

Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Konstruksi Baja dan Beton (Studi Kasus: Proyek Pergudangan Logis Mako Ksatrian Yon 1 Marinir Gedangan Sidoarjo)

Ning Wahyuni¹⁾, Kusnul Yakin²⁾ Maulidya Octaviani. B³⁾

³⁾¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo
Jl. Semolowaru 84, Surabaya 60118

kunyuni26@gmail.com

²⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo
Jl. Semolowaru 84, Surabaya 60118

kusnul.yakin@unitomo.ac.id

³⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Dr. Soetomo

Jl. Semolowaru 84, Surabaya 60118

lidyaocta@unitomo.ac.id

Abstract

In a warehouse project, choosing the type of structure can affect the implementation costs of making the warehouse. This is one of the considerations in planning a warehouse based on the budget that is owned to make the warehouse. This study aims to understand and determine the cost and time of implementing a warehouse project if it is made of concrete construction. The method used in the form of qualitative analysis is to calculate the alternative structure of the concrete and from this analysis the amount of time and cost efficiency can be compared. From the calculation that has been done it is found that the steel construction cost is Rp. 719,089,177.23 while the total for concrete construction was Rp. 843,829,369.82. The time difference for steel construction work is 87 days and for concrete construction is 101 days.

Keywords: Warehouse, Concrete, Steel; Cost; Time.

Abstrak

Dalam suatu proyek gudang pemilihan jenis struktur dapat mempengaruhi biaya pelaksanaan dari pembuatan gudang. Hal ini menjadi salah satu pertimbangan dalam perencanaan pembuatan gudang berdasarkan budget yang di miliki untuk membuat gudang tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk memahami dan mengetahui biaya dan waktu pelaksanaan proyek gudang apabila terbuat dari konstruksi beton. Metode yang dilakukan berupa kualitatif dengan analisa menghitung struktur alternatif beton dan dari analisa tersebut dapat dibandingkan besarnya efisien waktu dan biaya. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan didapatkan besar biaya konstruksi baja sebesar Rp. 719.089.177,23 sedangkan total untuk konstruksi beton sebesar Rp. 843.829.369,82 Adapun selisih waktu untuk pekerjaan konstruksi baja 87 hari dan untuk konstruksi beton 101 hari.

Kata kunci: Gudang; Beton; Baja; Biaya; Waktu.

PENDAHULUAN

Gudang merupakan sebuah ruangan yang di gunakan untuk menyimpan berbagai barang. Setiap jenis bangunan bisa saja memiliki Gudang misalnya saja Gudang pada bangunan pabrik, toko, bahkan tempat tinggal. Pada konstruksi gudang ini jenis struktur yang dapat digunakan dalam membuat suatu bangunan diantaranya adalah jenis konstruksi baja dan konstruksi beton. Kedua elemen tersebut memiliki perbedaan dari segi biaya dan waktu.

Estimasi biaya konstruksi sangat penting dalam proyek konstruksi. Ketidak akuratan estimasi dapat memberikan efek negatif pada seluruh proses konstruksi. Hal yang penting dalam pemilihan metode estimasi biaya haruslah akurat, mudah, dan tidak mahal dalam penggunaannya. Salah satu metode yang di gunakan untuk melakukan estimasi biaya dan waktu konstruksi yaitu menghitung secara detail harga satuan pekerjaan berdasarkan nilai indeks atau koefisien untuk analisis biaya bahan dan upah pekerja.

Pada proyek pembangunan Gudang PT. BKM Jaya Wijaya ini menggunakan konstruksi baja, tetapi karena pelaksanaan pembangunan ini mengalami kendala biaya dan waktu pada proyek yang di tentukan oleh perusahaan. Oleh karena itu

penulis akan merencanakan ulang menggunakan struktur beton yang bertujuan sebagai pembanding terhadap segi biaya dan waktu.

Pengertian Gudang

Gudang adalah fasilitas khusus yang bersifat tetap, yang di rancang untuk mencapai target tingkat pelayanan dengan total biaya yang paling rendah. Gudang pada dasarnya adalah bangunan yang secara fisik mempunyai kriteria tertentu sebagai tempat penyimpanan barang, yang mana di dalamnya terdapat proses pergudangan (*warehousing*) berupa storage dan material handling.

Gudang memiliki fungsi yang paling mendasar adalah tempat penyimpanan barang, tujuan dari warehouse manajemen adalah bagaimana menggunakan ruang (*space*) seoptimal mungkin untuk menyimpan produk dengan biaya tertentu.

Struktur Baja

Baja merupakan salah satu bahan bangunan yang unsure utamanya terdiri dari besi. Besi di temukan ketika

dilakukan penempaan dan pemanasan yang menyebabkan tercampurnya besi dengan bahan karbon pada proses pembakaran, sehingga membentuk baja yang mempunyai kekuatan yang lebih besar dari pada besi. Menurut Oentoeng (1999), baja dapat di kategorikan menjadi beberapa jenis berdasarkan kekuatan dan bahan penyusunnya serta berdasarkan kadar karbon di dalam baja. Berdasarkan kadar karbon, baja yang sering di gunakan sebagai material konstruksi adalah *mild carbon*, yaitu baja yang mengandung antara 0,15% - 0,295.

Bila di bandingkan dengan bahan konstruksi lainnya, baja lebih banyak memiliki keunggulan – keunggulan yang tidak terdapat pada bahan – bahan konstruksi lain. Disamping kekuatannya yang besar untuk menahan kekuatan tarik dan kekuatan tekan tanpa membutuhkan banyak volume, baja juga mempunyai sifat – sifat lain yang menguntungkan sehingga menjadikannya sebagai salah satu material yang umum di pakai.

Struktur Beton

Beton menurut Kardiyono Tjokrodimulyo (2007), merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing – masing material pembentuk.

Sifat – sifat baja antara lain :

a. Kekuatan tinggi

Kekuatan baja biasa dinyatakan dengan kekuatan tahanan leleh f_y atau kekuatan tarik f_u . Mengingat baja mempunyai kekuatan volume lebih tinggi di banding dengan bahan lain, hal ini memungkinkan perencanaan sebuah konstruksi baja biasa mempunyai beban mati yang lebih kecil untuk bentang yang lebih panjang, sehingga struktur ringan dan efektif.

b. Kemudahan Pemasangan

Komponen – komponen baja biasanya mempunyai bentuk standart serta mudah di peroleh dimana saja, sehingga satu – satunya kegiatan yang di lakukan di lapangan adalah pemasangan bagian – bagian yang telah di siapkan.

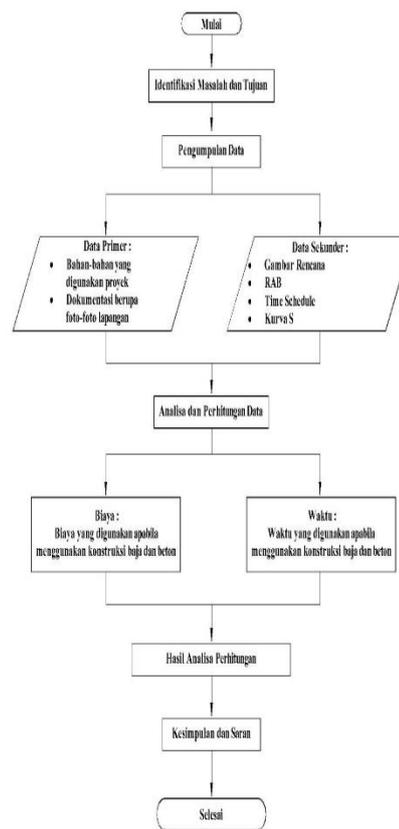
c. Daktilitas

Daktilitas adalah sifat dari baja yang dapat mengalami deformasi yag besar di bawah pengaruh tegangan tarik tanpa hancur atau putus.. Daktilitas mampu mencegah robohnya bangunan tiba – tiba.

d. Modulus elastis besar

Dengan modulus elastis yang besar, struktur akan cukup kaku sehingga dapat memberikan kenyamanan bagi pemakai.

METODOLOGI PENELITIAN



HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Volume Kolom dan Pondasi Konstruksi Baja

a. Pekerjaan Volume Kolom kolom Wf 250 x 125 x 6 x 9
 Jumlah kolom = 15 bh
 Berat Wf = 355.2
 Panjang = 5,236
 Luas penampang = $355 : 12 \text{ m} = 29.6$
 Volume kolom wf = $29.6 \text{ kg} \times 5.236 \times 15$
 kolom = 2.324,78 kg

b. Pekerjaan Volume beton pile cap 160 m
 x80 m x 60 m
 Jumlah kolom = 15 bh
 Panjang pile cap = 1.6 cm
 Lebar pile cap = 0.8 cm
 Tinggi pile cap = 0.6 cm
 Luas penampang = Panjang x Lebar x Tinggi
 = $1.6 \times 0.8 \times 0.6 = 0.768 \text{ m}^3$
 Volume pile cap = $0.768 \times$ Jumlah kolom
 = $0.768 \times 15 \text{ bh} = 11.52 \text{ m}^3$

Dari perhitungan diatas diperoleh volume untuk kolom wf 250 x 125 x 6 x 9 sebesar 2.324,78 kg dan untuk volume beton pile cap 160/80/60 di peroleh volume 11.52 m³.

Perhitungan durasi waktu yang dibutuhkan

Jenis pekerjaan :

Kolom wf 250 x 125 x 6 x 9
 Volume 2.324,78 kg

Jumlah tenaga kerja : 6 orang
(3 tukang, 3 pekerja)
Koefisien tenaga kerja :
Untuk 1 kg pekerjaan baja konstruksi
0,01Mandor
0,01Kepala tukang
0,06 Tukang las
0,06 Pekerja
 $T = \frac{k \times V}{n}$
 $T = \frac{0.06 \times 2324,78}{6}$
T = 14 hari

b. Jenis pekerjaan :

Beton pile cap 160 x 80 x 80
Volume: 11.52
Jumlah pekerja : 2 orang (1 tukang, 1 pekerja)
Jumlah tenaga kerja : Untuk 1 m³ beton dengan mutu K-300
0.30 Mandor
0.10 Kepala tukang
1.00 Tukang batu
Pekerja
 $T = \frac{k \times V}{n}$
 $T = \frac{1.55 \times 11.52}{2}$
T = 9 hari

Dari perhitungan diatas diperoleh waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan kolom wf 250x 125 x 6 x 9 adalah 14 hari dengan 6 orang tenaga kerja, dan untuk pekerjaan pondasi beton pile cap dibutuhkan waktu 9 hari dengan 2 orang tenaga kerja.

Perhitungan produktivitas tenaga kerja

Jenis pekerjaan: Kolom wf 250 x 125x 6 x9
Volume : 2.324,78 kg
Jumlah tenaga kerja: 6 orang
(3 tukang, 3 pekerja)
Lama Pelaksanaan (T) : 23 hari
 $P = \frac{V}{T \times n}$
 $P = \frac{2.324,78}{23 \times 6}$
P = 16.846 m²/ hari / orang

Jenis pekerjaan : Beton pile cap 160 x 80 x 80
Volume : 11.52 m³
Jumlah pekerja : 2 orang(1 tukang,1 pekerja)
Lama Pelaksanaan: 9 hari
 $T = \frac{V}{T \times n}$
 $T = \frac{11.52}{9 \times 4}$
T = 0.32 m³/ hari / orang

Dari perhitungan diatas diperoleh produktivitas pekerjaan kolom wf 250x 125 x 6 x 9 adalah 16.486 m²/hari/orang dan untuk pekerjaan pondasi beton pile cap 160/80/80 diperoleh produktivitas 0.32 m³/hari/orang.

Tabel 1 Biaya konstruksi baja dan beton

pekerjaan	Satuan	Volume	Biaya
Kolom wf 250 x 125 x 6 x 9	Kg	2.324,78	Rp. 45.542.44 0,20

Beton pilecap 160 x 80 x 60	m ³	11,52	Rp. 33.637.47 8,20
Kolom 40 x 40	Kg	37,2	Rp. 202.636.4 68,8
Beton pilecap 100 x 100 x 40	m ³	6	Rp. 17.519.52 0,00

Sumber: Data penulis, 2020

Durasi Pekerjaan Konstruksi Baja dan Beton Dari hasil perhitungan diperoleh untuk durasi kolom baja 14 hari dan untuk beton pile cap 160/80/60 9 hari. Durasi untuk kolom beton 35 hari, untuk beton pile cap 100/100/40 5 hari.

Tabel 2 Durasi konstruksi baja dan beton

Item pekerjaan	Satuan	Volume	Tenaga kerja	Durasi (hari)
Kolom wf 250 x 125 x 6 x 9	Kg	2.324,78	6 orang	14 hari
Beton pilecap 160 x 80 x 60	m ³	11,52	2 orang	9 hari
Kolom 40 x 40	Kg	37,2	4orang	35 hari

Sumber: Data penulis, 2020

Perhitungan Pondasi

Direncanakan :
Pondasi tiang pancang persegi
Dimensi tiang pancang (D) = 20 cm x 20 cm
Kedalaman = 12 m
Fc = 30mpa = 300 kg/m²

Perhitungan berdasarkan hasil sondir

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

Keterangan :

Qui = daya dukung pondasi tiang pancang

Qp = daya dukung ujung tiang pancang

Qs = daya dukung lekatan tiang pancang

Menentukan Qp :

$$Q_p = q_c \times A_p$$

F

Keterangan :

4D dibawah ujung tiang

$$= 4 \times 0.2 = 0.8 > 1.2 = 1.2 \text{ m}$$

8D diatas ujung tiang

$$= 8 \times 0.2 = 1.6 > 12 - 2.4 = 10.4 \text{ m}$$

Berarti harga rata – rata konus antara kedalaman 9.6 m sampai 13.2 (data sondir hanya sampai 12.2 m)

Jenis pekerjaan : Beton pile cap 160 x 80 x 80

Volume : 11.52 m³

Jumlah pekerja : 2 orang(1 tukang,1 pekerja)

Lama Pelaksanaan: 9 hari

$$T = \frac{V}{T \times n}$$

$$T = \frac{11.52}{9 \times 4}$$

$$T = 0.32 \text{ m}^3/\text{hari} / \text{orang}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh produktivitas pekerjaan kolom wf 250x 125 x 6 x 9 adalah 16.486 m²/hari/orang dan

untuk pekerjaan pondasi beton pile cap 160/80/80 diperoleh produktivitas 0.32 m³/hari/orang.

Tabel 1 Biaya konstruksi baja dan beton

Item pekerjaan	Satuan	Volume	Biaya
Kolom wf 250 x 125 x 6 x 9	Kg	2,32 4,78	Rp. 45.542. 440,20
Beton pilecap 160 x 80 x 60	m ³	11,5 2	Rp. 33.637. 478,20
Kolom 40 x 40	Kg	37,2	Rp. 202.636 .468,8
Beton pilecap 100 x 100 x40	m ³	6	Rp. 17.519. 520,00

Sumber: Data penulis, 2020

Durasi Pekerjaan Konstruksi Baja dan Beton Dari hasil perhitungan diperoleh untuk durasi kolom baja 14 hari dan untuk beton pile cap 160/80/60 9 hari. Durasi untuk kolom beton 35 hari, untuk beton pile cap 100/100/40 5 hari.

No	Kedalaman M	Nilai Conus Kg/cm ²
1	10.4	45
2	10.6	50
3	10.8	52
4	11.0	55
5	11.2	57
6	11.4	60
7	11.6	65
8	11.8	75
9	12.0	90
10	12.2	115
	Σ	664

Sumber: Data penulis, 2020

$$Q_c = \frac{664}{10} = 66.40 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_p = s \times s = 20 \times 20 = 400 \text{ cm}^2$$

$$Q_p = \frac{q_c \times A_p}{F} = \frac{66.40 \times 400}{5} = 8853 \text{ kg} = 8.853 \text{ ton}$$

Menentukan Qs

$$Q_s = \frac{Jhp \times p}{F}$$

Ket :

Jhp= Jumlah hambatan pelekat

F = Angka keamanan 5

P = Keliling tiang pancang

$$= 588 \text{ kg/cm}^2 \text{ (data sondir)}$$

JHP = yang ditinjau 12.00 m

F = 5

P = Kelilingtiang = 4xs = 0.2 x 0.2

$$= 0.8 \text{ m}$$

Jadi :

$$Q_s = \frac{Jhp \times p}{F} = \frac{588 \times 0.8}{5} = 94.080 \text{ kg} = 0.0941 \text{ ton}$$

Menentukan kekuatan piku ltiang pancang yang diijinkan

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

$$= 8.853 + 0.0941$$

$$= 8.9 \text{ ton}$$

Perhitungan berdasarkan kekuatan bahan

Tegangan tekan beton yang di iijinkan yaitu :

$$o_b = 0.33 \times f_y$$

$$= 0.33 \times 400$$

$$= 132 \text{ kg/cm}^2$$

Menentukan kekuatan pikul tiang yang di iijinkan

$$P_{tiang} = o_b \times A_p$$

$$= 132 \times 400$$

$$= 52800 \text{ kg}$$

$$= 52.8 \text{ ton}$$

Diambil yang terkecil sehingga daya dukung yang menentukan adalah daya dukung berdasarkan data sondir P tiang = 8.9 ton

Perhitungan Jumlah tiang pancang

Pada titik 1

Dari SAP 2000.v.19.00 di dapat

$$P = 15860.45 \text{ kg} = 15.9 \text{ ton} = 15860.45 \text{ N}$$

$$M = 16227.81 \text{ kg/m} = 16.23 \text{ ton/m} = 162278100 \text{ N/mm}$$

$$\text{Berat sendiri tiang pancang} = (0.2 \times 0.2) \times 12 \times 2400 = 1152 \text{ kg} = 1.152 \text{ ton}$$

$$\text{Berat poor} = (1 \times 1 \times 0.4) \times 2400 = 960 \text{ kg} = 0.96 \text{ ton}$$

$$P_{total} = P_{sap} + \text{Berat sendiri tiang pancang} + \text{poor} = 15.9 + 1.152 + 0.96 = 17.97 \text{ ton}$$

Jumlah tiang pancang (n)

$$N = \frac{P_{total}}{P_{tiang}} = \frac{17.97}{8.9} = 2 \text{ buah}$$

Perhitungan efisiensi kelompok tiang pancang

M = jumlah baris 1

N = jumlah tiang perbaris 2

Syarat jarak antar tiang

$$s \geq 2.5D = 2.5 \times 0.2 = 0.5$$

$$s \geq 2D = 2 \times 0.2 = 0.4$$

$$s \leq \frac{1.57 \cdot D \cdot m \cdot n}{m+n-2} = \frac{1.57 \times 0.2 \times 1 \times 2}{1+2-2}$$

$$s \leq 0.628 \text{ m}$$

dipakai s = 628 m

syarat jarak tiang pancang ketepi

$$s \leq 1.25D = 1.25 \times 0.25 = 0.25 \text{ m}$$

$$\text{dipakai } s = 250 \text{ mm}$$

$$\emptyset = \tan^{-1} \times \left(\frac{D}{s} \right)$$

$$= \tan^{-1} \times \left(\frac{0.3}{0.25} \right)$$

$$= 21.8$$

$$\begin{aligned} \text{Eff} &= 1 - \frac{\theta}{90} \left(\frac{(m-1)n + (n-1)m}{0 + \frac{x}{1} + \frac{1}{2}} \right) \\ &= 1 - \frac{21.8}{90} \left(\frac{0 + \frac{x}{1} + \frac{1}{2}}{1 \times 2} \right) \\ &= 0.878889 \end{aligned}$$

Perhitungan beban maksimum yang diterima oleh tiang

$$\begin{aligned} P_{\text{maks}} &= \frac{Py}{n} \pm \frac{Mx \times X_{\text{max}}}{nx \times \sum X^2} \\ &= \frac{15.9}{2} \pm \frac{16.23 \times 0.375}{1 \times 0.141} \\ &= 7.895974 \pm 43.27 \\ &= -35.37819 \text{ ton} \end{aligned}$$

P maks = -35.38 ≤ n P tiang = 8.95 ton Ok

Kontrol terhadap geser pondasin Karena P tidak bertumpu pada pile, maka yang di perhitungkan adalah P kolom

$$\begin{aligned} T &= \frac{P}{4 \times X \times h \times (h + B)} \\ &= \frac{15860.5}{4 \times 40 \times (40 + 100)} \\ &= 0.708 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{ijin}} &= 0.65 \times V_{fc} \\ &= 0.65 \times 17.32 \\ &= 11.258 \text{ kg} \end{aligned}$$

T = 0.708056 < t_{ijin} = 11.258 (tidak perlu tulangan geser)

Perhitungan Tulangan Poor

Dimensi : 100 x 100 x 40
Diameter tulangan utama : 18 mm
Diamater Sengkang : 10 mm
Selimut beton : 40 mm

$$\begin{aligned} dx &= 400 - 40 - (0.5 \times 18) \\ &= 351 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dy &= 400 - 400 - 18 - (0.5 \times 18) \\ &= 333 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tulangan arah X :

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\ &= \frac{162278100}{0.8} \\ &= 202.847.625 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\ &= \frac{202.847.625}{2000 \times 351^2} \\ &= \frac{202.847.625}{246.402.000} \\ &= 0.823 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{fy}{0.85 \times f_c'} \\ &= \frac{400}{0.85 \times 30} \\ &= 15.69 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{15.69} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.823 \times 15.69}{400}} \right) \\ &= 0.00209 \end{aligned}$$

Cek rasio penulangan :

$$\begin{aligned} P_{\text{min}} &= \frac{1.4}{fy} \\ &= \frac{1.4}{400} \\ &= 0.00350 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_b &= \left(\frac{0.85 \times f_c'}{fy} \right) \times \beta_1 \times \left(\frac{600}{600 + fy} \right) \\ &= \left(\frac{0.85 \times 27}{400} \right) \times 0.85 \times \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{max}} &= 0.75 \times p_b \\ &= 0.75 \times 0.0293 \\ &= 0.0219 \end{aligned}$$

$$P_{\text{min}} = 0.00350$$

$$P_{\text{min}} > p_{\text{max}} = 0.00350 > 0.0219$$

Digunakan p = 0.00350 untuk menghitung kebutuhan las penampang tulangan

Menentukan tulangan yang di pakai :

$$\begin{aligned} A_s &= p \times b \times d = 0.0035 \times 1000 \times 351 \\ &= 1228,50 \end{aligned}$$

Berdasarkan table luas penampang tulangan baja per meter Panjang plat, dipakai tulangan :

D 14-125 mm (as=1232 mm²) > As perlu = 1228,50

Cek rasiomomen nominal penampang :

$$\begin{aligned} T &= C \\ A_s \times fy &= 0.85 \times fy \times \beta_1 \times b \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x &= \frac{A_s \times fy}{0.85 \times f_c' \times \beta_1 \times b} \\ &= \frac{1232}{0.85 \times 30} \times \frac{400}{0.81 \times 1000} \\ &= 23.86 \text{ mm} \end{aligned}$$

Mn 10-D22 = A_s xfy (d - $\frac{a}{2}$)

$$\begin{aligned} &= A_s \times fy \left(d - \frac{\beta_1 \times x}{2} \right) \\ &= 1.232 \times 400 \times \left(351 - \frac{0.81 \times 23.86}{2} \right) \\ &= 168.210.999,2 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Mn perlu = 202.287.625 Nmm

Mn 10-D22 = 168.210.999,2 ≥ Mn perlu = 202.847.625

Nmm (Ok)

Tulangan arah Y :

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\ &= \frac{162.278.100}{0.8} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\ &= \frac{202.847.625}{2000 \times 333^2} \\ &= \frac{202.847.625}{221.778.000} \\ &= 0.915 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{fy}{0.85 \times f_c'} \\ &= \frac{400}{0.85 \times 27} \\ &= 17.43 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{17.43} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.915 \times 17.43}{400}} \right) \\ &= 0.00233 \end{aligned}$$

Cek rasio penulangan :

$$\begin{aligned} P_{\text{min}} &= \frac{1.4}{fy} \\ &= \frac{1.4}{400} \\ &= 0.00350 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_b &= \left(\frac{0.85 \times f_c'}{fy} \right) \times \beta_1 \times \left(\frac{600}{600 + fy} \right) \\ &= \left(\frac{0.85 \times 27}{400} \right) \times 0.85 \times \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0.0293 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{max}} &= 0.75 \times p_b \\ &= 0.75 \times 0.0293 \\ &= 0.0219 \end{aligned}$$

$$P_{\text{min}} = 0.00350$$

$$P_{\text{min}} > p_{\text{max}} = 0.00350 > 0.0219$$

Digunakan p = 0.00350 untuk menghitung ebutuhan las penampang tulangan

Menentukan tulangan yang di pakai :

$$A_s = p \times b \times d = 0.00350 \times 1000 \times 333 = 1165.50$$

Berdasarkan table luas penampang tulangan baja per meter panjang plat, dipakaitulangan :

D 14-125 mm (as=1232 mm²) > As perlu = 1165,50

Cek rasiomomen nominal penampang :

$$\begin{aligned} T &= C \\ A_s \times fy &= 0.85 \times fy \times \beta_1 \times b \times x \\ &= \frac{A_s \times fy}{0.85 \times f_c' \times \beta_1 \times b} \times \frac{400}{0.81 \times 1000} \\ &= \frac{1232}{0.85 \times 30} \times \frac{360}{0.81 \times 1000} \\ &= 21.47 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_n 10-D22 = A_s \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = \left(d - \frac{\beta_1 \times x}{2} \right)$$

$$= 1.232 \times 360 \times \left(333 - \frac{0.81 \times 21.47}{2} \right)$$

$$= 143.835.101,4 \text{ Nmm}$$

Mn perlu = 202.8.625Nmm

Mn 10-D22 = 143.835.101,4 ≥ Mn perlu = 202.847.625 Nmm (OK)

Dari perhitungan pondasi diperoleh dimensi tiang 20 x 20 dengan kedalaman 12 m dan dengan beton pile cap 100 x 100 x 40 dengan diameter tulangan D14 – 125.

Perhitungan Volume kolom dan pondasi konstruksi beton

a. Pekerjaan Volume kolom 40/40

Jumlah kolom = 15 bh

Panjang kolom = 0.40 m

Lebar kolom = 0.40 m

Tinggi kolom = 8.33 m

Luas penampang = Panjang x Lebar = 0.40m x 0.4 m = 0.16 m²

Volume kolombeton = 0.16 m² x Tinggi x Jumlah kolom = 0.16 m² x 8.33 m x 15 bh = 19.99 m³

Pekerjaan pembesaran kolom :

D 16 mm = 19 kg

= 19 kg x 12 = 1.58 x 8 = 12.64

Begal Ø 10 – 150 = 7.4 : 120.16 = 0.616 = 7 x 1.6 = 11.2 x 0.616 = 6.89

Total tulangan = 19.53 kg x 15 x 7.512 = 2.201,76 kg

Pekerjaan begisting kolom :
Volume = 0.4 x 8.33 x 4 = 13.32 x 15 kolom = 199.92 m²

b. Pekerjaan Volume beton pile cap 100/100/40

Jumlah kolom = 15 bh

Panjang pile cap = 1

Lebar pile cap = 1

Tinggi pile cap = 4

Luas penampang = Panjang x Lebar x Tinggi = 1 x 1 x 0.4 = 0.4

Volume pile cap = 0.4 x Jumlah kolom = 0.4 x 15 bh = 6 m³

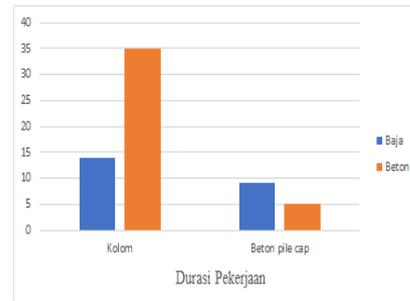
Dari perhitungan di atas diperoleh volume untuk kolombeton 40 x 40 sebesar 37.2 m³, pekerjaan pembesaran 2.201,76 kg, pekerjaan begisting sebesar 199.92 m² dan untuk volume beton pile cap 100/100/40 di peroleh volume 6 m³.

Diagram Biaya



Dari diagram biaya di atas diperoleh untuk pekerjaan kolom beton lebih besar biayanya di dibandingkan dengan kolom baja, dan untuk beton pile cap baja lebih tinggi di dibandingkan dengan beton.

Diagram Durasi



Dari diagram durasi waktu di atas diperoleh untuk pekerjaan kolom beton lebih lama di dibandingkan dengan kolom baja, dan untuk beton pile cap baja dan beton pile cap beton beda sedikit waktu.

PENUTUP

Berdasarkan analisis hasil perhitungan di atas perbandingan untuk pekerjaan kolom dan pondasi konstruksi baja sebesar Rp. 719.089.177,23 dan konstruksi beton sebesar Rp. 843.829.369,82 mendapatkan selisih biaya 124.740.192,59.

Durasi waktu untuk pekerjaan konstruksi baja 87 hari dan untuk konstruksi beton 101 hari selisih durasi waktu 21 hari. Untuk gudang logistic tersebut lebih baik menggunakan konstruksi baja karena dari biaya lebih hemat dan durasi lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alma'mun Iga. 2016. "Studi Analisa Biaya penggunaan Struktur Baja dan Struktur Beton bertulang Gedung RSJ V.L Ratumbuysang".
- Futariani Yovi. 2016. "Kajian struktur baja sebagai alternatif review design struktur beton bertulang".
- Hartono Tri. 1987. "Perbandingan Analisa biaya antara jembatan konstruksi beton bertulang dan konstruksi baja".
- Husodo Erdityo. 2009. "Studi banding Biaya pelaksanaan Jembatan Teknik Sastra dari Struktur baja dan Struktur Beton".
- Ibrahim, H. Bachtir. 1993. "Rencana Dan Estimate Real Of Cost". Cetakan ke -2. Jakarta : Bumi Aksara
- Niron John. W., 1992, "Rencana Anggaran Biaya Bangunan", Asona, Jakarta
- Masitoh Agusta Ambarwati. 2017. "Analisis perbandingan metode pelaksanaan biaya pada jembatan baja komposit dan jembatan beton bertulang konvensional di desa Pengkol kab Boyolali".

