

ANALISA BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PEKERJAAN ANTARA RANGKA STRUKTUR BETON DAN RANGKA STRUKTUR BAJA PADA GEDUNG LANTAI 3

Andheto Siregar¹, Sahrul Harahap², Afniria Pakpahan³
email: andheto.s@gmail.com

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan

Abstrak

Dalam perkembangan dunia konstruksi sekarang ini, sangat banyak usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas kerja. Salah satunya usaha yang dilakukan adalah mengganti cara-cara konvensional menjadi cara yang lebih modern. Hal ini memunculkan inovasi dari sistem struktur beton diganti menggunakan sistem struktur baja sebagai alternatif lain dari sistem konvensional. Metode penelitian yang dilakukan adalah studi literatur yaitu menghimpun data atau sumber-sumber yang berhubungan dengan topik yang diangkat dari suatu penelitian. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan antara struktur rangka beton dan struktur rangka baja. Berdasarkan Hasil analisa, Biaya untuk rangka struktur beton pada gedung lantai 3 adalah sebesar Rp. 1.355.572.919,07 dan untuk struktur rangka baja pada bangunan yang sama sebesar Rp. 1.924.251.134,72. Dari Hasil analisa tersebut, terdapat sedikit perbedaan biaya dalam pengerjaan rangka struktur beton lebih murah sebesar Rp. 568.678.218,65. Adapun waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan menggunakan struktur rangka beton adalah 435 hari, sedangkan waktu yang dibutuhkan pada pekerjaan struktur rangka baja adalah 397 hari dengan ukuran bangunan yang sama dan tingkat kesulitan yang sama. Sehingga struktur rangka baja lebih efisien waktunya 38 hari dibandingkan struktur rangka beton.

Kata kunci: Perbandingan, Biaya, Waktu, Struktur rangka, Baja, Beton.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi konstruksi saat ini mengalami kemajuan pesat, yang ditandai dengan hadirnya berbagai jenis material dan peralatan yang modern. Dalam perkembangan dunia konstruksi sekarang ini, sangat banyak usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas kerja, baik secara struktur maupun manajemen konstruksi. Setidaknya upaya yang dilakukan merupakan usaha untuk memperbaiki dan mencapai hasil kerja yang lebih baik. Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi, semakin besar proyek yang dikerjakan maka semakin besar pula kendala yang akan dihadapi oleh perusahaan jasa konstruksi. Para pengusaha konstruksi selalu berusaha merealisasikan proyeknya tanpa mengesampingkan tercapainya efisiensi biaya dan

waktu namun tetap memenuhi mutu. Pemilihan suatu metode sangat penting dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi karena dengan metode pelaksanaan yang tepat dapat memberikan hasil yang maksimal terutama jika ditinjau dari segi biaya maupun dari segi waktu. Dengan adanya kemajuan teknologi yang semakin pesat dalam dunia konstruksi, memungkinkan pengelola proyek untuk memilih salah satu metode pelaksanaan konstruksi tertentu, dari beberapa alternatif metode pelaksanaan konstruksi yang ada. Salah satu usaha yang dilakukan oleh pengelola proyek adalah mengganti cara-cara konvensional menjadi lebih modern. Hal ini memunculkan inovasi sistem struktur beton diganti menggunakan baja sebagai alternatif lain dari sistem konvensional.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Dalam konstruksi, beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air. Biasanya dipercayai bahwa beton mengering setelah pencampuran dan peletakan. Sebenarnya, beton tidak menjadi padat karena air menguap, tetapi semen berhidrasi, mengesem komponen lainnya bersama dan akhirnya membentuk material seperti batu. Beton digunakan untuk membuat perkerasan jalan, struktur bangunan, pondasi, jembatan penyeberangan, struktur parkir, dasar untuk pagar/gerbang.

Baja

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,2% hingga 2,1% berat sesuai grade-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah mangan (manganese), krom (chromium), vanadium, dan nikel. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Kandungan karbon yang besar dalam baja mengakibatkan meningkatnya kekerasan tetapi baja tersebut akan rapuh dan tidak mudah dibentuk..

Perbandingan Baja Dan Beton

Berikut ini secara detail perbandingan konstruksi baja dan beton:

1. Segi Keamanan

Beton : Material beton adalah sebuah material yang aman apabila dikaitkan dengan bahaya api, angin dan benturan. Hal tersebut tentunya berkaitan dengan karakternya yang kaku dan berat. Dengan design yang baik, maka beton juga digunakan untuk memenuhi kriteria yang diharapkan dalam keperluan untuk ketahanan gempa bumi.

Baja : Kelebihan baja adalah berkaitan dengan beban saat terjadi gempa bumi, angin dan beban-beban yang dinamis lainnya. Hal ini diperoleh dari sifat yang

dimiliki oleh materialnya yang sangat daktail, dimana baja tersebut mampu berdeformasi dengan besar tanpa khawatir langsung runtuh sehingga langsung menyerap energy yang dinamis dengan sangat baik .

2. Segi kekuatan

Beton : memiliki kekuatan maksimalnya sekitar 100 MPa

Baja : Apabila dibandingkan dengan beton, baja terbilang lebih unggul. Hal ini bisa kita ambil contoh untuk baja yang berjenis BJ37 dengan f_y sekitar 240 MPa dan f_u sekitar 370 MPa. Jika kita melihat dari data tersebut maka bisa dikatakan apabila baja ini 3 kali lebih kuat jika dibandingkan dengan beton.

3. Segi harga

Beton : Harga dari material beton umumnya relatif mahal. Hal ini karena pengerjaannya yang cukup lama sehingga membuat harga pekerja menjadi membengkak

Baja : Baja mempunyai kemudahan dalam penggunaannya. Hal tersebut dapat diartikan jika waktu yang diperlukan untuk bisa membangun bangunan dengan baja akan lebih cepat. Dengan begitu, maka kita bisa lebih menghemat banyak biaya daripada beton.

4. Segi waktu pelaksanaan

Beton : Khusus untuk bahan material beton cast in place, jadi waktu yang digunakan dalam melaksanakan konstruksi relatif lebih panjang atau lama. Namun saat ini masih bisa ditangani dengan adanya beton precast.

Baja : Apabila dilihat dari waktu pengerjaannya, struktur yang dimiliki baja merupakan pilihan untuk masa depan. Dengan sistem fabric on site nya waktu dan mutu yang dimiliki oleh baja ini terbilang dapat dikurangi, sehingga biaya konstruksi dapat dikurangi.

Rangka

Rangka bangunan adalah bagian dari bangunan yang merupakan struktur utama pendukung berat bangunan dan beban luar yang bekerja padanya. Untuk bangunan sederhana, rangka bangunan dapat dibuat dari tiang-tiang (kolom) yang saling dihubungkan oleh batang-batang datar (balok). Pada bangunan yang

permanen, rangka bangunan dibuat dari konstruksi beton dengan dinding dari pasangan batu bata atau batako. Untuk bangunan bertingkat sederhana/rendah, umumnya berupa struktur rangka portal (frame structure) yaitu kerangka yang terdiri dari kolom dan balok.

Balok

Balok adalah bagian dari struktur yang berfungsi sebagai penyalur momen menuju struktur kolom. Balok dikenal sebagai elemen lentur, yaitu elemen struktur yang dominan memikul gaya dalam berupa momen lentur dan gaya geser. Menurut Prof Widodo dalam buku "Analisis Tegangan Regangan" balok beton memiliki sifat rangka yang dibebani secara tetap dalam jangka waktu yang lama.

Kolom

Berdasarkan SNI 2847 2013, kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil. Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Menurut SNI 2847-2013, ada empat ketentuan terkait perhitungan kolom:

1. Kolom harus direncanakan untuk memikul beban aksial terfaktor yang bekerja pada semua lantai atau atap dan momen maksimum yang berasal dari beban terfaktor pada satu bentang terdekat dari lantai yang ditinjau. Kombinasi pembebanan yang menghasilkan rasio maksimum dari momen terhadap beban aksial juga harus diperhitungkan.
2. Pada konstruksi rangka atau struktur menerus pengaruh dari adanya beban tidak seimbang pada lantai atau atap terhadap kolom luar atau dalam harus diperhitungkan. Demikian pula pengaruh beban eksentris.
3. Dalam menghitung momen akibat beban gravitasi yang bekerja pada kolom, ujung-ujung terjauh kolom dapat dianggap jepit, selama ujung-ujung tersebut menyatu (monolite) dengan komponen struktur lainnya.
4. Momen-momen yang bekerja pada setiap level lantai harus didistribusikan pada kolom diatas dan dibawah lantai tersebut

berdasarkan kekakuan relatif kolom dengan juga memperhatikan kondisi pada ujung kolom

Biaya

Perhitungan rencana anggaran biaya pada proyek yang menggunakan baja sebagai material rangka secara umum tidak ada perbedaan, yaitu harus melalui rencana anggaran biaya. Begitu juga biaya pelaksanaan pekerjaannya. Perhitungan anggaran biaya juga melalui beberapa tahapan perhitungan atau estimasi, pada tahapan perencanaan terdapat Owner Estimate, yaitu estimasi biaya yang disusun oleh pemilik proyek dan Engineer Estimate, yaitu estimasi biaya yang disusun oleh perencanaan.

Tenaga Kerja

Tenaga kerja adalah sumber daya manusia yang memiliki kemampuan dan keahlian yang berbeda-beda sesuai dengan bidang keahliannya. Adapun kemampuan tenaga kerja meliputi jenis dan macam-macam tenaga kerja dan jumlah tenaga kerja dan jumlah tenaga kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

Penyediaan tenaga kerja pada umumnya meliputi tenaga kerja biasa, tenaga kerja terampil dan tenaga kerja ahli. Untuk setiap pekerjaan memerlukan tenaga kerja tertentu baik mengenai jumlah maupun keahlian dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut. Secara teoritis keperluan rata-rata jumlah tenaga kerja dapat dihitung dari total ruang lingkup kerja proyek yang dinyatakan dalam jam, orang atau bulan dibagi dengan kurun waktu perencanaan.

3. HASIL PENELITIAN

Bagian ini mengkaji rancangan penelitian, objek penelitian mengenai berapa besar anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pemasangan rangka beton dan pemasangan rangka baja.

Studi Literatur

Studi literatur adalah metode yang digunakan untuk menghimpun data atau sumber-sumber yang berhubungan dengan topik pembahasan yang diangkat dalam suatu penelitian. Studi literatur bisa didapat dari berbagai sumber, seperti: buku, jurnal, pustaka dan alamat web.

Pengumpulan data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data sekunder
 Data diambil dengan metode dokumentasi, yaitu pengamatan kondisi fisik dan aktivitas di lapangan juga untuk memperoleh data analisa harga satuan yang meliputi volume pekerjaan, harga bahan, upah kerja, dan harga satuan pekerjaan.
2. Data primer
 Data dikumpulkan dengan metode observasi, yaitu data tentang besarnya biaya pelaksanaan pekerjaan struktur rangka baja di proyek, yang meliputi volume pekerjaan, harga bahan, upah kerja dan harga satuan pekerjaan diproyek.

Perhitungan Volume

Perhitungan masing-masing volume pekerjaan disesuaikan dengan gambar kerja yang telah ditentukan agar didapatkan hasil yang mendekati kenyataan. Untuk gedung bertingkat perhitungan volume dihitung secara terpisah sesuai dengan dimensi dan spesifikasi yang telah ditentukan. Cara menghitung volume beton kolom dan cara perhitungan menggunakan data lantai 1 adalah sebagai berikut:

Kolom K1 40x40

$$\begin{aligned} \text{Volume beton} &= p \times l \times t \times \text{Jumlah kolom} \\ &= (0,40 \text{ m} \times 0,40 \text{ m} \times 4 \text{ m}) \times 22 \\ &= 0,64 \text{ m}^3 \times 22 \\ &= 14,08 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kolom K2 30x40

$$\begin{aligned} \text{Volume beton} &= p \times l \times t \times \text{Jumlah kolom} \\ &= (0,30 \text{ m} \times 0,40 \text{ m} \times 4 \text{ m}) \times 11 \\ &= 5,28 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kolom K3 30x30

$$\begin{aligned} \text{Volume Beton} &= p \times l \times t \times \text{Jumlah Kolom} \\ &= (0,30 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} \times 4 \text{ m}) \times 5 \\ &= 1,8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume Pekerjaan Besi Kolom

Menghitung berat besi untuk dimensi kolom satuan yang digunakan untuk volume besi kolom adalah kilogram (kg). Perhitungan besi kolom terdiri dari dua bagian, yakni perhitungan beras besi untuk tulangan pokok dan berat besi untuk besi sengkang.

Lt 1, kolom K1

$$\begin{aligned} \text{Volume Besi (m}^3\text{)} &= \text{Luas lingkaran penampang besi} \\ &\times \text{panjang besi} \times \text{jumlah tulangan} \\ &\text{pokok} \\ &= (1/4 \times \pi \times D^2) \times 4 \times 12 \\ &= (0,25 \times 3,14 \times 0,016 \times 0,016) \\ &\times 12 \\ &= 0,00965 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi, volume untuk seluruh kolom K1 adalah} \\ &= 0,00964608 \text{ m}^3 \times 22 \\ &= 0,21221376 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis besi (kg/m}^3\text{)} &= 7.850 \text{ kg/m}^3 \text{ (ketetapan} \\ &\text{berdasarkan hasil percobaan penimbangan SNI besi).} \\ \text{Jadi, berat besi tulangan pokok (kg)} \\ &= 0,21221376 \text{ m}^3 \times 7.850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1.665,878 \text{ kg} \end{aligned}$$

Selain berat besi tulangan utama, juga harus dihitung berat besi sengkang. Besi yang digunakan untuk sengkang Ø10 mm dengan jarak antara sengkang 0,1 cm. Jadi jumlah sengkang untuk kolom setinggi 4 m adalah:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sengkang untuk 1 kolom (Tinggi kolom/} \\ \text{Jarak sengkang +1)} \\ &= 4 / 0,1 \text{ m} + 1 \\ &= 41 \text{ buah} \end{aligned}$$

Panjang sengkang adalah keliling kolom dikurangi tebal selimut beton. Tebal selimut beton untuk dimensi kolom di penelitian ini adalah 0,03m.

K1

$$\begin{aligned} \text{Panjang sengkang} &= (\text{Keliling kolom-Selimut beton}) \\ &+ (6 \times \text{Diameter besi sengkang}) \\ &= ((0,4 - 0,03) \times 4) + (6 \times 0,01) \\ &= 1,48 + 0,06 \\ &= 1,54 \text{ meter (1 sengkang)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi, total panjang sengkang} \\ &= 1,54 \text{ m} \times 902 \text{ buah} \\ &= 1.389,08 \text{ meter} \end{aligned}$$

menghitung berat besi sengkang kita gunakan rumus beras besi tulangan pokok, yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume besi K1} &= \text{Luas lingkaran penampang besi} \\ &\text{sengkang} \times \text{panjang besi} \\ &\text{sengkang} \\ &= (1/4 \times \pi \times D^2) \times \text{panjang besi} \\ &\text{sengkang} \\ &= (0,25 \times 3,14 \times 0,01 \times 0,01) \times \\ &1.389,08 \text{ m} \\ &= 0,10904 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi, berat besi sengkang kolom (kg) = $0,10904 \text{ m}^3 \times 7.850 \text{ kg/m}^3 = 855,986 \text{ kg}$

Total berat besi untuk satu kolom (kg) = berat besi tulangan pokok + berat besi sengkang kolom
 $= 1.665,878 \text{ kg} + 855,985 \text{ kg}$
 $= 2.521,864 \text{ kg}$ untuk kolom K1

Pekerjaan Bekisting Kolom

Untuk menghitung volume bekisting untuk dimensi kolom satuan yang digunakan untuk volume bekisting kolom adalah meter persegi (m^2). Menghitung luas bekisting kolom adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Luasan bekisting K1} &= (\text{Panjang} \times \text{Tinggi kolom} \times 2) \\ &+ (\text{Lebar} \times \text{Tinggi Kolom} \times 2) \\ &= (0,40 \text{ m} \times 4 \times 2) + (0,40 \times 4 \times 2) \\ &= 3,2 \text{ m}^2 + 3,2 \text{ m}^2 \\ &= 6,4 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Jadi volume bekisting kolom untuk tiang kolom ukuran 40/40 adalah $140,8 \text{ m}^2$

Pekerjaan Balok Sloof

Untuk menghitung biaya yang dibutuhkan untuk mengerjakan beton sloof per kubik, terlebih dahulu dihitung volume beton. Untuk menghitung volume beton sloof adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume beton} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Total panjang sloof} \\ &= 0,25 \times 0,40 \times 169 \\ &= 16,9 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Pekerjaan volume besi sloof

Untuk menghitung besi untuk dimensi sloof pada Skripsi ini. Satuan yang digunakan untuk menghitung berat besi sloof adalah kilogram (kg). Rumus untuk menghitung volume besi adalah:

$$\begin{aligned} \text{Berat besi (kg)} &= \text{Volume besi (m}^3) \times \\ &\text{berat jenis besi (kg/m}^3) \end{aligned}$$

Untuk menghitung berat besi tulangan pokok sloof adalah:

$$\begin{aligned} \text{Volume besi (m}^3) &= \text{Luas lingkaran penampang besi} \times \\ &\text{panjang besi} \times \text{jumlah tulangan pokok sloof} \\ &= (1/4 \times \pi \times D^2) \times \text{panjang besi} \times 8 \\ &= (0,25 \times 3,14 \times 0,014 \times 0,014) \times 169 \times 8 \end{aligned}$$

$$= 0,208019 \text{ m}^3$$

Berat jenis besi (kg/m^3) = 7.850 kg/m^3 (ketetapan berdasarkan hasil penimbangan besi. Jadi, berat besi tulangan pokok sloof (kg) = $0,208019 \text{ m}^3 \times 7.850 \text{ kg/m}^3 = 1.632,95 \text{ kg}$

Selain tulangan utama, berat besi harus dihitung adalah sengkang sloof. Besi yang digunakan untuk sengkang berdiameter 10 mm dengan jarak 0,1 meter. Jadi jumlah sengkang untuk sloof sepanjang 169 meter adalah :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sengkang (1 sloof)} &= \text{Panjang sloof} / \text{Jarak sengkang} + 1 \\ &= 169 / 0,1 \text{ m} + 1 \\ &= 1.691 \text{ buah} \end{aligned}$$

Panjang sengkang adalah keliling sloof dimensi diatas dikurangi selimut beton. Tebal selimut beton untuk dimensi sloof adalah 0,03 m.

$$\begin{aligned} \text{Panjang sengkang} &= (\text{Keliling sloof} - \text{selimut beton}) \\ &+ (6 \times \text{Diameter besi sengkang}) \\ &= ((0,25 - 0,03) \times 2) + ((0,4 - 0,03) \times 2) + (6 \times 0,01) \\ &= 0,44 + 0,74 + 0,06 = 1,24 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi, total panjang sengkang} &= 1,24 \text{ m} \times 1.691 \text{ buah} \\ &= 2.096,84 \text{ meter} \end{aligned}$$

Untuk menghitung berat sengkang digunakan rumus yang sama untuk berat besi tulangan pokok yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Volume besi (m}^3) &= \text{Luas lingkaran penampang besi} \times \\ &\text{sengkang} \times \text{panjang besi sengkang} \\ &= (1/4 \times \pi \times D^2) \times 2.096,84 \\ &= (0,25 \times 3,14 \times 0,01 \times 0,01) \times 2.096,84 = 0,16460194 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Berat besi tulangan pokok (kg/m^3) = 7.850 kg/m^3 (ketetapan berdasarkan hasil penimbangan besi. Jadi berat besi tulangan pokok (kg) = $0,16460194 \text{ m}^3 \times 7.850 \text{ kg/m}^3 = 1.292,125 \text{ Kg}$

Jadi, total berat besi untuk satu sloof yang terdiri dari besi tulangan pokok dan besi sengkang sloof adalah:

$$\begin{aligned} \text{Total berat besi sloof (kg)} &= \text{Berat besi tulangan pokok} + \text{Berat besi sengkang sloof} \\ &= 1.632,95 + 1.292,125 \\ &= 2.925,075 \text{ kg} \end{aligned}$$

Bekisting sloof

Untuk menghitung volume bekisting untuk sloof. Satuan yang digunakan adalah meter persegi (m²). Karena sloof berada diatas pondasi, maka volume bekisting sloof hanya dihitung sisi tegaknya. Sisi bawah tidak dihitung. Untuk menghitung luas bekisting sloof adalah:

Luas bekisting = (Sisi tegak sloof x 2 x panjang sloof)

$$= (0,4 x 2 x 169 m) = 135,2 m^2$$

Tabel 1. Volume Bekisting Kolom Dan Balok beton

Jenis	Volume (m ²)
Sloof	135,2
Balok Lt 1	261,8
Balok Lt 2	254,45
Ring Balok	131,75
Kolom Lt1	226,4
Kolom Lt 2	215,08
Kolom Lt3	190
Total	1.414,68

Tabel 2. Volume Beton Dan Volume Berat Besi

Jenis Pekerjaan	Volume Beton m ³	Volume Berat Besi Tulangan Pokok	Volume Berat Besi Sengkan g	Total Volume Berat Besi
Sloof	16,9	1.632,95	1.292,125	2.925,075
Kolom K1 Lt 1	14,08	1.665,878	855,986	2.521,864
Kolom K2 Lt 1	5,28	694,116	372,409	1.066,525
Kolom K3 Lt 1	1,8	252,406	144,012	396,418
Balok 20/40 Lt 2	14,6	1.234,37	1.116,38	2.350,75
Balok 30/50 Lt 2	5,25	422,73	333,094	755,824
Balok 30/60 Lt 2	7,56	608,732	451,409	1.060,141
Kolom K1 Lt 2	13,376	1.582,58	814,23	2.396,81
Kolom K2 Lt 2	5,016	659,41	354,243	1.013,653
Kolom K3 Lt 2	1,71	239,785	136,987	376,772
Balok 25/40 Lt 3	14,6	1.234,37	1.116,38	2.350,75

Balok 25/45 Lt 3	3,94	422,73	289,835	712,565
Balok 25/60 Lt 3	6,3	507,276	425,466	932,742
Kolom K2 Lt 3	10,03	1.318,82	708,486	2.027,306
Kolom K3 Lt 3	5,47	767,314	438,358	1.205,672
Ring balok 25/30	3,07	254,673	263,399	518,072
Ring balok 25/35	8,92	633,578	717,249	1.350,827

Tabel 3. Hasil Volume Tiap Lantai

Jenis	Jumlah/ Panjang	Volume beton (m ³)	Berat besi total (kg/m ³)
Sloof	169	16,9	2.925,075
Kolom Lantai 1	38	21,16	3.984,807
Kolom Lantai 2	38	20,10	3.787,235
Kolom Lantai 3	38	15,50	3.232,978
Balok Lantai 2	223	27,41	4.166,715
Balok Lantai 3	223	24,84	3.996,06
Ring Balok	143	12	1.868,85
Jumlah		137,916	23.961,72

Setelah volume untuk beton selesai kita peroleh selanjutnya menghitung volume untuk struktur baja. Maka kita hitung volumenya sesuai gambar rencana. Biasanya volume baja dalam satuan kg, maka dihitung terlebih panjang materialnya berapa kemudian lihat Tabel 4 berapa beratnya / m (kg/m). Dari Tabel 4 kita akan mendapatkan volume material baja dalam kg dibawah:

Tabel 4 Tabel Berat Besi Baja WF (Wide Flange)

No	Ukuran (mm)	Panjang (m)	Berat (kg)	Berat/m (kg)
1	WF 100 x 50 x 5 x 7	12	112	9,333
2	WF 125 x 60 x 6 x 8	12	158	13,200
3	WF 148 x 100 x 6 x 9	12	253	21,100
4	WF 150 x 75 x 5 x 7	12	168	14,000
5	WF 175 x 90	12	217	18,100

	x 5 x 8			
6	WF 198 x 99 x 4,5 x 7	12	218	18,200
7	WF 200 x 100 x 3,2 x 4,5	12	143	11,917
8	WF 200 x 100 x 5,5 x 8	12	256	21,333
9	WF 248 x 124 x 5 x 8	12	308	25,700
10	WF 250 x 125 x 6 x 9	12	355	29,600

Cara membaca tabel berat besi baja WF diatas adalah:

Contoh : WF 200 x 100 x5,5 x 8 mm -12 m' 256kg 21,333, artinya dimensi besi H beam tersebut adalah :

- Panjang 12 m
- Tinggi 20 cm
- Lebar 10 cm
- Tebal Badan 5,5 mm
- Tebal sayap 8 mm
- Mempunyai berat total 256 kg

Sedangkan berat per meter : $256 / 12 = 21,333 \text{ kg/m}$

Baja yang digunakan untuk kolom dan balok dalam Skripsi ini adalah baja WF 200 x 100 x5,5 x 8 mm diketahui pemasangan baja WF untuk tiang kolom sebanyak 38 tiang dengan tinggi bangunan 11,8 m, dengan panjang bangunan 31m dan lebar bangunan 9m jika dilihat dari gambar rencana.Maka, untuk mengetahui banyak material yang digunakan adalah sebagai berikut :

Kolom = Tinggi bangunan x berat baja per meter
 $= 11,8\text{m} \times 21,333\text{kg/m}$
 $= 251,73 \text{ kg}$

Jadi, kebutuhan baja WF pada semua tiang kolom yaitu:

= Jumlah kolom x berat baja untuk 1 kolom baja
 $= 38 \times 251,73 \text{ kg}$
 $= 9.565,7 \text{ kg}$

Maka, kebutuhan untuk tiang kolom baja adalah
 $= 9.565,7 \text{ kg}$

Balok Panjang : 31 m x 4
 : 124 m
 Lebar : 9 m x 11
 : 99 m

Maka, kebutuhan panjang balok WF :
 $= \text{Panjang} \times \text{berat baja per meter}$
 $= 124 \text{ m} \times 21,333 \text{ kg}$
 $= 2.645,3 \text{ kg}$

Maka, kebutuhan lebar balok baja WF :
 $= 99 \text{ m} \times 21,333 \text{ kg}$
 $= 2.111,9 \text{ kg}$

Jadi, kebutuhan baja WF keseluruhan untuk balok lantai 2 :

= Panjang + Lebar
 $= 2.645,3 + 2.111,9 \text{ kg}$
 $= 4.757,3 \text{ kg}$

Maka, kebutuhan balok untuk lantai 3 sama dengan lantai 2 dikarenakan ukuran panjang dan lebar baloknya sama. Jadi hasil lantai 2 dikalikan 2 :

$= 4.757,3 \text{ kg} \times 2 = 9.515 \text{ kg}$

Ring balok

Panjang ring balok = 31 m x 3
 $= 93 \text{ m}$

Lebar ring balok = 9 m x 5
 $= 45 \text{ m}$

Maka, kebutuhan panjang ring balok baja adalah:

= Panjang ring balok x berat baja per meter
 $= 97 \text{ m} \times 21,333 \text{ kg}$
 $= 2.069,3 \text{ kg}$

Sedangkan kebutuhan lebar ring balok baja adalah

= Lebar ring balok x berat baja perbatang
 $= 45 \text{ m} \times 21,333\text{kg}$
 $= 960 \text{ kg}$

Maka, kebutuhan keseluruhan ring balok baja adalah sebagai berikut

= Panjang ring balok + lebar ring balok
 $= 2.069,3 \text{ kg} + 960 \text{ kg}$
 $= 3.029,3 \text{ kg}$

Jadi, seluruh berat total baja adalah :

$= 9.565,7 + 9.515 + 3.029,3$
 $= 22.110 \text{ kg}$

Perhitungan Biaya Pelaksanaan

Sebelum kita menghitung biaya pelaksanaan yang dibutuhkan untuk struktur rangka beton dan rangka baja ada beberapa tahapan yang harus kita penuhi. Adapun tahapan yang dimaksud yaitu:

- a. Harga upah
- b. Biaya pelaksanaan
- c. Harga bahan

Tabel 5. Daftar Harga Upah (Anonim, 2019)

No	Jenis Barang	Harga
1	Pekerja	102.000,00
2	Tukang Besi	140.200,00
3	Tukang Kayu	140.200,00
4	Tukang Las	140.200,00
5	Kepala Tukang	175.000,00
6	Mandor	150.000,00

Harga bahan

Adapun harga satuan bahan dihitung berdasarkan Harga Satuan Pokok Kegiatan

(HSPK) Padangsidimpuan pada saat bangunan berjalan atau tahun anggaran 2019. Adapun harga satuan yang diperoleh dapat kita lihat pada Tabel 6 dibawah ini:

Tabel 6 Daftar Harga Bahan (Anomim, 2019)

No Jenis Barang	Satuan	Harga Satuan
(Rp)		
1. Semen Portland	kg	1.843,00
2. Pasir Beton	kg	214,05
3. Kerikil	kg	185,12
4. Air	L	99,00
5. Besi Beton	kg	21.800
6. Kawat Beton	kg	23.769
7. Kayu	m ³	3.000.000,00
8. Paku 5-10	kg	25.000,00
9. Minyak Bekisting	L	
10. Balok Kayu	m ³	3.000.000,00
11. Plywood 9mm	Lbr	233.042,00
12. Kayu ø8-10/4m	Btg	19.404,00
13. Solar	L	6.597,00
14. Minyak Pelumas	L	46.569,00
15. Kawat Las Listrik	kg	
16. Baja Profil IWF	kg	22.050,00

Menghitung biaya pelaksanaan

Berdasarkan volume yang diperoleh di atas, sebelum kita menghitung biaya pelaksanaan yang dibutuhkan maka langkah berikutnya adalah menghitung biaya pelaksanaan baik biaya pelaksanaan rangka beton maupun rangka baja. Adapun analisa pekerjaan yang digunakan dihitung berdasarkan Analisa Harga Satuan Pokok (Anonim, 2016). Adapun perhitungan biaya pelaksanaan Beton dan baja yaitu:

a. Beton

Berdasarkan analisa biaya pelaksanaan beton dalam satu kg dapat kita hitung berdasarkan data. Adapun data yang digunakan adalah Analisa Harga Satuan Pokok (Anonim,2016) sebagai berikut.

Tabel 7 Membuat 1 m³ Dinding Beton Mutu f' = 19,3 MPa (K225)

No	Uraian	Kode	Satuan
Koefisien			
A TENAGA			
	Pekerja	L.01	OH 10
	Tukang Batu	L.02	OH 0,275
	Kepala Tukang	L.03	OH 0,028
	Mandor	L.04	OH 0,083
B BAHAN			
	Semen Portland		kg 371.000
	Pasir Beton		kg 698
	Kerikil		kg 1.047
	Air		L 215
D Jumlah (A+B+C)			
F Harga Satuan Pekerjaan			

Setelah diperoleh data koefisien didapat, maka tahap selanjutnya adalah mengalikan koefisien dengan harga satuan yang sudah ada pada sub bab sebelumnya. Adapun contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{koefisien} \times \text{harga satuan} \\ &= 1,65 \times 102.000,00 \\ &= 168.300 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil dari koefisien dan harga satuan diatas, maka dapat kita lihat perhitungan membuat beton 1 m³ sesuai dengan Analisa Harga Satuan Pokok. Berdasarkan perhitungan jumlah keseluruhan total pekerjaan rangka struktur beton dapat kita lihat pada Tabel 8 dibawah ini:

Tabel 8 Jumlah Total Pekerjaan Rangka Struktur Beton

No	Jenis Pekerjaan	Analisa	Sat	Vol	Harga Satuan	Total Harga
A Pekerjaan Beton						
1	Pek.1 m ³ beton (k 225)	A.4.1.1.7	m ³	124,46	1.272.465,20	175.493.310,52
2	Pek. Pembesian 10 kg	A.4.1.1.1.7	kg	18.949,724	25.124,44	602.024.796,44
3	Pek. Bekisting Sloof	A.4.1.1.21	m ²	135,2	241.479,70	32.648.055,44
4	Pek. Bekisting Kolom	A.4.1.1.22	m ²	631,48	421.714,10	266.304.019,87
5	Pek. Bekisting balok	A.4.1.1.23	m ²	648	430.714,10	279.102.736,80
SubTotal						1.355.572.919,07

b. Baja

Berdasarkan analisa biaya pelaksanaan rangka struktur baja dapat kita hitung

berdasarkan data. Adapun data yang digunakan adalah Analisa Satuan Pokok sebagai berikut:
 Tabel 9. Pemasangan 1 kg Rangka Kuda-kuda Baja

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien
A TENAGA				
	Pekerja	L.01	OH	0,060
	Tukang Batu	L.02	OH	0,060
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,006
	Mandor	L.04	OH	0,003
B BAHAN				
	Besi WF		kg	1,150
PERALATAN				
D	Jumlah (A+B+C)			
F	Harga Satuan Pekerjaan			

Setelah diperoleh data koefisien didapat maka tahap selanjutnya adalah mengalikan koefisien dengan harga satuan yang sudah ada pada sub bab sebelumnya. Adapun contoh perhitungannya dalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah} &= \text{koefisien} \times \text{harga satuan} \\ &= 0,060 \times 102.000 \\ &= 6.120,00 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil dari koefisien dan harga satuan diatas, maka dapat kita lihat perhitungan pemasangan 1 kg besi profil sesuai dengan Analisa Harga Satuan Pokok. Berdasarkan perhitungan jumlah keseluruhan total pengerjaan rangka struktur baja dapat kita lihat pada Tabel 4.18 di bawah ini:

Tabel 10. Jumlah Total Pekerjaan Rangka Struktur Baja

No	Jenis Pekerjaan	Analisa	Sat	Vol	Harga Satuan	Total Harga
A Pekerjaan Baja						
1	Pemasangan 1kg Iwf	A.4.2.1.2	kg	22.110	41.389,50	915.102.027,71
2	Pek. 100 kg perakitan	A.4.2.1.3	kg	22.110	1.469.15	32.482.113,75
3	Pek. 10 cm pengelasan	A.4.1.1.21	kg	22.110	44.174,05	976.666.993,26
SubTotal						1.924.251.134,72

Menghitung Waktu Pekerjaan Struktur Rangka Beton Dan Baja

Berdasarkan total volume lantai (1), (2) dan (3) yaitu dengan total volume Beton 137.916 m³, volume pembesian 23.961,72 kg, volume bekisting 1.414.68 m². Adapun untuk

mendapatkan waktu yang dibutuhkan dalam pengerjaan struktur rangka beton, maka tahap selanjutnya mencari nilai tim untuk pekerjaan struktur rangka beton rata-rata produktifitas perharinya, berdasarkan harga koefisien yang dipakai adalah :

a. Struktur Rangka Beton

Adapun koefisien yang dipakai dalam menghitung produktifitas pekerjaan rangka struktur beton dengan 10 pekerja, 5 tukang, 1 kepala tukang, 1 mandor adalah sebagai berikut:

Pekerja	: 1,650 OH
Tukang Batu	: 0,275 OH
Kepala Tukang	: 0,028 OH
Mandor	: 0,083 OH

Contoh perhitungan produktivitas adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P &= \frac{V}{Txn} \\ P &= \frac{1m^3}{0,275 OH} \\ P &= 3,63 m^3 / OH \end{aligned}$$

Setelah kita mendapatkan produktifitas pekerjaan beton perhari maka langkah selanjutnya adalah menghitung berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam pengerjaan beton dengan volume keseluruhan bangunan lantai (1), (2), Dam (3). Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total} &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Volume Pekerjaan Perhari}} \\ \text{Total} &= \frac{137,916 m^3}{3,63 m^3} \end{aligned}$$

$$\text{Total} = 7,59 = 8 \text{ hari}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, adapun waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan beton seluruhnya adalah 8 hari. Berdasarkan perhitungan, maka kita akan mendapatkan hasil dari waktu pengerjaan struktur rangka beton. Adapun waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan struktur rangka beton seluruhnya adalah :

$$8 \text{ hari} + 336 \text{ hari} + 7 \text{ hari} + 42 \text{ hari} + 43 \text{ hari} = 436 \text{ hari}$$

Maka, waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan struktur rangka beton keseluruhan adalah 436 hari.

b. Struktur Rangka Baja

Adapun koefisien yang dipakai dalam menghitung produktifitas pekerjaan rangka struktur baja dengan 10 pekerja, 5 tukang, 1 kepala tukang, 1 mandor adalah sebagai berikut:

- Pekerja : 0,060 OH
- Tukang Besi : 0,060 OH
- Kepala Tukang : 0,006 OH
- Mandor : 0,003 OH

Contoh perhitungan produktivitas adalah sebagai berikut

$$P = \frac{V}{T_{xn}}$$

$$P = \frac{1kg}{0,06 OH}$$

$$P = 16,67 kg/OH$$

Setelah kita mendapatkan produktivitas pekerjaan pemasangan 1 kg rangka kuda-kuda WF perhari, maka langkah selanjutnya adalah menghitung berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam pengerjaan beton dengan volume keseluruhan bangunan lantai (1), (2), dan (3). Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Total} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Volume Pasangan Perhari}}$$

$$\text{Total} = \frac{22,110}{16,67 kg}$$

$$\text{Total} = 265.2 = 265 \text{ hari}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, waktu yang dibutuhkan untuk pemasangan 1 kg rangka kuda-kuda adalah 265 hari. Berdasarkan perhitungan-, maka kita akan mendapatkan hasil dari waktu pengerjaan struktur rangka baja. Adapun waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan struktur rangka baja seluruhnya adalah :

$$265 \text{ hari} + 44 \text{ hari} + 88 \text{ hari} = 397 \text{ hari}$$

Maka, waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan struktur rangka baja keseluruhan adalah 397 hari.

Selisih Biaya Dan Waktu Pekerjaan Rangka Struktur Beton Dan Rangka Struktur Baja

Berdasarkan perhitungan biaya dan waktu pekerjaan struktur rangka beton dan rangka baja pada gedung lantai tiga (3) dengan ukuran bangunan gedung yang sama. Adapun hasil perhitungan dari biaya dan waktu pengerjaan struktur rangka beton dan struktur rangka baja adalah sebagai berikut:

1. Struktur Rangka Beton

Adapun hasil perhitungan total biaya keseluruhan pekerjaan struktur rangka beton yaitu sebagai berikut:

Tabel 11. Total Biaya Pekerjaan Struktur Rangka Beton

No	Jenis Pekerjaan	Analisa	Sat	Vol	Harga Satuan	Total Harga
A Pekerjaan Beton						
1	Pek. 1 m³ beton (K-225)	A.4.1.1.7	m³	124,46	1.272.465,20	175.493.310,52
2	Pek. Pembesian 10 kg	A.4.1.1.7	kg	18.949,724	25.124,44	602.024.796,44
3	Pek. Bekisting Sloof	A.4.1.1.21	m²	135,2	241.479,70	32.648.055,44
4	Pek. Bekisting Kolom	A.4.1.1.22	m²	631,48	421.714,10	266.304.019,87
5	Pek. Bekisting balok	A.4.1.1.23	m²	648	430.714,10	279.102.736,80
SubTotal						1.355.572.919,07

2. Struktur Rangka Baja

Sedangkan untuk perhitungan total biaya struktur rangka baja pada ukuran bangunan gedung yang sama dapat kita lihat perhitungan dibawah ini.

Tabel 4.20. Jumlah Total Pekerjaan Rangka Struktur Baja

No	Jenis Pekerjaan	Analisa	Sat	Vol	Harga Satuan	Total Harga
A Pekerjaan Baja						
1	Pemasangan 1kg Iwf	A.4.2.1.2	kg	22,110	41.389,50	915.102.027,71
2	Pek. 100 kg perakitan	A.4.2.1.3	kg	22,110	1.469,15	32.482.113,75
3	Pek. 10 cm pengelasan	A.4.1.1.21	kg	22,110	44.174,05	976.666.993,26
SubTotal						1.924.251.134,72

Setelah dapat hasil total biaya pasangan struktur rangka beton dan struktur rangka baja, selisih biaya dan waktu dapat dilihat dalam Tabel 4.21 di bawah ini:

Tabel 4.21. Selisih Biaya dan Waktu Struktur Rangka Beton Dan Baja

No	Uraian	Biaya	Waktu (Hari)
1	Struktur Rangka Beton	1.355.572.919,07	435
2	Struktur Rangka Baja	1.924.251.134,72	397
	Selisih	568.678.215,65	38

Dari perbedaan tersebut, maka dapat dilihat bahwa pekerjaan struktur rangka dengan material baja lebih mahal dibandingkan pekerjaan struktur rangka dengan menggunakan material beton, dari segi waktu dapat disimpulkan bahwa baja lebih efisien dibandingkan beton.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa perhitungan, maka dapat diambil kesimpulan mengenai biaya dan waktu pekerjaan struktur rangka beton dan struktur rangka baja sebagai berikut:

1. Total biaya keseluruhan pekerjaan struktur rangka beton adalah Rp 1.355.572.919,07 sedangkan biaya keseluruhan pekerjaan pemasangan dinding menggunakan struktur rangka baja adalah Rp 1.924.251.134,72.
2. Waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan struktur rangka beton adalah 436 hari, sedangkan waktu yang dibutuhkan pada pekerjaan struktur rangka baja adalah 397 hari.
3. Setelah dianalisis, maka dapat disimpulkan bahwa pekerjaan baja lebih mahal dibandingkan pekerjaan struktur rangka beton. Adapun perbedaannya yaitu Rp 568.678.215,65 dan untuk perbedaan waktu pekerjaan struktur rangka baja lebih cepat 39 hari daripada pekerjaan struktur rangka beton.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan penulis setelah mendapat hasil dan kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk pelaksanaan proyek yang memiliki kontrak hari kerja yang cepat disarankan memakai material struktur baja sebagai rangka, karena pemasangan dilapangan berlangsung cepat.
2. Untuk pelaksanaan bangunan rumah sederhana sebaiknya menggunakan beton karena lebih mudah didapat dan tidak

diperlukan biaya pemeliharaan dan pengiriman dari luar kota.

3. Sebelum merencanakan suatu struktur bangunan dahulukan dengan studi kelayakan pada perhitungan struktur agar dapat diperoleh hasil perencanaan yang memuaskan baik dari segi mutu, biaya maupun waktu.
4. Pemilihan metode pelaksanaan maupun penggunaan bahan dan peralatan berpedoman pada faktor kemudahan dalam pelaksanaan pekerjaan dilapangan, dan pengalaman kerja serta bagi ekonominya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2013), SNI 2847-2013 *Tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, Jakarta
- Anonim, (2016), *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia*.
- Anonim, (2019), *Analisis Satuan Harga Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, Padangsidimpuan*.
- Aryani F., Wiranata, Larasati, K. R., (2014), *Perbandingan Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Balok Struktur Beton Gedung Antara Metode Konvensional Dengan Precast*, *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 18(2), 122-129
- Correia, Z., Andy, k, Wijaya, H.S., (2019), *Perbandingan Efisiensi Balok Kolom Beton Dan Kolom Baja Di Bangunan Museum MPU Purwa Kota Malang*, *eUREKA : Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 3(2), 195-199.
- Hadi, Y.C.E., (2000), *Perhitungan Konstruksi Baja Lengkap*, Penerbit Yustadi, Surabaya.
- Manullang, R., (2018), *Pintar Menghitung Biaya Bangunan*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Mulyono, T., (2004), *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.
- Pangudi, E., (2018), *Analisis Efektivitas Desain Gedung Showroom Dan Workshop DSO Yogyakarta Dengan Struktur Beton*

*Bertulang dan Struktur Baja. Jurnal
Struktur Teknik Sipil.*

Sabikun, A., Suhudi, Wijaya, H. S., (2018),
*Kajian Empiris Perbandingan Biaya
Konstruksi Baja dan Beton Pada
Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu
Pendidikan Universitas Tribhuwana
Tungga dewi Malang. SENTIKUIN, 1 D9.1-
D9.6.*

Syalim, H., Aryanto, Samsurizal, E., (2018),
*Perencanaan Gedung Lima Lantai Dengan
Struktur Beton Dan Baja. Jurnal
Mahasiswa Teknik Sipil Universitas
Tanjungpura. 5(3), 1-12.*

Wildiyanto., (2008). *Perbandingan Struktur
Beton Bertulang Dengan Struktur Baja
Dari Elemen Balok Kolom Ditinjau Dari
Segi Biaya Pada Bangunan Rumah Toko 3
Lantai, Skripsi, Universitas Kristen
Maranatha, Bandung*