

Kajian Empiris Perbandingan Kontruksi Beton dan Baja Bangunan *Workshop Utility Bulking 2* PT. SMART, Tbk

Eko Hernandes¹, Aidil Abrar², & Halimatusadiyah³
1. Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi, Dumai, Indonesia
Email : ekohermandes16@gmail.com

ABSTRAK

Beton dan baja merupakan dua jenis material struktur yang umum digunakan dalam konstruksi suatu bangunan. Kedua jenis material tersebut kadang kala saling membantu satu sama lain, namun bisa juga berdiri sendiri-sendiri, sehingga banyak struktur dengan bentuk dan fungsi yang serupa dapat dibangun dengan beton atau baja. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara struktur baja dan struktur beton memiliki keekonomisan dari segi biaya, waktu, dan kekokohan dan mengetahui perbandingan kekuatan struktur baja terhadap struktur beton menggunakan SAP 2000 v22.0.0. Dari hasil perhitungan dan analisa bangunan Workshop Utility Bulking 2 PT. SMART, TBK yang ada didapat struktur baja memiliki harga sebesar Rp Rp. 1.102.856.796 dan harga pada struktur beton bertulang Rp. 831.547.966. Alternatif yang lebih ekonomis berdasarkan perbandingan kedua material tersebut beton bertulang dengan presentase sebesar 24,60%. Dari segi waktu struktur baja memiliki waktu pelaksanaan yang relative lebih cepat dibandingkan pelaksanaan struktur beton. Dari segi kekokohan struktur baja dan struktur beton, struktur baja lebih kokoh dibandingkan struktur beton. Desain kontruksi beton sebagai perbandingan kontruksi baja exsisting dengan kekuatan yang sama pada kontruksi Workshop Utility Bulking 2 PT. SMART, Tbk. Balok baja WF 250x125x6x9 dengan cocok diganti dengan balok 250 x 350 mm tulangan 4-D16, Pada kolom baja WF 250x125x6x9 dengan cocok diganti dengan kolom 400x400 mm tulangan 8-D19.

Kata kunci: Struktur, Beton, Baja, SAP 2000, ekonomis, Kontruksi

ABSTRACT

Concrete and steel are two types of structural materials that are commonly used in the construction of a building. The two types of materials sometimes help each other, but can also stand alone, so that many structures of similar form and function can be built with concrete or steel. Based on these problems, this study aims to determine the comparison between steel structures and concrete structures that are economical in terms of cost, time, and robustness and to determine the comparison of the strength of steel structures to concrete structures using SAP 2000 v22.0.0. From the calculation and analysis of the Building Workshop Utility Bulking 2 PT. SMART, TBK found that the steel structure has a price of Rp. Rp. 1,102,856,796 and the price for reinforced concrete structures is Rp. 831,547,966. A more economical alternative based on the comparison of the two materials is reinforced concrete with a percentage of 24.60%. In terms of time, steel structures have a relatively faster execution time than concrete structures. In terms of the sturdiness of steel structures and concrete structures, steel structures are stronger than concrete structures. Concrete construction design as a comparison of existing steel construction with the same strength in the Workshop Utility Bulking 2 PT. SMART, Tbk. WF 250x125x6x9 steel beams are suitably replaced with 250 x 350 mm beams of 4-D16 reinforcement, On WF

250x125x6x9 steel columns are suitably replaced by 400x400 mm columns of 8-D19 reinforcement.

Keywords: *Structure, Concrete, Steel, SAP 2000, economical, Construction*

Pendahuluan

Seiring perkembangan zaman dan pola hidup manusia yang mempengaruhi kebutuhan akan bangunan gedung yang banyak digunakan sebagai perumahan, pusat kantor, perhotelan, tempat hiburan, pusat perbelanjaan dan juga pusat kesehatan. Pada konstruksi bangunan gedung jenis struktur yang dapat dipergunakan dalam suatu bangunan diantaranya adalah jenis struktur baja dan struktur beton bertulang. Kedua elemen tersebut memiliki perbedaan terhadap sifat dari material, metode pelaksanaan dan yang paling utama terhadap segi kekuatan dan biaya.

Proyek pembangunan Workshop Utility Bulking 2 PT. SMART, Tbk terletak di area PT. Pelabuhan Indonesia 1 (Persero) cabang Kota Dumai, area ini dinilai sangat strategis karena mobilisasi pengangkutan sangat mudah di akses.

Pada proyek pembangunan Workshop Utility Bulking 2 PT. SMART, Tbk memiliki design konstruksi menggunakan struktur baja, oleh karena itu penulis akan redesign konstruksi menggunakan struktur beton bertulang yang bertujuan sebagai pembandingan terhadap dari segi biaya, waktu, dan kekuatan dan sebaliknya.

Metode Penelitian

Adapun Analisa yang akan dilakukan pada penelitian ini penulis akan memperbandingkan keekonomisan, kekokohan pemakaian konstruksi beton bertulang dan konstruksi baja, dengan perencanaan struktur beton bertulang di analisis menggunakan Software SAP 2000v20.0.0. Pengumpulan data merupakan hal yang sangat penting dalam penelitian ini. Kesalahan dalam pengumpulan data dapat mengakibatkan proses analisa menjadi sulit dari penelitian menjadi rancu. Berikut ini adalah data yang akan digunakan dalam penelitian.

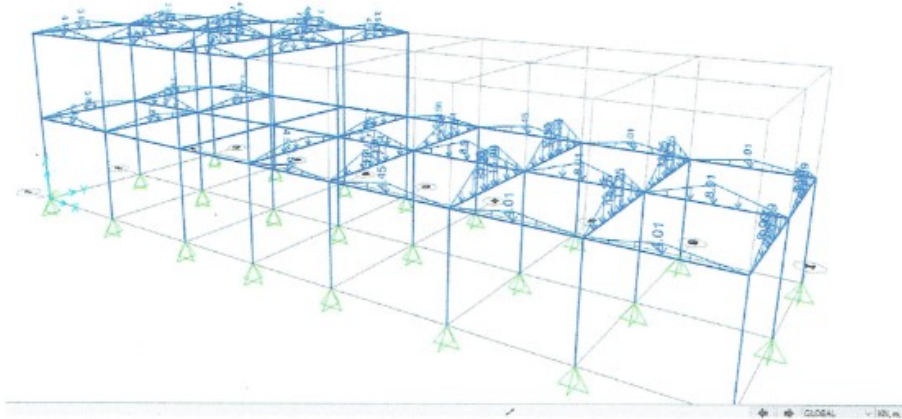
Hasil dan Pembahasan

Analisa Struktur Menggunakan Aplikasi SAP 2000 v20.0.0.

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui semua data perencanaan memenuhi persyaratan atau tidak, dari data pembebanan yang telah dihitung langkah selanjutnya akan diinput ke aplikasi SAP 2000 v20.0.0.

Input Beban Mati Pada SAP 2000 v20.0.0.

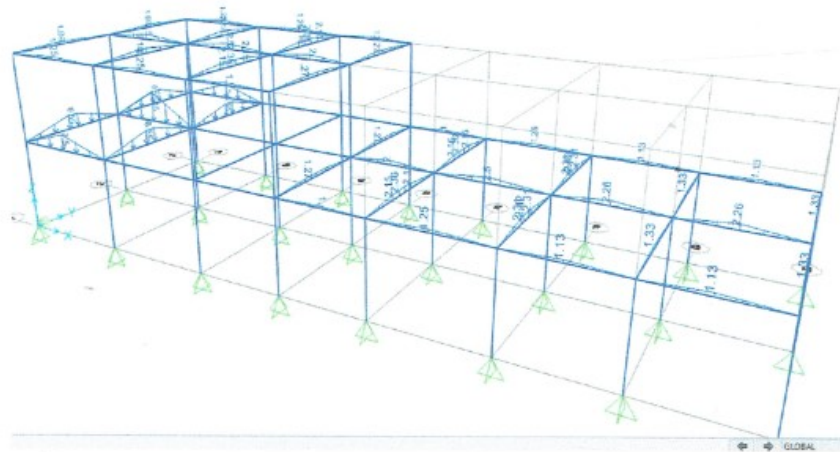
Pada tahap kali ini penulisan akan memasukkan beban mati yang telah dihitung ke aplikasi SAP 2000 v20.0.0, terdapat pada gambar



Gambar 1 Beban Mati pada Aplikasi SAP 2000 v20.0.0

Input Beban Hidup Pada SAP 2000 v20.0.0.

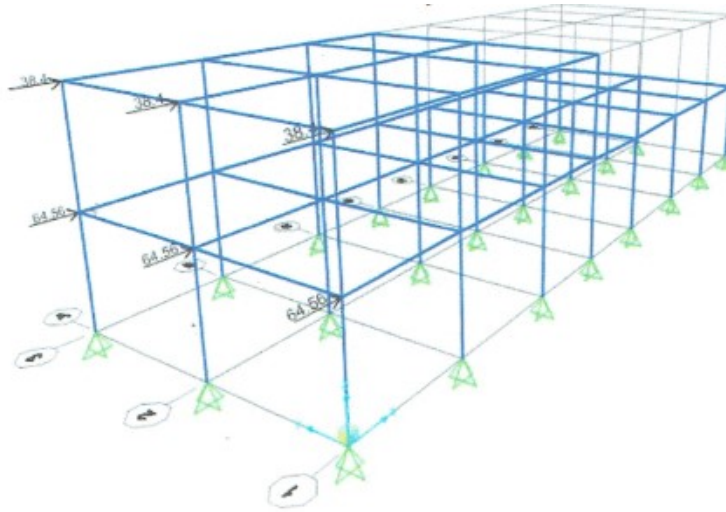
Pada tahap kali ini penulisan akan memasukkan beban mati yang telah di hitung ke aplikasi SAP 2000 v20.0.0, terdapat pada gambar



Gambar 2 Beban Hidup pada Aplikasi SAP 2000 v20.0.0

Input Beban Gempa Pada SAP 2000 v20.0.0.

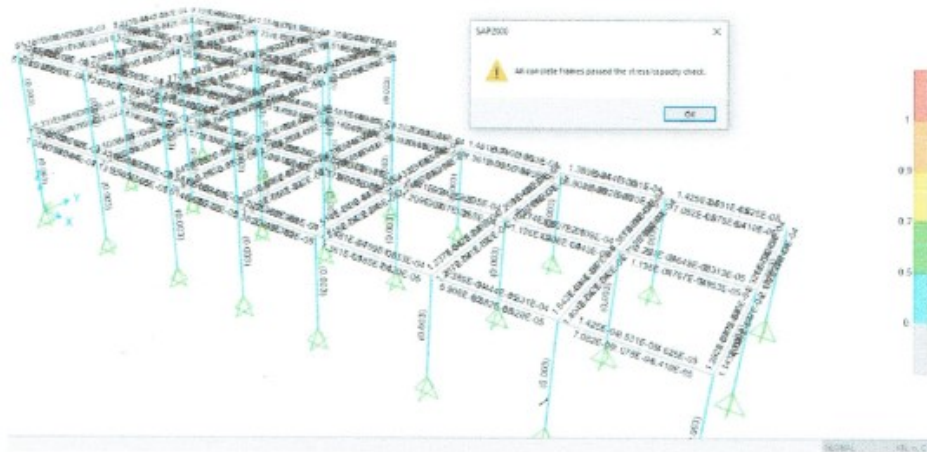
Pada tahap kali ini penulisan akan memasukkan beban gempa yang telah di hitung ke aplikasi SAP 2000 v20.0.0, terdapat pada gambar



Gambar 3 Beban Gempa pada Aplikasi SAP 2000 v20.0.0

Analisa SAP 2000 v20.0.0.

Pada tahap kali ini penulisan akan menganalisis seluruh struktur rencana dan beban yang telah di masukkan menggunakan SAP 2000 v20.0.0. analisis ini bertujuan untuk mengeluarkan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur seperti, M(+), M(-), Vmax. Setelah M(+), M(-), Vmax diketahui perencanaan penulangan pada Balok dan Kolom bisa di hitung



Gambar 4 Analisa Struktur Menggunakan Aplikasi SAP 2000 v20.0.0

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Pekerjaan Kolom

a. Pemasangan 1m² bekisting untuk kolom Uk 400x400mm

$$\text{Volume} = (\text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{sisi}) \times \sum n$$

$$\begin{aligned}
 &= (4,1 \times 0,4 \times 4) \times 60 \\
 &= 393,6 \text{ m}^2 \\
 \text{Total Harga} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\
 &= 393,6 \times \text{Rp } 374.630,69 \\
 &= \text{Rp. } 147,454,639.58 \\
 \text{b. Pemasangan Pembesian 1 Kg dengan besi ulir D19} \\
 \text{Volume} &= (\text{Panjang} \times \text{Bj} \times \text{jumlah}) \times \sum n \\
 &= (4,1 \times 2,2334 \times 4) \times 60 \\
 &= 2197,6 \text{ Kg} \\
 \text{Total Harga} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\
 &= 2197,6 \times \text{Rp. } 17.530,39 \\
 &= \text{Rp. } 38.524.785,06 \\
 \text{c. Pemasangan Pembesian 1 kg dengan polos } \emptyset 10 \\
 \text{Volume} &= (\text{Panjang} \times \text{Bj} \times \text{Jumlah}) \times \sum n \\
 &= (1 \times 0,61667 \times 25,667) \times 60 \\
 &= 949,68 \text{ kg} \\
 \text{Total Harga} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\
 &= 949,68 \times \text{Rp. } 17,530.39 \\
 &= \text{Rp. } 16,648,260.78 \\
 \text{d. 1 M3 Beton K-300 (Ready Mix)} \\
 \text{Volume} &= (\text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi}) \times \sum n \\
 &= (0,4 \times 0,4 \times 0,4) \times 60 \\
 &= 39,36 \text{ m}^3 \\
 \text{Total Harga} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\
 &= 39,36 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 1,882,589.70 \\
 &= \text{Rp. } 74,098,730.59
 \end{aligned}$$

Pekerjaan Balok

$$\begin{aligned}
 \text{a. Pemasangan 1m}^2 \text{ bekisting untuk kolom uk. } 250 \times 375 \text{ mm} \\
 \text{Volume} &= (\text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{sisi}) \\
 &= ((268,07 \times 0,25) + (268,07 \times (0,375 \times 2))) \\
 &= 268,07 \text{ m}^2 \\
 \text{Total Harga} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\
 &= 268,07 \times \text{Rp } 385,130.69 \\
 &= \text{Rp. } 103,241,984.07 \\
 \text{b. Pemasangan Pembesian 1 Kg dengan besi ulir D19} \\
 \text{Volume} &= (\text{Panjang} \times \text{Bj} \times \text{jumlah}) \\
 &= (268,07 \times 2,2334 \times 4) \\
 &= 2394,83 \text{ Kg} \\
 \text{Total Harga} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\
 &= 2394,83 \times \text{Rp. } 17,539.39 \\
 &= \text{Rp. } 41,982,303.88 \\
 \text{c. Pemasangan Pembesian 1 kg dengan polos } \emptyset 10 \\
 \text{Volume} &= (\text{Panjang} \times \text{Bj} \times \text{Jumlah}) \\
 &= (1,38 \times 0,61667 \times 1,787..13)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 1520,80 \text{ kg} \\ \text{Total Harga} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\ &= 1520,80 \times \text{Rp. } 17,530.39 \\ &= \text{Rp. } 26,660,217.11 \\ \text{d. 1 M3 Beton K-300 (Ready Mix)} \\ \text{Volume} &= (\text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi}) \\ &= (268,07 \times 0,25 \times 0,375) \\ &= 25,13 \text{ m}^3 \\ \text{Total Harga} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\ &= 25,13 \times \text{Rp. } 1,882,589.70 \\ &= \text{Rp. } 47,309,479.16 \end{aligned}$$

Pekerjaan Slab Elv. +4.100

a. Pemasangan 1m² bekisting untuk lantai Elv +4.100

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Sisi}) \\ &= 300,945 \text{ m}^2 \\ \text{Total Harga} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\ &= 300,945 \times \text{Rp } 383,630.69 \\ &= \text{Rp. } 115,451,738.00 \end{aligned}$$

b. Pemasangan 1 kg jaring kawat baja di las Wiremesh M-8

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= ((\text{Luas}/(2,1 \times 5,4)) \times \text{bj/lbr}) \\ &= ((369,36 / 11,34) \times 61,79) \\ &= 35,57 \text{ kg} \\ \text{Total Harga} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\ &= 32,54 \times \text{Rp } 731.184.00 \\ &= \text{Rp. } 23,792,727.36 \end{aligned}$$

c. 1 M3 Beton K-300 (Ready Mix)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi}) \\ &= (32,40 \times 11,40 \times 0,15) \\ &= 55,40 \text{ m}^3 \\ \text{Total Harga} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\ &= 55,40 \times \text{Rp } 1.882,589.70 \\ &= \text{Rp. } 104,295,469.38 \end{aligned}$$

Pekerjaan Slab Elv. +8.200

a. Pemasangan 1m² bekisting untuk lantai Elv +4.100

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Sisi}) \\ &= 131,905 \text{ m}^2 \\ \text{Total Harga} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\ &= 131,905 \times \text{Rp } 383,630.69 \\ &= \text{Rp. } 50,602,806.16 \end{aligned}$$

b. Pemasangan 1 kg jaring kawat baja di las Wiremesh M-8

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= ((\text{Luas}/(2,1 \times 5,4)) \times \text{bj/lbr}) \\ &= ((164,16 / 11,34) \times 61,79) \end{aligned}$$

= 14,47 kg
 Total Harga = Volume x Harga Satuan
 = 14,47 x Rp 731.184.00
 = Rp. 10,580,232.48

c. 1 M3 Beton K-300 (Ready Mix)

Volume= (Panjang x Lebar x Tinggi)
 = (14,40 x 11,40 x 0,10)
 = 16,416 m³

Total Harga = Volume x Harga Satuan
 = 16,416 x Rp 1.882,589.70
 = Rp. 30,904,592.52

Tabel 1 Rekapitulasi RAB Pekerjaan Struktur Beton

No	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
A Pek. Kolom					
	Pemasangan 1m ² bekisting untuk kolom uk 400x400mm	M2	393,60	Rp. 17.530,39	Rp147,454,639.58
	Pemasangan pembedaan 1 kg dengan besi D19	Kg	2197,6	Rp. 17,530.39	Rp. 38,524,785.06
	Pemasangan pembedaan 1 kg dengan polos Ø10	Kg	949,68	Rp. 17,530.39	Rp. 16,648,260.78
	1 m ³ Beton K-300 (Ready Mix)	M3	39,36	Rp. 1.882,589.70	Rp 74,098,730.59
B Pekerjaan Balok					
	Pemasangan 1m ² bekisting untuk Balok uk 250x375mm	M2	268,7	Rp.385,130.79	Rp.103,241,984.07
	Pemasangan pembedaan 1 kg dengan besi ulir D19	Kg	2394,83	Rp. 17,530.39	Rp. 41,982,303.88
	Pemasangan pembedaan 1 kg dengan polos Ø10	Kg	2394,83	Rp. 17,530.39	Rp. 216,660,217.11
	1 m ³ Beton K-300	Kg	25,13	Rp. 1.882,589.70	Rp. 47,309,479.16
C Pekerjaan Slab Elv +4.100					
	Pemasangan 1m ² bekisting untuk lantai Elv +4.100	M2	300,945	Rp 383,630.69	Rp. 115,451,738.00
	Pemasangan 1 kg jaring kawat baja dilas (Wiremesh M-8)	M2	32,57	Rp. 731.184.00	Rp 23,792,727.36
	1 M3 Beton K-300 (Ready Mix)	M3	55,40	Rp. 1.882,589.70	Rp. 104,295,469.38
D Pekerjaan Slab Elv +8.200					
	Pemasangan 1m ²	M2	131.905	Rp 383,630.69	Rp. 50.602,806.16

bekisting untuk lantai					
Elv +8.200					
Pemasangan	1 kg	M2	14,47	Rp.	Rp. 10,580,232.48
jaring kawat baja					
dilas (Wiremesh M-8)					
1 M3 Beton	K-300	M3	16,416	Rp.	Rp. 30,904,592.52
(Ready Mix)					
Total					Rp. 831,547,966.14

Tabel 2 Rekaputilasi RAB pekerjaan Struktur Baja

No	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
A	Pek. Baja				
	Kolom WF 250.125.6.9	Kg	621,6	Rp 26,680	Rp 16,584,288
	Balok WF 250.125.6.9	Kg	1391,2	Rp 26,680	Rp 37,117,216
	Kolom WF 200.100..5,5.8	Kg	1644,36	Rp 26,680	Rp. 43,871,525
	Rafter WF 200.100.5,5.8	Kg	1171,5	Rp 26,680	Rp. 31,255,620
	Balok WF 200.100.5,5.8	Kg	63,9	Rp 26,680	Rp. 1.704,852
	Kolom WF 150.75.5,7	Kg	299,6	Rp 26,680	Rp. 7,993,328
	Rafter WF 150.75.5,7	Kg	616	Rp 26,680	Rp. 16,434,880
	Balok WF 150.75.5,7	Kg	1148	Rp 26,680	Rp. 30,628.640
	Bracing L60.60.6	Kg	614,52	Rp 26,680	Rp. 16,395,394
	Balok UNP 150.75.6,5.	Kg	706,8	Rp 26,680	Rp. 18,857,424
	Balok L 50.50.5	Kg	341,185	Rp 26,680	Rp. 9,102,816
	Gording CNP	Kg	2209,9	Rp 26,680	Rp. 58,960,132
	125.50.20.2,3				
	Plat t=6mm dudukan	Kg	59,4	Rp 26,680	Rp. 1,584,792
	gording				
	HTB dia.12mm untuk	Nos	504	Rp 15600	Rp.7.862.400
	gording				
	Rangka Clading CNP	Kg	3655,35	Rp 26,680	Rp. 97,524,871
	125x50x20x2,3				
	Plat tebal 6mm untuk	Kg	297,7	Rp 26,680	Rp. 7,942,636
	dudukan rangka clading				
	HTB dia 12mm untuk	Nos	1264	Rp 15600	Rp.19.718.400
	dudukan rangka				
	clading				
	Sagrod dia. 12mm	Kg	156,3	Rp 15600	Rp. 4,170,084
	Horizontal bracing	Kg	317,7	Rp 19000	Rp. 8,476,236
	dia.16mm				
	Trun Buckle	Nos	28	Rp 138000	Rp. 3.864.000
	Gutter galvalum tebal	M	70	Rp 243500	Rp. 17.045.000
	0,45 mm lebar 1,4m				
	Support talang plat	Kg	633	Rp 26,680	Rp. 16,888,440
	8mm lebar 50mm tiap				
	0,5m				
	Base plate tebal 12mm	Kg	76,79	Rp 26,680	Rp. 2,048,757
	Anchor dia. 19mm	Pcs	72	Rp 45000	Rp. 3.240.000
	panjang 1000mm				
	Anchor dia. 16mm	Pcs	8	Rp 45000	Rp. 360.000
	panjang 600mm				
	Grouting pedestal kolom	Nos	20	Rp 50000	Rp. 1.000.000

	Checker plate tebal 4,5 mm lantai 2 workshop	Kg	2032,38	Rp 26,680	Rp. 54,223,999
	HTB dia. 16mm	Nos	606	Rp 15600	Rp. 9.453.600
	HTB dia. 19mm	Nos	140	Rp 15600	Rp. 4,855,200
	Plate stifner tebal 8mm	Kg	30,5	Rp 26,680	Rp. 920,490
	Plate stifner tebal 12mm	Kg	240,12	Rp 26,680	Rp. 7,246,822
B	Pek. Atap, saluran air hujan dan dinding clading				
	Atap zinkalum ex perkasadek tebal 0,45 mm	M2	455	Rp 307,800	Rp. 140,049,000
	Ridge caping	M ²	34	Rp 170,400	Rp. 5,793,600
	Dinding clading zinkalum ex perkasadek tebal 0,45mm	M2	641,9	Rp 606,000	Rp. 388,991,400
	Checkeded plate tebal 4,5mm	Kg	474,10	Rp 26,680	Rp. 10.690.950
	Total				Rp. 1.102,856,976

Simpulan

Dari hasil penelitian, analisa perhitungan perbandingan biaya antara kontruksi baja dan beton bertulang pada pembangunan Workshop Utility Bulking 2 PT. SMART, Tbk. Adalah: Mengetahui perbandingan antara struktur baja dan struktur beton, dari segi biaya harga pada struktur baja Rp. 1.102.856.796 dan harga pada struktur beton bertulang Rp. 831.547.966. Alternatif yang lebih ekonomis berdasarkan perbandingan kedua material tersebut beton bertulang dengan presentase sebesar 24,60%. Dari segi waktu struktur baja memiliki waktu pelaksanaan yang relative lebih cepat dibandingkan pelaksanaan struktur beton. Dari segi kekokohan struktur baja dan struktur beton, struktur baja lebih kokoh dibandingkan struktur beton. Desain kontruksi beton sebagai perbandingan kontruksi baja exsisting dengan kekuatan yang sama pada kontruksi Workshop Utility Bulking 2 PT. SMART, Tbk sebagai berikut : Pada balok 250 x 350 mm dengan tulangan 4 – D16 sebagai pembanding struktur baja WF 250x125x6x9. Pada kolom 400 x 400 mm dengan tulangan 8 – D19 sebagai pembanding struktu baja WF 250x125x6x9

Daftar Pustaka

- Apriani, W., & Rahmat, H. (2020). Review Design Struktur Beton Bertulang Terhadap Struktur Baja Pada Struktur Gedung Diatas Tanah Lunak. *Teras Jurnal*, 10(1), 8. <https://doi.org/10.29103/tj.v10i1.254>
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2015). SNI 1729:2015 Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural Badan Standardisasi Nasional. In *Standar Nasional Indonesia (SNI)*. www.bsn.go.id
- Batak, I. L., Zuraidah, S., & Hastono, B. (2019). *Kajian Desain Struktur Beton Bertulang Dengan Struktur Baja (Studi Kasus Pada Pembangunan Gedung*

- H Unitomo). *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 2(2), 79–88. <https://doi.org/10.25139/jprs.v2i2.1962>
- Cookson, M. D., & Stirk, P. M. R. (2019). Kajian Struktur Baja Sebagai Alternatif Review Design Struktur Beton Bertulang (Studi Kasus Pada Gedung LPTK FT UNY). In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents* (Vol. 7, Issue 2).
- Corrreia Mesquita, Z., Arifianto, A. K., Handika, D., & Wijaya, S. (2019). Perbandingan Efisiensi Balok Kolom Beton dan Kolom Baja di Bangunan Museum MPU Purwa Kota Malang. 3(2), 195–199. <https://publikasi.unitri.ac.id/index.php/teknik>
- Firdausa, F., & Hasan, A. (2020). Prediksi Dan Analisis Berat Gedung Dengan Structural Analysis Program 2000 (Sap 2000) Dan Metode Artificial Neural Network. *Jurnal Deformasi*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v5i1.4236>
- Gedung, K., Inap, R., & Mitra, R. (n.d.). Perencanaan Struktur Atas (Pelat , Balok , Kota Tasikmalaya. 1(1), 53–63.
- Guslaw, F., Pinasang, D., & Suparyono, H. (2015). “Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa.” *Buletin Sariputra*, 2(1), 10–17.
- Karmidi, K., & Bowono, H. K. (2017). Studi Analisis Balok Dan Kolom Langsing Akibat Perubahan Pelaksanaan Pada Pembangunan Terminal Keberangkatan Di Daerah Konstruksia, 37–44. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/konstruksia/article/view/1746>
- Kuningsih, T. W., Putri, A. P., Meiprasto, X., & Belakang, L. (2018). Jurnal kajian Teknik Sipil Volume 3 Nomor 1 10. *Jurnal Kajian Teknik Sipil Volume 3 Nomor 1 10*, 3, 22–31.
- Liando, F. J., Dapas, S. O., & Wallah, S. E. (2020). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4), 471–482. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/29894>
- Marzon, M., Islam, M., & Elhusna, E. (2019). Analisis Penampang Kolom Beton Bertulang Persegi Panjang Berlubang. *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 1–12. <https://doi.org/10.33369/ijts.10.2.1-12>
- Nugroho, B. W., Rochman, T., & Suryadi, A. (2022). Perencanaan struktur atas beton bertulang dan rab gedung rusunawa kabupaten ponorogo. 3, 169–174.
- Oktarina, D., Sebayang, S., & Paundra, Q. (2019). Kolom Persegi Kolom Bulat. 9–11. **PERENCANAAN ELEMEN STRUKTUR BAJA BERDASARKAN SNI 1729:2015** Fendy. (n.d.).
- Sabikun, A., & Wijaya, S. (2018). Kajian Empiris Perbandingan Biaya Konstruksi Baja dan Beton pada Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang. 1(September), 1–6.
- Sani, A. A. (1994). Cost Analysis of Concrete Structure Work Using AHSP Method (Case Study: Residential House Type 90/72). *Purwarupa Architect’s Journal*, 04(1985), 39–46.