

Kajian Desain Struktur Beton Bertulang Dengan Struktur Baja (Studi Kasus Pada Pembangunan Gedung H Unitomo)

Inggrid Loiza Tael Batak¹⁾, Safrin Zuraidah²⁾, K. Budi Hastono³⁾

¹⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo
Jl. Semolowaru 84 Surabaya, 60118
Email: inggridloiza97@gmail.com

²⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo
Jl. Semolowaru 84 Surabaya, 60118
Email: safrini@yahoo.com

³⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo
Jl. Semolowaru 84 Surabaya, 60118
Email: budihastono@gmail.com

Abstract

Recently, a structure that is generally applied to the construction of multi-storey buildings is reinforced concrete structure. Structural steel is rarely used nowadays, yet in fact, the steel structures are still able to compete with reinforced concrete structures. Therefore, this study aims to determine the exact profile dimensions and the comparison of material prices between steel structures and reinforced concrete structures for columns and beams in redesigning H Building of Dr. Soetomo University, Surabaya. The WF profile steel will be used in this redesigning project. The structure is modeled using AutoCAD, and then imported into SAP2000 software. Modeling structure consists of columns, primary beams and secondary beams. The loads reviewed from the design are dead load, live load, wind load and seismic load. From the results of design review obtained, the overall strength of structure rearrangement is safe and it is obtained the beam profile dimensions of B1 WF 600x200x12x20, B2 WF 400x300x9x14 profile, B3 WF 400x300x9x14 profile, B4 WF 350x200x8x12 profile, and B5 WF 175x125x 5.5x8 profile, K1 WF 400x400x18x28 column profile, and K2 WF 400x400x21x21 column profile. The use of steel structures as a substitute for reinforced concrete structures for columns and beams in the building is a way more expensive with the percentage of steel structure 149.13% more expensive than reinforced concrete structure.

Keywords: profile dimensions, price comparison of steel-concrete materials, WF profile, design review, steel structures.

Abstrak

Umumnya struktur yang sering diterapkan pada pembangunan gedung bertingkat adalah struktur beton bertulang. Jarang sekali menggunakan struktur baja. Padahal struktur baja dinilai masih dapat bersaing dengan struktur beton bertulang. Maka, tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mengetahui dimensi profil yang tepat serta perbandingan harga bahan antara struktur baja dan struktur bertulang untuk kolom dan balok pada perancangan ulang gedung H Universitas Dr. Soetomo Surabaya. Perancangan ulang bangunan ini menggunakan baja profil WF. Struktur dimodelkan dengan menggunakan AutoCAD lalu di import menuju software SAP2000. Permodelan Struktur terdiri atas kolom, balok induk dan balok anak. Beban yang ditinjau dari perancangan tersebut adalah beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa. Dari hasil review desain didapatkan dari segi kekuatan keseluruhan perancangan ulang struktur aman dan didapatkan dimensi profil balok B1 WF 600x200x12x20, Profil B2 WF 400x300x9x14, Profil B3 WF 400x300x9x14, Profil B4 WF 350x200x8x12, dan Profil B5 WF 175x125x 5,5x8, Profil Kolom K1 WF 400x400x18x28, profil Kolom K2 WF 400x400x21x21. Penggunaan struktur baja sebagai pengganti struktur beton bertulang untuk kolom dan balok pada gedung tersebut lebih mahal dengan presentase struktur baja 149,13% dari struktur beton.

Kata kunci : dimensi profil, perbandingan harga bahan baja-beton, profil WF, review desain, struktur baja.

PENDAHULUAN

Dalam era modern ini, di Indonesia telah banyak melakukan pembangunan struktur. Bangunan struktur yang sering dibangun adalah gedung perkuliahan, hotel, apartement, dll. Umumnya Struktur yang sering diterapkan pada bangunan gedung bertingkat adalah struktur beton bertulang. Sedikit yang menggunakan struktur baja.

Portal yang menggunakan material baja dinilai masih bisa bersaing dengan portal beton, apabila dibangun pada konstruksi gedung empat lantai. Mengingat material baja memiliki keunggulan dibandingkan beton yaitu dalam hal kuat tarik, berat, dan alat bantu penunjang pemasangan struktur baja lebih sederhana sehingga mempercepat proses

pengerjaan dan dapat menghemat biaya pengadaan barang dan waktu. Meskipun pada dasarnya kedua material tersebut memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing.

Gedung H Universitas Dr. Soetomo Surabaya adalah salah satu gedung bertingkat yang memiliki jumlah empat lantai dan dibangun dengan menggunakan struktur beton bertulang. Gedung ini tentunya masih memungkinkan untuk lebih efisien dan efektif jika dibangun dengan menggunakan struktur baja. Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan perencanaan ulang bangunan Gedung H Unitomo Surabaya menggunakan Struktur baja dengan dimensi profil baja yang tepat serta perbandingan harga bahan

antara struktur baja dan struktur beton bertulang untuk kolom dan balok pada tersebut.

METODE PENELITIAN

Umum

Metodologi yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:

Pengumpulan data

Data-data yang diperlukan dalam perencanaan adalah :

Data Umum bangunan

Nama Gedung : Gedung H Universitas Dr. Soetomo Surabaya

Fungsi : Gedung kuliah

Lokasi : > 5 km dari pantai

Jumlah Lantai : 4 Lantai

Tinggi Gedung : 20,118 m

Struktur Utama : Beton Bertulang

Data Modifikasi

Nama Gedung : Gedung H Universitas Dr. Soetomo Surabaya

Fungsi : Gedung kuliah

Lokasi : > 5 km dari pantai

Jumlah Lantai : 4 Lantai

Tinggi Gedung : 20,118 m

Struktur Utama : Struktur Baja

Data Bahan

Mutu beton : K-300

Mutu Baja : BJ 37

Menentukan metode dan Preliminary design

Perencanaan struktur balok

$$Z_p = M_u / \phi \cdot f_y \quad (1)$$

Dari nilai ini akan didapat rencana awal dimensi balok

Pembebanan

Perencanaan pembebanan pada struktur ini berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983 dan SNI 03-1726-2002. Pembebanan tersebut antara lain :

Beban mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut (PPIUG 1983 Pasal 1.0.1)

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam

pembebanan lantai dan atap tersebut (PPIUG 1983 Pasal 1.0.2).

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara (PPIUG 1983).

Beban Gempa : semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa tersebut

Analisis struktur dengan SAP2000

Untuk mengetahui besarnya nilai joint displacement, momen, gaya geser, dan gaya tekan atau gaya tarik pada struktur portal terhadap beban-beban yang bekerja (beban luar dan beban gravitasi).

Pemilihan profil baja untuk elemen utama struktur (balok, balok anak dan kolom)

Kontrol profil baja terhadap momen, gaya geser, dan gaya tekan atau gaya tarik yang diperoleh dari hasil pemodelan struktur dengan bantuan program komputer SAP 2000

Perhitungan Volume Beton dan Berat Baja

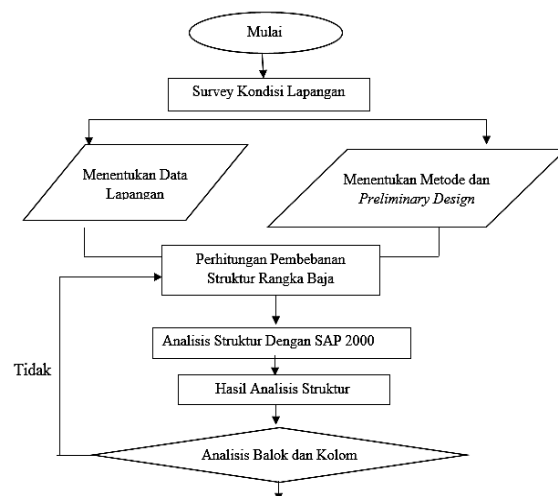
Perhitungan harga material beton dan baja

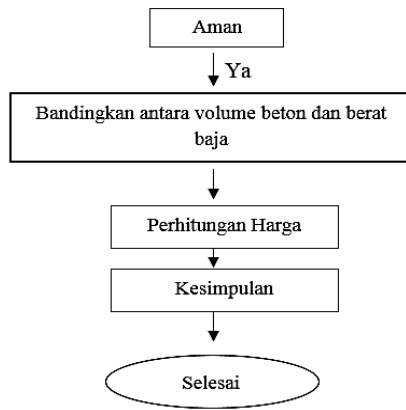
Harga beton diperoleh dengan mengalikan volume beton dengan harga per 1 m³. Dan harga baja diperoleh dengan mengalikan volume baja dengan harga per 1 kg. Didapatkan presentase beda harga dengan cara:

$$\frac{\text{harga baja} - \text{harga beton}}{\text{harga beton}} \times 100\%$$

Tahap pengambilan kesimpulan. Pada tahap ini, dengan berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, dibuat suatu kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian.

Diagram Alir





Gambar 1 Diagram alir penelitian

PEMBAHASAN

Perencanaan gording

Perhitungan jarak gording

Sudut atap = 35^0

Panjang lereng atap +overstek (B') = 8,076 m

Banyak gording di lapangan pada $\frac{1}{2}$ bentang KK = 8

Jumlah bentang gording di lapangan pada $\frac{1}{2}$ KK (n) = 7

Jarak maksimum gording = 1,5 m

Jarak gording = $\frac{B'}{n} = \frac{8,076}{7} = 1,15 \text{ m} \sim 1,2 \text{ m}$ di lapangan

Jarak gording = 1,2 m < 1,5 m (OK)

Pembebanan Gording

Direncanakan menggunakan gording profil baja.

Atap dari genteng dengan kemiringan 350 dengan jarak gording 1,2 meter.

Berat penutup atap (genteng keramik+usuk+reng) = 50 Kg (PPIUG 1983 tabel 2.1)

Mutu baja = BJ 37

maka $f_u = 370 \text{ Mpa}$ dan $f_y = 240 \text{ Mpa}$

Direncanakan menggunakan profil CNP125x50x20x2,3

Dimensi profil:

$I_x = 137 \text{ cm}^4 = 1.370.000 \text{ mm}^4$

$I_y = 20,6 \text{ cm}^4 = 206.000 \text{ mm}^4$

$S_x = 21,9 \text{ cm}^3 = 21.900 \text{ mm}^3$

$S_y = 6,22 \text{ cm}^3 = 6.220 \text{ mm}^3$

$w = 9,36 \text{ Kg/m}$

Beban Mati

$W_{gording} = 4,51 \text{ Kg/m}$

$W_{genteng} (Q_{D-atap} \times d_g) = 60 \text{ Kg/m} \pm$

$Q_D = 64,51 \text{ Kg/m}$

$= 64,51 \times 10^{-2} \text{ N/mm}$

Beban Hidup (P_{L-atap})

Akibat pekerja $P_{L-atap} = 100 \text{ Kg} = 1000 \text{ N}$

Beban Angin (q_w)

Menurut PPIUG 1983, tekanan tiup angin (w) minimum sebesar 25 Kg/m^2 namun jika bangunan terletak $\pm 5 \text{ km}$ dari pantai harus diambil minimal 40 Kg/m^2 .

Tekanan tiup angin (w) = 25 Kg/m^2

Jenis perencanaan bangunan gedung kuliah=bangunan tertutup

Koefisien angin pada kondisi bangunan tertutup:

$$\begin{aligned} \text{Koefisien angin tekan} &= +0,02\alpha - 0,4 \\ &= +0,02 (350) - 0,4 \\ &= +0,3 \text{ (Tekan)} \end{aligned}$$

Koefisien angin hisap = - 0,4

Tekanan tiup angin= koef x dg x tekanan angin

$$\begin{aligned} &= 0,3 \times 1,2 \times 25 = 40,5 \\ &\text{Kg/m} \\ &= 40,5 \times 10^{-2} \text{ N/mm} \end{aligned}$$

Tekanan tiup hisap= koef x dg x tekanan angin

$$\begin{aligned} &= -0,4 \times 1,2 \times 25 \\ &= -54 \text{ Kg/m} \\ &= -54 \times 10^{-2} \text{ N/mm} \end{aligned}$$

Perhitungan Momen Maksimum

Direncanakan memakai satu penggantung gording, maka:

$L_x = 4,5 \text{ m} = 4500 \text{ mm}$

$L_y = 2,25 \text{ m} = 2250 \text{ mm}$

Akibat beban mati

$$\begin{aligned} M_{x-D} &= \frac{1}{8} Q_D \cos \alpha (L_x)^2 \\ &= \frac{1}{8} (64,51 \cos 350)(4,5) \\ &= 133,760 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y-D} &= \frac{1}{8} (Q_D \sin \alpha)(L_y)^2 \\ &= \frac{1}{8} (64,51 \sin 350) (2,25)^2 \\ &= 23,415 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

Akibat beban hidup

$$\begin{aligned} M_{x-D} &= \frac{1}{4} (P_{L-atap} \cos \alpha)(L_x) \\ &= \frac{1}{4} (100 \cos 350)(4,5) \\ &= 92,155 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

$$M_{y-D} = \frac{1}{4} (P_{L-atap} \sin \alpha) (L_y)$$

$$= \frac{1}{4} (100 \sin 350) (2,25)$$

$$= 16,132 \text{ Kgm}$$

Akibat beban angin

$$M_{x-D} = \frac{1}{8} (q_w) (L_x^2)$$

$$= \frac{1}{8} (9) (4,5)^2 = 22,781 \text{ Kgm}$$

$$M_{y-D} = 0$$

Perhitungan Beban Kombinasi M_{ux}

$$1,4 D = 1,4 \times 133,760 = 187,264 \text{ Kgm}$$

$$1,2D + 0,5L_a$$

$$= 1,2(133,760) + 0,5(92,155)$$

$$= 206,589 \text{ Kgm}$$

$$1,2D + 1,6L_a + 0,8W$$

$$= 1,2(133,760) + 1,6(92,155) + 0,8(22,781)$$

$$= 326,184 \text{ Kgm (Terbesar)}$$

$$1,2 D + 1,3 W + 0,5 La$$

$$= 1,2(133,760) + 1,3(22,781) + 0,5(92,155)$$

$$= 236,205 \text{ Kgm}$$

$$0,9 D \pm 1,3 W$$

$$= 0,9(133,760) \pm 1,3(22,781)$$

$$= 150 \text{ Kgm}$$

Perhitungan Beban Kombinasi M_{uy}

$$1,4 D = 1,4 \times 23,415 = 32,781 \text{ Kgm}$$

$$1,2 D + 0,5 La$$

$$= 1,2(23,415) + 0,5(16,132)$$

$$= 36,164 \text{ Kgm}$$

$$1,2D + 1,6L_a + 0,8 W$$

$$= 1,2(23,415) + 1,6(16,132) + 0,8(0)$$

$$= 72,134 \text{ Kgm (Terbesar)}$$

$$1,2 D + 1,3 W + 0,5 La$$

$$= 1,2(23,415) + 1,3(0) + 0,5(16,132)$$

$$= 65,779 \text{ Kgm}$$

$$0,9 D \pm 1,3 W$$

$$= 0,9(23,415) \pm 1,3(0)$$

$$= 50,689 \text{ Kgm}$$

Momen Lentur Terfaktor

$$M_{ux} = M_{x-total}$$

$$= 326,184 \text{ Kgm} = 3.261.845 \text{ Nmm}$$

$$M_{uy} = M_{y-total}$$

$$= 72,134 \text{ Kgm} = 721.339 \text{ Nmm}$$

Kuat Lentur Nominal

$$M_{nx} = f_y \cdot Z_x = 1,5 f_y \cdot S_x$$

$$= 1,5(240)(21,9 \times 10^3) = 7.884.000 \text{ Nmm}$$

$$M_{ny} = f_y \cdot Z_y = 1,5 f_y \cdot S_y = 1,5(240)(6,22 \times 10^3) = 2.239.200 \text{ Nmm}$$

Kuat lentur rencana

$$\phi M_{nx} = 0,9 (7.884.000)$$

$$= 7.095.600 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_{ny} = 0,9 (2.239.200)$$

$$= 2.015.280 \text{ Nmm}$$

Kontrol Kekuatan

$$M_{ux} = 3.261.845 \text{ Nmm} < \phi M_{nx}$$

$$7.095.600 \text{ Nmm (OK)}$$

$$M_{uy} = 721.339 \text{ Nmm} < \phi M_{ny}$$

$$= 2.015.280 \text{ Nmm (OK)}$$

Perhitungan Lendutan Akibat Beban Atap

Akibat beban mati

$$\Delta_{x-D} = \frac{5 Q_D \cos \alpha L_x^4}{384 E I_x}$$

$$= \frac{5}{384} (64,51 \times 10^{-2} \cos 35^0)$$

$$\frac{4500^4}{200000 \times 1.370.000} = 10,297 \text{ mm}$$

$$\Delta_{y-D} = \frac{5 Q_D \sin \alpha L_y^4}{384 E I_y} = \frac{5}{384} (64,51 \times 10^{-2} \sin 35^0)$$

$$\frac{2250^4}{200000 \times 206.000} = 2,997 \text{ mm}$$

Akibat beban hidup

$$\Delta_{x-L-atap} = \frac{1 P_{L-atap} \cos \alpha L_x^3}{48 E I_x} = \frac{1}{48}$$

$$(1000 \cos 35^0) \frac{4500^3}{200000 \times 1.370.000} = 5,676 \text{ mm}$$

$$\Delta_{y-L-atap} = \frac{1 P_{L-atap} \sin \alpha L_y^3}{48 E I_y} = \frac{1}{48}$$

$$(1000 \sin 35^0) \frac{2600^3}{200000 \times 206.000} = 3,304 \text{ mm}$$

$$\Delta_{x-total} = 10,297 \text{ mm} + 5,676 \text{ mm}$$

$$= 15,973 \text{ mm}$$

$$\Delta_{y-total} = 2,997 \text{ mm} + 3,304 \text{ mm} = 6,301 \text{ mm}$$

$$\Delta_{total} = \sqrt{15,973^2 + 6,301^2} = 17,17 \text{ mm}$$

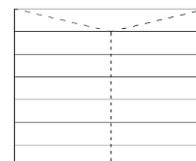
$$\Delta_{max} = L/240 = 4500/240 = 18,75 \text{ mm}$$

Syarat : $\Delta_{total} < \Delta_{max}$

$$17,17 \text{ mm} < 18,75 \text{ mm (OK)}$$

Penggantung gording

Digunakan 1 penggantung gording



Gambar 2 Penggantung Gording

$$\sin \beta = \frac{d_g}{\sqrt{d_g^2 + \frac{1}{2}L^2}} = \frac{1,2}{\sqrt{1,2^2 + 2,25^2}} = 0,47$$

Beban penggantung gording paling bawah

$$\begin{aligned} \text{Akibat beban mati} \\ &= RD = QD \sin \alpha \times Ly \\ &= 64,51 \times 10^{-2} \times \sin 350 \times 2250 \\ &= 832,531 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akibat beban hidup} \\ &= RL\text{-atap} = PL\text{-atap} \sin \alpha \\ &= 100 \times 10 \times \sin 350 = 573,576 \text{ N} \end{aligned}$$

Beban penggantung gording paling atas

$$\begin{aligned} \text{Akibat beban mati} \\ T = \frac{\frac{1}{2} \cdot n \cdot R}{\sin \beta} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 8 \times 832,531}{0,47} = 7.077 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akibat beban hidup} \\ TL\text{-atap} = \frac{1}{2} RL\text{-atap} / \sin \beta \\ = \frac{\frac{1}{2} \cdot 573,576}{0,47} \\ = 1.463 \text{ N} \end{aligned}$$

Beban penggantung gording nomor 2 dari atas

$$\begin{aligned} T' &= n \cdot R \\ \text{Akibat beban mati} \\ TD &= n \cdot RD \\ &= 7 \times 832,531 = 5827,723 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akibat beban hidup} \\ TL\text{-atap} &= RL\text{-atap} = 573,576 \text{ N} \end{aligned}$$

Perhitungan beban tarik aksial terfaktor, berdasarkan kombinasi beban:

$$\begin{aligned} 1,4 DNu &= 1,4 \times 7.077 \text{ N} = 9.907 \text{ N} \\ 1,2 D + 1,6La \\ Nu &= 1,2 (7.077 \text{ N}) + 1,6 (1.463 \text{ N}) \\ &= 10.832 \text{ N (Terbesar)} \end{aligned}$$

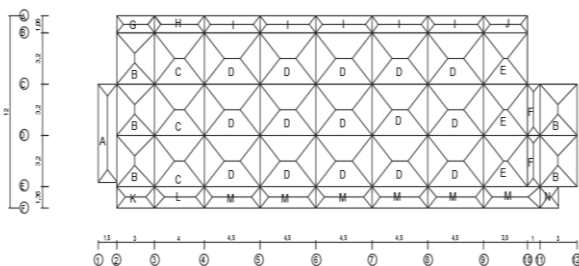
Direncanakan menggunakan besi beton diameter 10 mm

Perhitungan kuat tarik rencana, berdasarkan rumus:

$$\begin{aligned} \Phi N_n &= 0,9 A_g \cdot F_y = 0,9 \times \frac{1}{4}\pi(10)^2 (240) = 16956 \text{ N (Terkecil)} \\ \Phi N_n &= 0,75 A_g \cdot F_u = 0,75 \times \frac{1}{4}\pi(10)^2 (370) = 21783,75 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kontrol dimensi penggantung gording} \\ Nu = 10.832 \text{ N} < \Phi N_n = 16.956 \text{ N} \\ \text{(OK)} \end{aligned}$$

Pembebanan Perencanaan Portal



Gambar 3 Denah Area Pembebanan

Pembebanan Portal Beban Hidup Dan Mati

Beban Atap (PPIUG halaman 11-13)

Beban Atap Baja

Beban mati:

$$\text{Beban gording (CNP 125.50.20.2,3)} = 4,51 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Penutup atap genteng} = 50 \text{ Kg/m}^2 \text{ (PPIUG 1983)}$$

$$\text{Jarak gording} = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{Beban mati atap} = W_{\text{gording}} + (W_{\text{genteng}} \times d_g)$$

$$= 4,51 \text{ Kg/m} + (50 \text{ Kg/m}^2 \times 1,2 \text{ m})$$

$$= 64,51 \text{ Kg/m}$$

Beban Hidup Atap

$$\text{Akibat pekerja } P_{L\text{-atap}} = 100 \text{ Kg}$$

Beban Pelat Atap

Beban Mati (Q_D)

$$\text{Pelat beton } t=12 \text{ cm} = 0,12 \times 2400$$

$$= 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat aspal, } t=1 \text{ cm} = 14 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat instalasi listrik, AC, dll} = 40 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat plafond + Penggantung} = 18 \text{ kg/m}^2 +$$

$$Q_D = 312 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban Hidup } (Q_L) = 100 \text{ kg/m}^2 \text{ untuk pelat atap (PPIUG halaman 13)}$$

Beban Lantai (PPIUG halaman 11-12)

Beban Mati (Q_D)

$$\text{Pelat beton } t=12 \text{ cm} = 0,12 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Spesi per cm } t=2 \text{ cm} = 2 \times 21 = 42 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Pasir } t=10 \text{ cm} = 0,1 \times 1600 = 160 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Keramik per cm } t=0,5 \text{ cm} (0,5 \times 24 = 12 \text{ kg/m}^2)$$

$$\text{Instalasi listrik, AC, dll} = 40 \text{ kg/m}^2$$

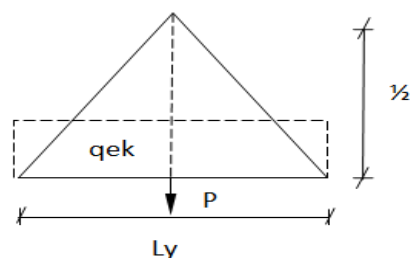
$$\text{Plafond + Penggantung} = 18 \text{ kg/m}^2 +$$

$$= 560 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban Hidup } (q_L) = 250 \text{ kg/m}^2 \text{ untuk pelat lantai (PPIUG)}$$

Untuk mengubah beban segitiga dan beban trapesium dari pelat menjadi beban merata pada bagian balok, maka beban pelat harus diubah menjadi beban equivalent yang besarnya dapat ditentukan seperti dalam dibawah ini.

Beban Segitiga



Gambar 4 Beban segitiga

$$P1 = \frac{1}{2} \cdot q \left(\frac{1}{2} \cdot lx\right)^2 = \frac{1}{8} \cdot q \cdot lx^2$$

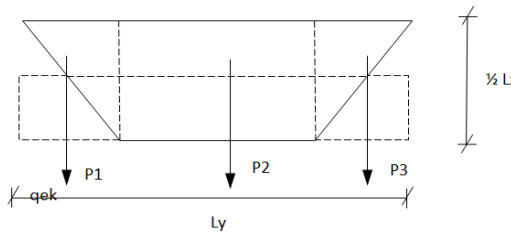
$$R = P1$$

$$\sum M = ke \text{ titik } 0$$

$$\frac{1}{8} \cdot q \cdot lx^2 = -P \cdot \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{1}{2} lx\right) + R \cdot \frac{1}{2} lx + R \cdot \frac{1}{2} lx$$

$$q_{ek} = \frac{1}{3} \cdot q$$

Beban Trapesium



Gambar 5 Beban trapesium

$$P1 = \frac{1}{2} \cdot q \left(\frac{1}{2} \cdot lx\right)^2 = \frac{1}{8} \cdot q \cdot lx^2$$

$$P2 = \frac{1}{2} \cdot lx \cdot q \left(\frac{ly-lx}{2}\right) = \frac{1}{4} \cdot lx \cdot q (ly - lx)$$

$$R = P1 + P2$$

$$\sum M \text{ ke titik } 0 = -P1 \left\{ \left(\frac{1}{3} \frac{lx}{2}\right) + \left(\frac{ly-lx}{2}\right) \right\} - P2 \left(\frac{ly-lx}{2}\right) + R \left(\frac{1}{2} ly\right)$$

$$q_{ek} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot Lx \left[1 - \left(\frac{1}{3} \frac{lx^2}{ly^2}\right) \right]$$

Tabel 1 Perhitungan Beban *Equivalent* Trapesium Pada Pelat Atap dan Lantai

TIPE PELAT	Lx (m)	Ly (m)	Atap		Lantai	
			Mati (kg/m)	Hidup (kg/m)	Mati (kg/m)	Hidup (kg/m)
A	1,5	6,18	229,405	73,527	411,752	183,818
B	3	3,2	330,891	106,055	593,906	265,137
C	3,2	4	392,704	125,867	704,853	314,667
D	3,2	4,5	415,055	133,030	744,971	332,576
E	3,2	3,5	360,103	115,418	646,339	288,544
F	1	3,2	150,922	48,372	270,885	120,931
G	1,05	3	157,112	50,356	281,995	125,891
H	1,05	4	160,038	51,294	287,247	128,235
I	1,05	4,5	160,827	51,547	288,664	128,868
J	1,05	3,5	158,886	50,925	285,180	127,313
K	1,35	3	196,385	62,944	352,485	157,359
L	1,35	4	202,604	64,937	363,648	162,343
M	1,35	4,5	204,282	65,475	366,660	163,688
N	1,35	3,5	200,156	64,153	359,254	160,381

Sumber: Hasil Perhitungan,2018

Tabel 2 Perhitungan Beban *Equivalent* Segitiga Pada Pelat Atap dan Lantai

Tipe Pelat	Lx (m)	Ly (m)	Atap		Lantai	
			Mati (kg/m)	Hidup (kg/m)	Mati (kg/m)	Hidup (kg/m)
A	1,5	6,18	156,000	50,000	280,000	125,000
B	3	3,2	312,000	100,000	560,000	250,000
C	3,2	4	332,800	106,667	597,333	266,667
D	3,2	4,5	332,800	106,667	597,333	266,667
E	3,2	3,5	332,800	106,667	597,333	266,667
F	1	3,2	104,000	33,333	186,667	83,333
G	1,05	3	109,200	35,000	196,000	87,500
H	1,05	4	109,200	35,000	196,000	87,500
I	1,05	4,5	109,200	35,000	196,000	87,500
J	1,05	3,5	109,200	35,000	196,000	87,500
K	1,35	3	140,400	45,000	252,000	112,500
L	1,35	4	140,400	45,000	252,000	112,500
M	1,35	4,5	140,400	45,000	252,000	112,500
N	1,35	3,5	140,400	45,000	252,000	112,500

Sumber: Hasil Perhitungan,2018

Tabel 3 Pembebanan Memanjang Lantai

Balok As	Bentang	Jenis Pelat	Jenis Beban	Beban Mati			Beban Hidup		
				Beban Ekuivalen (kg/m)	Berat Dinding (kg/m)	Jumlah (kg/m)	Berat sendiri profil (kg/m)	Beban Ekuivalen (kg/m)	Jumlah (kg/m)
A	2-3	G	Beban Trapesium	281,995	-	281,995	9,3	125,890	125,891
	3-4	H	Beban Trapesium	287,247	-	287,247	9,3	128,235	128,235
	4-9	I	Beban Trapesium	288,664	-	288,664	9,3	128,868	128,868
	9-10	J	Beban Trapesium	285,180	-	285,180	9,3	127,312	127,313
B	2-3	B	Beban Segitiga	500,000	360	1.201,995	29,6	250	375,891
		G	Beban Trapesium	281,995	-	281,995	29,6	125,890	314,667
	3-4	C	Beban Trapesium	704,853	360	1.352,101	29,6	128,235	442,902
		H	Beban Trapesium	287,247	-	287,247	29,6	128,235	332,576
	4-9	D	Beban Trapesium	744,971	360	1.395,635	29,6	128,868	461,444
		I	Beban Trapesium	288,664	-	288,664	29,6	128,868	288,544
9-10	E	Beban Trapesium	646,339	360	1.291,519	29,6	127,312	415,837	
	J	Beban Trapesium	285,180	-	285,180	29,6	125,000	125,000	
C	1-2	A	Beban Segitiga	280,000	360	640,000	29,6	125	125,000
D	2-3	B	2 Beban Segitiga	1.120,000	-	1.120,000	29,6	500	500,000
	3-4	C	2 Beban Trapesium	1.409,707	-	1.409,707	29,6	629,333	629,333
	4-9	D	2 Beban Trapesium	1.489,941	-	1.489,941	29,6	665,152	665,152
	9-10	E	2 Beban Trapesium	1.292,678	-	1.292,678	29,6	577,088	577,088
	10-11	F	Beban Segitiga	186,667	360	346,667	29,6	83,333	83,333
	11-12	B	Beban Segitiga	500,000	360	920,000	29,6	250	250,000
	2-3	B	2 Beban Segitiga	1.120,000	-	1.120,000	29,6	500	500,000
3-4	C	2 Beban Trapesium	1.409,707	-	1.409,707	29,6	629,333	629,333	
4-9	D	2 Beban Trapesium	1.489,941	-	1.489,941	29,6	665,152	665,152	
9-10	E	2 Beban Trapesium	1.292,678	-	1.292,678	29,6	577,088	577,088	
10-11	F	2 Beban Segitiga	373,333	-	373,333	29,6	166,667	166,667	
11-12	B	2 Beban Segitiga	1.120,000	-	1.120,000	29,6	500	500,000	
E	1-2	A	Beban Segitiga	280,000	360	640,000	29,6	125	125,000
		B	Beban Segitiga	500,000	-	500,000	29,6	250	250,000
	2-3	K	Beban Trapesium	352,485	360	1.272,485	29,6	157,359	407,359
		C	Beban Trapesium	704,853	-	704,853	29,6	314,667	477,009
	3-4	L	Beban Trapesium	363,648	360	1.428,501	29,6	162,342	416,875
	4-9	D	Beban Trapesium	744,971	360	1.471,631	29,6	332,576	496,264
		M	Beban Trapesium	366,660	-	366,660	29,6	163,687	163,687
9-11	E	Beban Trapesium	646,339	-	646,339	29,6	288,544	288,544	
	M	Beban Trapesium	366,660	360	1.559,666	29,6	163,687	535,565	
	F	Beban Segitiga	186,667	-	186,667	29,6	83,333	83,333	
F	11-12	B	Beban Segitiga	500,000	360	1.177,000	29,6	250	462,500
		N	Beban Segitiga	252,000	-	252,000	29,6	112,5	112,5
2-3	K	Beban Trapesium	352,485	-	352,485	29,6	157,359	157,359	
3-4	L	Beban Trapesium	363,648	-	363,648	29,6	162,343	162,343	
4-11	M	Beban Trapesium	366,660	-	366,660	29,6	163,688	163,688	
11-12	N	Beban Segitiga	252,000	-	252,000	29,6	112,5	112,5	

Sumber: Hasil Perhitungan,2018

Tabel 4 Pembebanan Memanjang Atap

Balok As	Bentang	Jenis Pelat	Jenis Beban	Beban Mati			Beban Hidup	
				Beban ekuivalen (Kg/m)	Jumlah (Kg/m)	Berat sendiri profil (Kg/m)	Beban ekuivalen (Kg/m)	Jumlah (Kg/m)
A	2-3	G	Beban Trapesium	157,112	157,112	9,3	50,336	50,336
	3-4	H	Beban Trapesium	160,038	160,038		51,294	51,294
	4-9	I	Beban Trapesium	160,827	160,827		51,547	51,547
B	2-3	G	Beban Trapesium	157,112	157,112	29,6	50,336	50,336
	3-4	H	Beban Trapesium	160,038	160,038		51,294	51,294
	4-9	I	Beban Trapesium	160,827	160,827		51,547	51,547
C	9-10	E	Beban Trapesium	720,206	720,206	29,6	230,835	230,835
	10-11	F	Beban Segitiga	104,000	104,000		33,333	33,333
	11-12	B	Beban Segitiga	332,800	332,800		106,667	106,667
D	9-10	E	Beban 2 Trapesium	720,206	720,206	29,6	230,835	230,835
	10-11	F	Beban 2 Segitiga	665,600	665,600		213,333	213,333
	11-12	B	Beban 2 Supitiga	624,000	624,000		200,000	200,000
E	2-3	K	Beban Trapesium	196,385	196,385	29,6	62,944	62,944
	3-4	L	Beban Trapesium	202,604	202,604		64,937	64,937
	4-9	M	Beban Trapesium	204,282	204,282		65,475	65,475
F	11-12	N	Beban Segitiga	200,156	200,156	9,3	64,153	64,153
	2-3	K	Beban Trapesium	196,385	196,385		62,944	62,944
	3-4	L	Beban Trapesium	202,604	202,604		64,937	64,937
F	4-11	M	Beban Trapesium	204,282	204,282	9,3	65,475	65,475
	11-12	N	Beban Segitiga	200,156	200,156		64,153	64,153

Sumber: Hasil Perhitungan,2018

Tabel 5 Pembebanan Melintang Atap

Balok As	Bentang	Jenis Pelat	Jenis Beban	Beban Mati			Beban Hidup		
				Beban Ekuivalen (kg/m)	Berat Dinding (kg/m)	Jumlah (kg/m)	Beban Ekuivalen (kg/m)	Jumlah (kg/m)	
1	CE	A	Beban Trapesium	411,752	360	771,752	183,818	183,818	
2	AB	G	Beban Segitiga	196,000	-	196,000	87,500	87,500	
	BC	B	Beban Trapesium	593,906	360	953,906	265,137	265,137	
	CD	A	Beban Trapesium	411,752	-	1.599,565	183,818	714,091	
3	EF	K	Beban Segitiga	252,000	360	612,000	112,500	112,500	
		G	Beban Segitiga	196,000	-	392,000	87,500	175,000	
	AB	H	Beban Segitiga	196,000	-	1.191,240	265,137	531,803	
		B	Beban Trapesium	593,906	-	1.191,240	265,137	531,803	
	BC	C	Beban Segitiga	597,333	-	1.194,667	266,667	533,333	
		B	Beban Trapesium	593,906	-	1.194,667	265,137	531,803	
	CD	C	Beban Segitiga	597,333	-	1.194,667	266,667	533,333	
		B	Beban Trapesium	593,906	-	1.194,667	265,137	531,803	
	4	ED	C	Beban Segitiga	597,333	-	1.194,667	266,667	533,333
			K	Beban Segitiga	252,000	-	504,000	112,500	225,000
EF		L	Beban Segitiga	252,000	-	1.194,667	87,500	175,000	
		H	Beban Trapesium	196,000	-	392,000	87,500	175,000	
9	AB	I	Beban Segitiga	196,000	-	1.194,667	87,500	175,000	
		C	Beban Segitiga	597,333	-	1.194,667	266,667	533,333	
	BC	D	Beban Segitiga	597,333	-	1.194,667	266,667	533,333	
		C	Beban Trapesium	593,906	-	1.194,667	266,667	533,333	
	CD	D	Beban Segitiga	597,333	-	1.194,667	266,667	533,333	
		C	Beban Trapesium	593,906	-	1.194,667	266,667	533,333	
	10	DE	C	Beban Segitiga	597,333	-	1.194,667	266,667	533,333
			D	Beban Trapesium	593,906	-	1.194,667	266,667	533,333
		EF	L	Beban Segitiga	252,000	-	504,000	112,500	225,000
			M	Beban Segitiga	252,000	-	1.194,667	112,500	225,000
11	AB	I	Beban Segitiga	196,000	-	392,000	87,500	175,000	
		J	Beban Segitiga	196,000	-	1.194,667	87,500	175,000	
	BC	D	Beban Segitiga	597,333	-	1.194,667	266,667	533,333	
		E	Beban Segitiga	597,333	-	1.194,667	266,667	533,333	
	CD	D	Beban Segitiga	597,333	-	1.194,667	266,667	533,333	
		E	Beban Segitiga	597,333	-	1.194,667	266,667	533,333	
	DE	D	Beban Segitiga	597,333	-	1.194,667	266,667	533,333	
		E	Beban Segitiga	597,333	-	1.194,667	266,667	533,333	
	12	CD	M	Beban Segitiga	504,000	-	504,000	225,000	225,000
			J	Beban Segitiga	196,000	-	196,000	87,500	87,500
12	BC	E	Beban Segitiga	597,333	360	957,333	266,667	266,667	
		F	Beban Trapesium	270,885	-	868,219	120,931	387,598	
	DE	E	Beban Segitiga	597,333	-	868,219	266,667	387,598	
		F	Beban Trapesium	270,885	-	864,792	120,931	386,068	
	F	F	Beban Trapesium	270,885	-	864,792	120,931	386,068	
		B	Beban Trapesium	593,906	-	265,137	265,137	386,068	
12	CD	B	Beban Trapesium	593,906	360	953,906	265,137	265,137	
		M	Beban Trapesium	593,906	360	953,906	265,137	265,137	
	DE	B	Beban Trapesium	593,906	-	265,137	265,137	386,068	

Sumber: Hasil Perhitungan,2018

Tabel 6 Pembebanan Melintang Atap

Balok As	Bentang	Jenis pelat	Jenis Beban	Beban Mati		Beban Hidup	
				Beban Ekuivalen (kg/m)	Jumlah (kg/m)	Beban Ekuivalen (kg/m)	Jumlah (kg/m)
1	CE	A	Beban Trapesium	229,405	229,405	73,527	73,527
2	AB	G	Beban Segitiga	109,200	109,200	35,000	35,000
	CE	A	Beban Trapesium	229,405	229,405	73,527	73,527
	EF	K	Beban Segitiga	140,400	140,400	45,000	45,000
3	AB	G	Beban Segitiga	109,200	218,400	35,000	70,000
		H	Beban Segitiga	109,200	218,400	35,000	70,000
	EF	K	Beban Segitiga	140,400	280,800	45,000	90,000
4	AB	I	Beban Segitiga	109,200	218,400	35,000	70,000
		J	Beban Segitiga	109,200	218,400	35,000	70,000
	EF	L	Beban Segitiga	140,400	280,800	45,000	90,000
5,6,7,8	AB	I	2 Beban Segitiga	280,800	218,400	90,000	70,000
		M	2 Beban Segitiga	280,800	280,800	90,000	90,000
	AB	I	Beban Segitiga	109,200	218,400	35,000	70,000
9	BC	E	Beban Segitiga	332,800	332,800	106,667	106,667
		E	Beban Segitiga	332,800	332,800	106,667	106,667
	DE	E	Beban Segitiga	332,800	332,800	106,667	106,667
		M	2 Beban Segitiga	280,800	280,800	90,000	90,000
	AB	J	Beban Segitiga	109,200	109,200	35,000	35,000
		E	Beban Segitiga	332,800	332,800	106,667	106,667
10	CD	E	Beban Segitiga	332,800	483,722	106,667	155,039
		F	Beban Trapesium	150,922	483,722	48,372	155,039
	DE	E	Beban Segitiga	332,800	483,722	106,667	155,039
		F	Beban Trapesium	150,922	483,722	48,372	155,039
11	F	B	Beban Trapesium	332,800	332,800	106,667	106,667
		F	Beban Trapesium	332,800	663,691	106,667	212,721
	B	B	Beban Trapesium	330,891	330,891	106,055	106,055
		F	Beban Trapesium	332,800	663,691	106,667	212,721
12	CD	B	Beban Trapesium	330,891	330,891	106,055	106,055
		B	Beban Trapesium	330,891	330,891	106,055	106,055

Sumber: Hasil Perhitungan,2018

Beban Angin

Perhitungan Pembebanan Beban Angin :
 $W_2 = \text{koef. } W_2 \cdot dg \cdot L \cdot t_w = 0,3 \times 1,2 \times 4,5 \times 25 = 40,5 \text{ Kg}$

$W_3 = \text{koef. } W_3 \cdot dg \cdot L \cdot t_w = -0,4 \times 1,2 \times 4,5 \times 25 = 54 \text{ Kg}$

$W_1 = \text{koef. } W_1 \cdot L \cdot t_w = 0,9 \times 4,5 \times 25 = 101,25 \text{ Kg/m}$

$W_4 = \text{koefisien } W_4 \cdot L \cdot t_w = -0,4 \times 4,5 \times 25 = 45 \text{ Kg/m}$

Beban Gempa

Waktu geser bangunan (t)

Rumus empiris :
 $T_x : T_y = 0,0724 \times h^{0,8} = 0,8185 \text{ detik}$

Faktor respon gempa (C)

Wilayah gempa 3
 Tanah sedang : $T_c = 0,6 \text{ detik}$

$A_m = 0,55$

$A_r = 0,33$

$T_y > T_c : C = \frac{A_r}{T}$

Faktor keutama an gedung (I) = 1,0 Untuk bangunan umum

Dengan sistem SRPMB
 $\mu_m = 2,7 \quad f = 2,8$
 $R_m = 4,5$

Besar beban geser nominal *static equivalen*
(V)

$$V = \frac{C \times I}{R} \times Wt$$

Tabel 7 Distribusi Beban Gempa

Tingkat	Z _i (meter)	W _i (Kg)	W _i .Z _i (Kg meter)	Fix,Fiy (Kg)	Untuk tiap lantai	
					1/10 F _{ix} (Kg)	1/2F _{iy} (Kg)
Atap	14,4	163.393	2.352.857	32.154,6	3.215	16.077,3
3	10,8	277.398	2.995.900	40.942,6	4.094	20.471,3
2	7,2	277.398	1.997.267	27.295,1	2.730	13.647,5
1	3,6	277.398	998.633	13.647,5	1.365	6.823,8
		Σ	8.344.658	114.039,8	11.404	57.019,9

Sumber: Hasil Perhitungan,2018

Perhitungan Struktur

Tabel 8 Kontrol Profil

Balok B1		Balok B2	
Dimensi profil	WF 600.200.12.20	Dimensi profil	WF 400.300.9.14
Momen Ultimate	59.431,93 k _g m	Momen Ultimate	23.277,89 k _g m
Momen Nominal	101.234,28 k _g m	Momen Nominal	56.376 k _g m
Kuat Geser	28.719,2 k _g	Kuat Geser	11.415,69 k _g
Kuat Geser Nominal	94.245,12 k _g	Kuat Geser Nominal	45.023,04 k _g
Lendutan	1,336 mm	Lendutan	1,58 mm
Lendutan ijin	8,8 mm	Lendutan ijin	8,3 mm
Balok B3 Melintang		Balok B3 Memanjang	
Dimensi profil	WF 400.300.9.14	Dimensi profil	
Momen Ultimate	22.341,97 k _g m	Momen Ultimate	26.351,74 k _g m
Momen Nominal	56.376 k _g m	Momen Nominal	56.376 k _g m
Kuat Geser	12.459,86 k _g	Kuat Geser	45.023,04 k _g
Kuat Geser Nominal	45023,04 k _g	Kuat Geser Nominal	18.505,75 k _g
Lendutan	0,58 mm	Lendutan	0,637 mm
Lendutan ijin	8,8	Lendutan ijin	8,3
Balok B4		Balok B5	
Dimensi profil	WF 350.250.8.12	Dimensi profil	WF 175.125.5.5.8
Momen Ultimate	5669,82 k _g m	Momen Ultimate	1.337,13 k _g m
Momen Nominal	35.640 k _g m	Momen Nominal	7.243,72 k _g m
Kuat Geser	4.961,03 k _g	Kuat Geser	1.717,75 k _g
Kuat Geser Nominal	34.836,48 k _g	Kuat Geser Nominal	12.046,32 k _g
Lendutan	0,1445 mm	Lendutan	1,98 mm
Lendutan ijin	3,75 mm	Lendutan ijin	12,5 mm
Kolom K1		Kolom K2	
Dimensi profil	WF 400.400.18.28	Dimensi profil	WF 400.400.21.21
Momen Ultimate (Mu-x)	56.958,82 k _g m	Momen Ultimate (Mu-x)	17.501,31 k _g m
kuat nominal momen kolom (Mn-x)	145.152 k _g m	kuat nominal momen kolom (Mn-x)	114.696 k _g m
Momen Ultimate (Mu-y)	11.419,38 k _g m	Momen Ultimate (Mu-y)	14.159,4 k _g m
kuat nominal momen kolom (Mn-y)	49.572 k _g m	kuat nominal momen kolom (Mn-y)	37.908 k _g m
interaksi geser dan lentur	0,761	interaksi geser dan lentur	0,55

Sumber: Hasil Perhitungan,2018

Perbandingan Harga Material Beton dan Baja Pada Balok Dan Kolom

Tabel 9 Harga Material Baja

Struktur	Dimensi profil	Berat Per m (kg/m)	Bentang (m)	Berat (kg)	Struktur Baja	
					Harga 1 kg baja	Jumlah Harga
Balok B1	WF 600.200.12.20	120	3,2	384	Rp 11.500	Rp 4.416.000
	WF 600.200.12.20	120	3,2	384	Rp 11.500	Rp 4.416.000
Balok B2	WF 400.300.9.14	94,3	4,5	424,35	Rp 11.500	Rp 4.880.025
Balok B3	WF 400.300.9.14	94,3	4,5	424,35	Rp 11.500	Rp 4.880.025
Balok B4	WF 350.250.8.12	69,2	4,5	311,4	Rp 11.500	Rp 3.581.100
Balok B5	WF 175.125.5.5.8	23,3	4,5	104,85	Rp 11.500	Rp 1.205.775
Kolom K1	WF 400.400.18.28	172	3,6	619,2	Rp 11.500	Rp 7.120.800
Kolom K2	WF 400.400.21.21	168	3,6	604,8	Rp 11.500	Rp 6.955.200

Sumber: Hasil Perhitungan,2018

Tabel 10 Harga material beton

Struktur	Dimensi (mm)	Bentang (mm)	Struktur Beton				n tul.	Jumlah Harga	Jumlah Total Harga						
			Volume		Harga										
			kg	m ³	per kg	per m ³									
Balok B1	Beton	1000 x 400	3200	1.280	Rp957.243	Rp1.225.271	17	Rp1.050.667	Rp2.925.286						
										Baja	17-D19	7.119	Rp8.682	2	Rp57.866
											2-D13	3.333	Rp8.682	2	Rp591.481
	Beton	700 x 400	0,896	Rp957.243	Rp857.690	2	Rp988.863								
Balok B2	Baja	16-D19	3200	0,540	Rp957.243	Rp516.911	16	Rp988.863	Rp2.311.063						
										Baja	2-D13	7.119	Rp8.682	2	Rp57.866
											D10-100	3.333	Rp8.682	2	Rp406.643
	Beton	400 x 300	0,540	Rp957.243	Rp516.911	2	Rp1.033.822								
Balok B3	Baja	12-D16	4500	0,540	Rp957.243	Rp129.593	12	Rp48.151	Rp1.554.956						
										Baja	2-D10	7.099	Rp8.682	2	Rp150.181
											D10-100	2.773	Rp8.332	23	Rp100.121
	Beton	400 x 300	0,540	Rp957.243	Rp516.911	2	Rp616.328								
Balok B4	Baja	10-D16	1350	0,118	Rp957.243	Rp113.074	7	Rp129.429	Rp310.277						
										Baja	10-D100	2.130	Rp8.682	7	Rp39.535
											D10-150	0,678	Rp8.332	5	Rp28.235
	Beton	350 x 250	0,118	Rp957.243	Rp113.074	7	Rp1.020.137								
Balok B5	Baja	D16	4500	0,394	Rp957.243	Rp376.914	7	Rp431.429	Rp1.020.137						
										Baja	D10-100	7.119	Rp8.682	23	Rp127.076
											D10-150	0,678	Rp8.332	15	Rp84.717
	Beton	350 x 250	0,394	Rp957.243	Rp376.914	7	Rp1.020.137								
Kolom K1	Baja	750 x 400	3600	1,080	Rp957.243	Rp1.033.822	22	Rp1.359.687	Rp2.633.114						
										Baja	D19	7.119	Rp8.682	17	Rp177.992
											D10-100	1.232	Rp8.332	6	Rp61.613
	Beton	450 x 300	1,080	Rp957.243	Rp465.220	22	Rp964.210								
Kolom K2	Baja	D16	3600	0,486	Rp957.243	Rp465.220	22	Rp153.347	Rp1.841.550						
										Baja	D10-100	5,048	Rp8.682	36	Rp258.773
											D10-150	0,863	Rp8.332	5	Rp10.953
	Beton	450 x 300	0,486	Rp957.243	Rp465.220	22	Rp964.210								

Sumber: Hasil Perhitungan,2018

Analisis Harga Material Baja Dengan Beton Pada Balok Dan Kolom

Dari hasil perancangan tersebut selanjutnya menghitung beda harga antara beton dengan baja. Harga beton diperoleh dengan mengalikan volume beton dengan harga per 1 m³. Dan harga baja diperoleh dengan mengalikan volume baja dengan harga per 1 kg. Didapatkan presentase beda harga dengan cara:

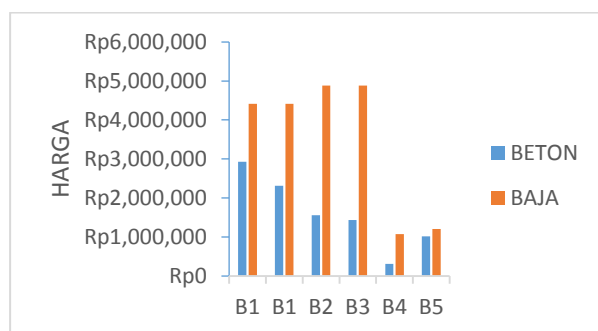
$$\frac{\text{harga baja} - \text{harga beton}}{\text{harga beton}} \times 100\%$$

Tabel 11 Beda Harga Material Beton Dan Baja

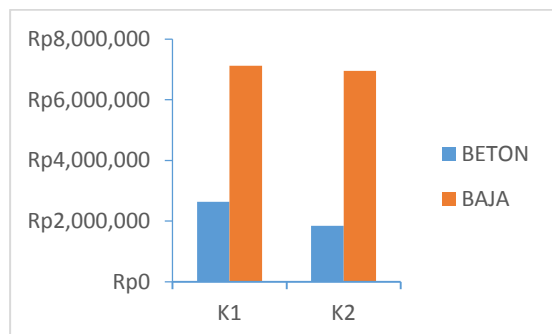
Struktur	Struktur Beton	Struktur Baja	Beda harga	
			Rupiah	Pres
Balok B1	Rp2.925.286	Rp 4.416.000	Rp 1.490.714	
	Rp2.311.063	Rp 4.416.000	Rp 2.104.937	
Balok B2	Rp1.554.956	Rp 4.880.025	Rp 4.363.114	2
Balok B3	Rp1.431.691	Rp 4.880.025	Rp 3.448.334	2
Balok B4	Rp310.277	Rp 3.581.100	Rp 961.256	3
Balok B5	Rp1.020.137	Rp 1.205.775	Rp 185.638	
Kolom K1	Rp2.633.114	Rp 7.120.800	Rp 4.487.686	1
Kolom K2	Rp 1.841.550	Rp 6.955.200	Rp 5.113.650	2
Jumlah total	Rp 14.028.074	Rp 34.948.155	Rp 20.920.0081	14

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Berikut diagram presentase beda harga beton dengan baja:



Gambar 6 Beda Harga Struktur Beton dan Struktur Baja Pada Balok



Gambar 7 Beda Harga Struktur Beton dan Struktur Baja Pada Kolom

Dari keseluruhan perhitungan biaya, harga material beton lebih murah dibandingkan harga material baja belum dihitung harga bahan persatuan pekerjaan dan waktu pengerjaan masing-masing pekerjaan pada pembangunan Gedung H universitas Dr. Soetomo Surabaya. Jika dilihat dari waktu, pelaksanaan konstruksi beton relatif lebih panjang, mulai dari pembuatan perancah, bekisting, pemberian tulangan, pengecoran dan perawatan beton memerlukan waktu yang cukup panjang sampai umur beton yang cukup untuk didapat dilakukan pembongkaran. Sedangkan waktu pelaksanaan konstruksi baja lebih cepat dan alat bantu penunjang

pemasangan struktur baja lebih sederhana, sehingga biaya konstruksinya dapat ditekan.

KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan perhitungan pada tugas akhir ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut

Profil baja yang digunakan untuk komponen balok dalam perancangan ulang gedung H Universitas Dr. Soetomo Surabaya diantaranya adalah: Profil B1 WF 600x200x12x20, Profil B2 WF 400x300x9x14, Profil B3 WF 400x300x9x14, Profil B4 WF 350x200x8x12, dan Profil B5 WF 175x125x 5,5x8.

Profil baja yang digunakan untuk komponen kolom dalam perancangan ulang gedung H Universitas Dr. Soetomo Surabaya, profil yang digunakan diantaranya adalah: profil K1 WF 400x400x18x28, profil K2 WF 400x400x21x21

Penggunaan struktur baja sebagai pengganti struktur beton bertulang untuk kolom dan balok pada gedung tersebut lebih mahal. Perbandingan harga beton bertulang dan baja pada gedung H universitas Dr. Soetomo Surabaya adalah untuk beton bertulang Rp14.028.074,00 dan baja Rp 34.948.155,00.

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang perlu dikembangkan dalam penelitian ini adalah perlu dilakukan studi yang lebih mendalam dengan menghitung biaya persatuan pekerjaan dan manajemen waktu atau penjadwalan. Sehingga diharapkan perencanaan dapat dilaksanakan mendekati kondisi sesungguhnya di lapangan dan hasil yang diperoleh sesuai dengan tujuan perencanaan yaitu kuat, ekonomi, dan tepat waktu dalam pelaksanaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *SNI 03-1729-2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Surabaya : Badan Standarisasi Nasional.
- Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah. (2002). *SNI 1726-2002 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*. Bandung: Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983*. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Futariyani, Yovi (2013). *Kajian Struktur Baja Sebagai Alternatif Desain Beton Bertulang (Studi Kasus Pada Gedung LPTK FT UNY*. Yogyakarta.
- Gunawan, Rudy. *Tabel Profil Konstruksi Baja*. Yogyakarta: Kanisius.
- HSPK 2018 Kota Surabaya

<https://googleweblight.com/i?u=https://www.besibeton.net/products/jual-besi-wf-wide-flange-h-beam/&hl=id-ID>

<https://googleweblight.com/i?u=https://bildeco.com/blog/daftar-harga-besi-beton-terbaru-maret-2018/&hl=id-ID>

Trijadir, Muhammad (2015). *Perancangan Ulang Struktur Beton Bertulang Gedung 5 Menjadi Struktur Rangka Baja Menggunakan SNI 1729:2015*. Yogyakarta.

Purwanto, Herubroto. (2016). *Struktur Baja 1*. Surabaya: Fakultas Teknik Universitas Dr. Soetomo Surabaya.

Purwanto, Herubroto dan Safrin Zuraidah. (2016). *Struktur Baja 2*. Surabaya: Fakultas Teknik Universitas Dr. Soetomo Surabaya.

Vls, W.C dan Gideon Kusuma. (1993). *Grafik Dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03*. Jakarta: Erlangga.