAT	634026	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL														
		3170130	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Jadwal ini yang dimasukan kedalam *taks manager* yaitu jadwal detail perencanaan dan jadi jadwal aktual pelaksanaan dilapangan. Menginput jadwal ini harus berdasarkan kategori seperti pembuatan *model organizer*. Apabila penginputan jadwal rencana dan aktual telah selesai maka akan didapatkan *barchart* dari model tersebut.

Model *taks manager* yang telah selesai dikerjakan, dilanjutkan dengan menggabungkan jadwal kedalam model. Penggabungan jadwal kedalam model maka model *taks manager* harus dibuka. Hal pertama yang dilakukan adalah klik bagian yang ingin digabungkan dengan jadwal,

setelah itu *taks manager* klik kanan maka model dan jadwal sudah tergabung. Jadwal dan gambar yang sudah terhubung akan mampermudah dalam melihat proses pembangunan dengan cara mengaktifkan *icon automatic selection in model* pada *taks manager*, setelah itu hanya meng-klik salah satu uraian pekerjaan dalam *taks manager* maka padamodel akan terhubung dengan *taks manager* dengan model 3D dapat di lihat pada gambar 4.22 dibawah ini.



(Sumber: Tekla Structures 2020)

Gambar 4.22 *taks manager* penjadwalan pekerjaan gedung FKPMI

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada skripsi ini didapatkan kesimpulan pada perencanaan struktur kolom dan struktur balok meliputi Pembebanan dan Desain Penulangan Kolom. Hasil perancangan struktur Kolom adalah sebagai berikut:

- Hasil perhitungan kombinasi pembebanan yang memakai nilai momen terbesar pada balok dan kolom adalah
 - K1 (Kolom type 1) = 1.104,771 kN.m = 110,4771 ton.m
 - B1 (Balok type 1) = 2.569,455 kN.m = 256,9455 ton.m
 - Balok Anak = 1.041,126 kN.m = 104,1126 ton.m
- Hasil dari pemodelan Gedung FKPMI dengan metode/konsep BIM mendapatkan hasil perhitungan struktur yang aman dan dapat di realisasikan mengacu pada gambar rencana kerja. Hasil gambar *Visualisasi* dari pemodelan atau konsep *Software Tekla Building Information Modeling (BIM)* telah sesuai dengan yang direncanakan. Untuk manajemen konstruksi waktu rencana pembangunan struktur balok, kolom dan pelat lantai yaitu selama 4 minggu kerja.
- Menghitung volume pekerjaan struktur, volume pekerjaan pembesian dan volume pekerjaan bekisting. Dari model ini didapatkan volume pekerjaan beton

secara total sebesar 109,89 m³, volume pekerjaan pembesian secara total 148.720,7 ton, dan volume total pekerjaan bekisting 774,9 m².

4. Hasil menghitung RAB pekerjaan Sebesar Rp 491.552.904,36,- + PPN (10%) Sebesar Rp 49.155.290,44,- Jumlah perhitungan yang ditambahkan PPN kepekerjaan struktur atas balok, kolom dan pelat lantai dibulatkan sebesar Rp 584.874.100,00,- (**Lima Ratus Delapan Puluh Empat Juta Delapan Ratus Tujuh Puluh Empat Ribu Seratus Rupiah**).

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pembelajaran yang sangat lebih mendalam lagi untuk *software* Tekla Structures 2020 agar dapat memodelkan struktur tangga, struktur dinding dan struktur bawah atau pondasi.
2. Perlu khusus untuk jurusan Teknik Sipil dan lainnya berhubungan dengan Teknik, agar memulai membeli dan menggunakan program bantuan ini dalam melakukan pengembangan proses pembelajaran di kampus maupun di organisasi sehingga mahasiswa dapat meningkatkan daya saing dan kompetensi dalam mengantisipasi permintaan pasar yang lebih mengarah ke penggunaan program berbasis *Building Information Modeling* (BIM).
3. Skripsi Penelitian ini dapat dilanjutkan, dengan cara memodelkan arsitek ataupun MEP dari gedung ini, menggunakan *software berbasis BIM*. Sehingga nantinya dapat disatukan menjadi satu kesatuan model gedung ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Nurianah, D., & Sumarman, S. (2019). ANALISIS STRUKTUR GEDUNG RAWAT INAP BEDAH RSUD GUNUNG JATI KOTA CIREBON TAHAP I. *Jurnal Konstruksi*, 8(3).
- Saputri, F. (2012). Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada Pembangunan Struktur Gedung Perpustakaan IPB Menggunakan Software Tekla Structures 17. *Institut Pertanian Bogor*.
- Minawati, R., Chandra, H. P., & Nugraha, P. (2017). Manfaat Penggunaan Software Tekla Building Information Modeling (BIM) Pada Proyek Design-Build. *Dimensi Utama Teknik Sipil*, 4(2), 8-15.
- Roy, A. F. V., & Firdaus, A. (2017). Investigasi penerapan konsep Building Information Modelling (BIM) pada proyek konstruksi di bidang minyak dan gas bumi di Indonesia.
- Hardi, M. D. (2020). *Aplikasi Building Information Modeling (BIM) pada Gedung Asrama UIII* (Doctoral dissertation).
- Wardana, M. R., Waluyo, R., & Simamora, Y. (2019). ANALISA REKAYASA NILAI PEKERJAAN STRUKTUR BALOK DAN KOLOM BANGUNAN GEDUNG (STUDI KASUS BADAN PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU KOTA PALANGKA RAYA). *JURNAL TEKNIKA*, 2(2), 101-111.
- Ristanto, E., Suyadi, S., & Irianti, L. (2016). Analisis joint balok kolom dengan metode SNI 2847-2013 dan ACI 352R-2002 pada Hotel Serela Lampung. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 3(3), 521-540.
- Nelson, N., & Tamtana, J. S. (2019). FAKTOR YANG MEMENGARUHI PENERAPAN BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) DALAM TAHAPAN PRA KONSTRUKSI GEDUNG BERTINGKAT. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(4), 241-248.
- PUTRI, F. F. Evaluasi Anggaran Biaya Struktur Dan Arsitektur Menggunakan Metode Building Information Modeling (Bim)(Studi Kasus: Gedung Integrated Laboratory for Science Policy and Communication IsDB Uनेversitas Jember).
- Pramuwicaksono, A., Maharani, D., Nuroji, N., & Sabdono, P. (2014). Perencanaan Struktur Citra Dream Hotel Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(1), 24-28.
- DS, K. K. (2018). Aplikasi Building Informasi Modeling (BIM) Tekla Structure Pada Konstruksi Atap Dome Gedung Olahraga UTP Surakarta. *Jurnal Ilmiah JUTEKS*, 3(2).
- FakultasTeknik.2020-2021.*PedomanPenyusunanandanPenulisanProposal Skripsi*.UniversitasIslamKalimantanMuhammadA rsyadAl-Banjari.Banjarmasin.

SNI 2847:2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan. 91-01-S4. Bahan, Sains, Struktur dan Konstruksi Bangunan ACI 318M-14, *Building Code Requirements for Structural Concrete*. [http://sispk.bsn.go.id/PNPS/Detail Usulan PNPS /19849](http://sispk.bsn.go.id/PNPS/Detail%20Usulan%20PNPS/19849)

Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Standar Nasional Indonesia 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung dan Nongedung*. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Standar Nasional Indonesia 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta.

[https://simantu.pu.go.id/epel/edok/97579MODUL5PE
MODELAN3D-7DSIMULASIDANLOD.pdf](https://simantu.pu.go.id/epel/edok/97579MODUL5PE%20MODELAN3D-7DSIMULASIDANLOD.pdf)
(Yohanes Tedja)

SNI 2847-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung SNI 1726-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
(rian.mantasa.s.p)

[https://simantu.pu.go.id/epel/edok/d084eBahanTayang12
VolumedanSpektekAirBaku.pdf](https://simantu.pu.go.id/epel/edok/d084eBahanTayang12%20VolumedanSpektekAirBaku.pdf)