

# Kajian Re Desain Gedung Baru Dr. Soetomo Surabaya Menggunakan Struktur Baja

Oleh :

**Montianus Dion Putra Agrica<sup>(1)</sup>, Safrin Zuraidah<sup>(2)</sup>, K. Budi Hastono<sup>(3)</sup>**

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo

<sup>1)</sup>Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo

Jl. Semolowaru No.84, Surabaya 60118

Email: montianusagrica@gmail.com

<sup>2)</sup>Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo

Jl. Semolowaru No.84, Surabaya 60118

Email: safrin.zuraidah@unitomo.ac.id

<sup>3)</sup>Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo

Jl. Semolowaru No.84, Surabaya 60118

Email: budi.hastono@unitomo.ac.id

## Abstrak

Gedung baru SMP Dr. Soetomo Surabaya adalah salah satu gedung bertingkat yang memiliki jumlah empat lantai dan dibangun dengan menggunakan struktur beton bertulang. Portal yang menggunakan material baja sendiri dinilai mampu bersaing dengan portal beton, Namun pembangunan gedung struktur baja masih belum terbilang "trend" dan kurang dipakai di Indonesia. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan perencanaan ulang bangunan Gedung baru SMP Dr. Soetomo Surabaya dengan menggunakan Struktur baja dengan profil baja WF (Wide Flange) berdasarkan SNI 03-1729-2002. Struktur pertama dimodelkan di AutoCAD yang kemudian dianalisa struktur menggunakan program SAP2000. Struktur terdiri dari Balok induk B1, Balok anak B2 dan B3, dan Kolom K. Beban yang ditinjau dalam perancangan antaral lain beban mati, beban hidup, beban gempa, dan beban angin. Dari hasil redesain, didapatkan hasil perancangan yang aman dari segi kekuatan dan didapatkan dimensi profil baru yaitu Balok Induk B1 dengan WF 700x300x13x24, Balok Anak B2 dengan WF 250x175x7x11, Balok Anak B3 dengan WF 200x150x6x9, dan Kolom K dengan. Harga kebutuhan material untuk satu portal struktur beton bertulang adalah Rp.693.626.020 dengan volume sebesar 50,912 m<sup>3</sup>, sedangkan harga kebutuhan material untuk satu portal struktur baja adalah Rp.386.937.375,72 dengan berat 30.684,094 kg. Portal struktur baja Rp.306.688.644 atau 44,42% lebih murah dibandingkan portal beton bertulang.

**Kata Kunci :** Struktur Baja, Redesain, Profil, Portal.

## Abstract

The new building of Dr. Soetomo Middle School Surabaya is a multi-story building that has total of four floors and was built using reinforced concrete structures. Portal that uses steel material itself is considered capable of competing with concrete portals, but the construction of steel structure buildings still not quite a "trend" and less used in Indonesia. Based on the description above, it is necessary to do a redesign of the new building the middle school by using steel structure with steel profile WF (Wide Flange) based on SNI 03-1729-2002. Firstly, structure modeled in AutoCAD and then analyzed using the SAP2000 software. The structure consists of Main Beam B1, Support Beam B2 and B3, and Column K. Loads reviewed in the design are dead load, live load, earthquake load, and wind load. From the results of the redesign, we obtained the design results that are safe in terms of strength and obtained new profile dimensions, namely Main Beam B1 with WF 700x300x13x24, Support Beam B2 with WF 250x175x7x11, Support Beam B3 with WF 200x150x6x9, and Column K with. The price of material needed for a reinforced concrete structure portal is Rp.693,626,020 with material volume of 50,912 m<sup>3</sup>, while the price of material requirement for a steel structure portal is Rp.386,937,377.72 with material weight of 30,684,094 kg. Steel structure portal is Rp.306,688,644 or 44.42% cheaper than reinforced concrete portals.

**Keyword :** Steel Structure, Redesign, Profile, Portal.

## PENDAHULUAN

Di era modern ini, di Indonesia telah banyak melakukan pembangunan struktur. Bangunan struktur yang sering dibangun adalah gedung sekolah, hotel, apartement, perumahan dll. Umumnya Struktur yang sering diterapkan pada bangunan gedung bertingkat adalah struktur beton bertulang. Pembangunan gedung struktur baja masih belum terbilang "trend" dan kurang dipakai di Indonesia.

Portal yang menggunakan material baja sendiri dinilai mampu bersaing dengan portal beton, apabila dibangun pada konstruksi gedung empat lantai. Hal ini

mengingat material baja memiliki lebih banyak keunggulan terhadap beton seperti segi kekuatan, harga, dan kemudahan dalam pengerjaan. Namun seperti semua sifat natural benda, kedua material mempunyai keunggulan dan kelemahannya masing-masing.

Gedung baru SMP Dr. Soetomo Surabaya adalah salah satu gedung bertingkat yang memiliki jumlah empat lantai dan dibangun dengan menggunakan struktur beton bertulang. Gedung ini mempunyai kemungkinan untuk mencapai hasil lebih efisien dan efektif jika dibangun dengan menggunakan struktur baja. Dengan menggunakan SNI 03-1729-2002 yang mengatur tentang pembangunan bangunan baja Indonesia, menjadi alasan untuk

meneliti studi kasus ini.

### Konsep Pembebanan Struktur

Berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Bangunan 1983, pembebanan pada struktur yang diamati adalah

### Beban Gravitasi

#### 1. Beban Mati

Beban mati adalah berat komponen gedung yang bersifat konstan atau tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut.

#### 2. Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan kedalamnya termasuk beban-beban lantai yang berasal dari barang-barang yang berpindah-pindah, 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 dalam lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap kedalam beban hidup dapat berasal dari beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butir air.

### Beban Lateral

#### 1. Beban Gempa

Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dalam beban gempa disini adalah gaya-gaya didalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

#### 2. Beban Angin

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

## METODOLOGI

### Data Primer

Data yang digunakan sebagai dasar perencanaan adalah :

Bangunan rencana	: Gedung Sekolah
Lokasi	: >5 km dari pantai
Jumlah lantai	: 4
Panjang bangunan	: 42 m
Lebar bangunan	: 35 m
Tinggi lantai	: 3,65 m
Profil Kolom (K1)	: 60 x 60 cm
Profil Balok (B1)	: 35 x 70 cm

Profil Balok (B2)	: 30 x 50 cm
Profil Balok (B3)	: 25 x 35 cm
Profil Balok (S1)	: 40 x 70 cm
Profil Balok (S2)	: 30 x 50 cm
Mutu beton	: K-300 dan K-350
Struktur Rangka	: Beton Bertulang

### Data Sekunder

Data yang digunakan sebagai pelengkap untuk perhitungan redesain :

Wilayah gempa : Wilayah gempa 3

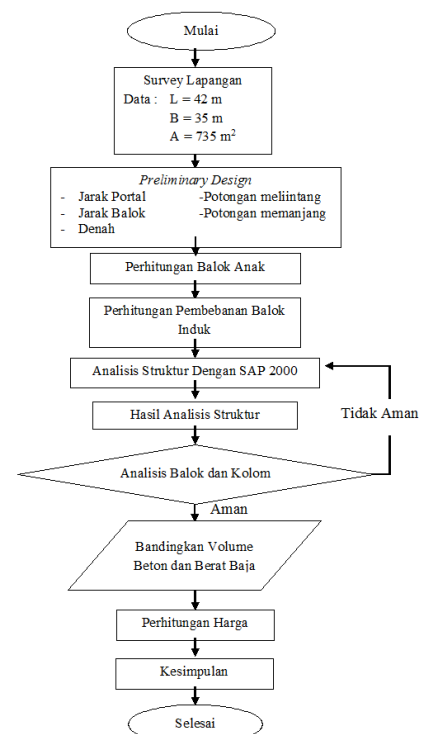
Kota Surabaya termasuk ke dalam wilayah Gempa 3 dalam pemetaan Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan perioda ulang 500 tahun yang diatur dalam SNI 03-1726-2002 tentang "Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung".

### Data Modifikasi

Berikut adalah data yang digunakan pada redesain bangunan

Bangunan rencana	: Gedung Sekolah
Lokasi	: > 5 km dari pantai
Jumlah lantai	: 4
Panjang bangunan	: 42 m
Lebar bangunan	: 35 m
Tinggi lantai	: 3,65 m
Mutu beton	: K-300
Mutu baja	: Bj-41
Struktur Rangka	: Baja

### Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir Peneliti

### Preliminary Design

#### Perencanaan Balok Anak

$$Z = Mu / \phi \cdot fy \quad (1)$$

atau

$$S = 1,5Mu / fy \quad (2)$$

Dari hasil perhitungan menggunakan rumus tersebut dapat direncanakan dimensi awal profil kebutuhan untuk Redesain Struktur ke Struktur Baja.

#### Analisa Struktur dengan SAP2000

Dengan menggunakan software SAP2000 dapat ditentukan antara lain :

- Menghitung besar nilai joint displacement, momen, gaya geser, gaya tarik atau tekan komponen paada struktur portal akibat beban – beban yang bekerja (beban gravitasi dan lateral).
- Pemilihan Profil elemen utama Struktur (Balok Induk, Balok Anak, Kolom, dan Sambungan).
- Kontrol kekuatan elemen terhadap momen, gaya geser, gaya tarik atau tekan.
- Perhitungan kebutuhan dan berat untuk satu portal struktur baja.

## ANALISA DAN PEMBAHASAN

### Pembebanan

#### Perencanaan Portal

Pembebanan Portal Beban Gravitasi

#### Beban Mati

Beban Gravitasi yang termasuk dalam beban mati terdiri beban plat lantai bangunan dan atap dak beton  
Pembebanan Pelat Atap (PPIUG 1987)

- Berat pelat beton  $t=10$  cm ( $2400 \text{ kg/m}^3$ ) =  $0,1 \times 2400$   
=  $240 \text{ kg/m}^2$
  - Berat aspal,  $t = 1$  cm ( $2300 \text{ kg/m}^3$ )  
=  $23 \text{ kg/m}^2$
  - Berat instalasi listrik , AC ,dll  
=  $40 \text{ kg/m}^2$
  - Berat plafond + Penggantung (( $11 + 7$ )  $\text{kg/m}^2$ )  
=  $18 \text{ kg/m}^2$
- ±
- $$QD_{Atap} = 321 \text{ kg/m}^2$$

Pembebanan Pelat Lantai (PPIUG 1987)

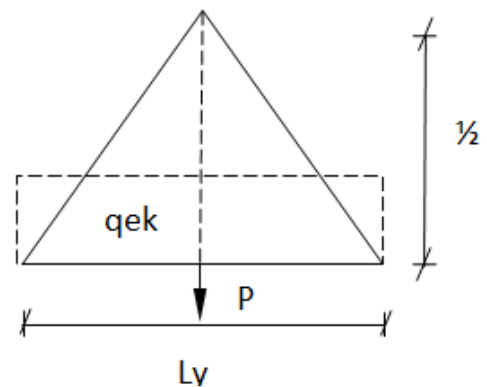
- Berat pelat beton  $t=12$  cm ( $2400 \text{ Kg/m}^3$ )  
=  $288 \text{ kg/m}^2$
- Berat spesi,  $t = 2$  cm ( $21 \text{ kg/m}^2$ )  
=  $42 \text{ kg/m}^2$
- Berat tegel,  $t = 1$  cm ( $24 \text{ kg/m}^2$ )  
=  $24 \text{ kg/m}^2$
- Berat instalasi listrik , AC, dll  
=  $40 \text{ kg/m}^2$

- Berat plafond + Penggantung (( $11 + 7$ )  $\text{kg/m}^2$ )  
=  $18 \text{ kg/m}^2$
- ±
- $$QD_{Lantai} = 412 \text{ kg/m}^2$$

### Beban Hidup

Beban Gravitasi yang termasuk beban beban hidup antara lain  $100 \text{ kg/m}^3$  untuk Atap dan  $250 \text{ kg/m}^3$  untuk Lantai Bangunan. Perhitungan beban lantai menggunakan metode amplop, perlu diubah menjadi beban merata pelat pada balok induk, maka beban pelat perlu diubah menjadi beban ekuivalen lantai bentuk segitiga atau trapezium dengan cara

### Beban Segitiga



Gambar 2. Beban Ekuivalen Segitiga

Sumber : Grafik Dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03 (1993)

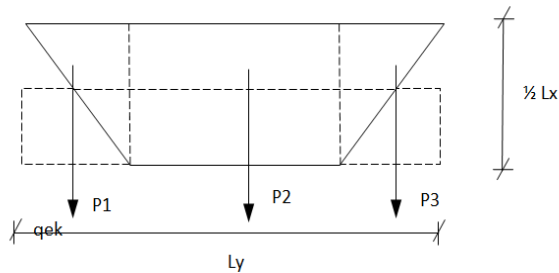
$$P = \frac{1}{2} \cdot q \left( \frac{1}{2} \cdot lx \right)^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot q lx^2$$

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

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

**Beban Trapesium**



Gambar 3. Beban Ekuivalen Trapesium  
Sumber : Grafik Dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03 (1993)

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

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

$$R = P1 + P2$$

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

$$\left( \frac{ly - lx}{2} \right) + R \frac{1}{2} ly$$

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

Dari perhitungan, didapatkan hasil beban ekuivalen segitiga dan trapesium berdasarkan jenis plat berdasarkan gambar di bawah. Beban ekuivalen akan digunakan sebagai pembebanan plat lantai terhadap balok induk dan kolom bangunan yang nantinya akan digunakan pada perhitungan struktur menggunakan SAP2000.

Tabel 1. Beban Ekuivalen Segitiga Lantai dan Atap

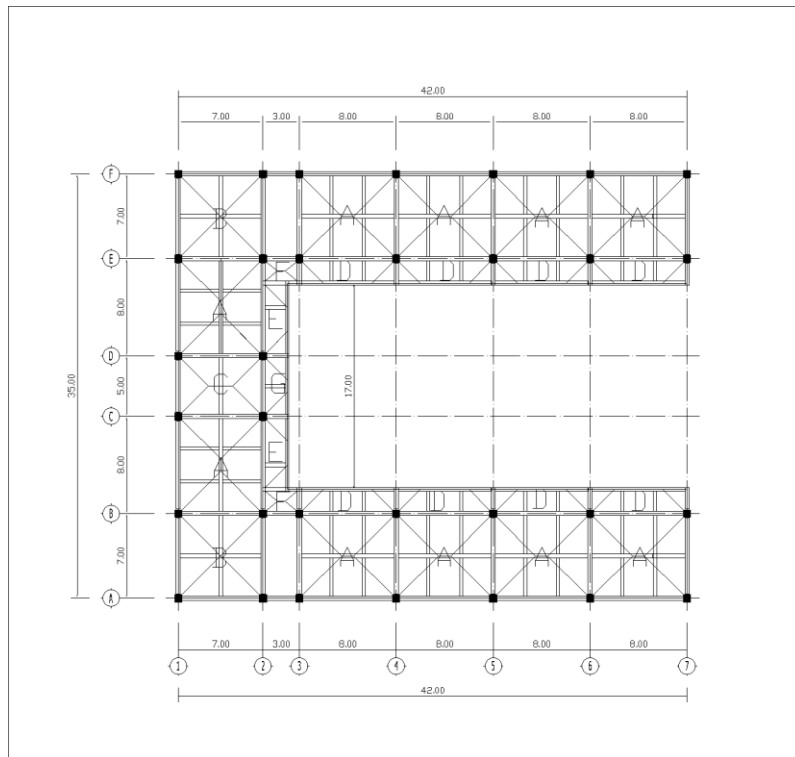
Type Plat	Lx (m)	Ly (m)	Beban Lantai		Beban Atap	
			Beban Mati (kg/m)	Beban Hidup (kg/m)	Beban Mati (kg/m)	Beban Hidup (kg/m)
A	7	8	961	583.33	749	233.33
B	7	7	961	583.33	749	233.33
C	5	7	687	417	535	167
D	2	8	275	166.67	214	66.67
E	2	6	275	166.67	214	66.67
F	2	3	275	166.67	214	66.67
G	2	5	275	166.67	214	66.67

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 2. Beban Ekuivalen Segitiga Lantai dan Atap

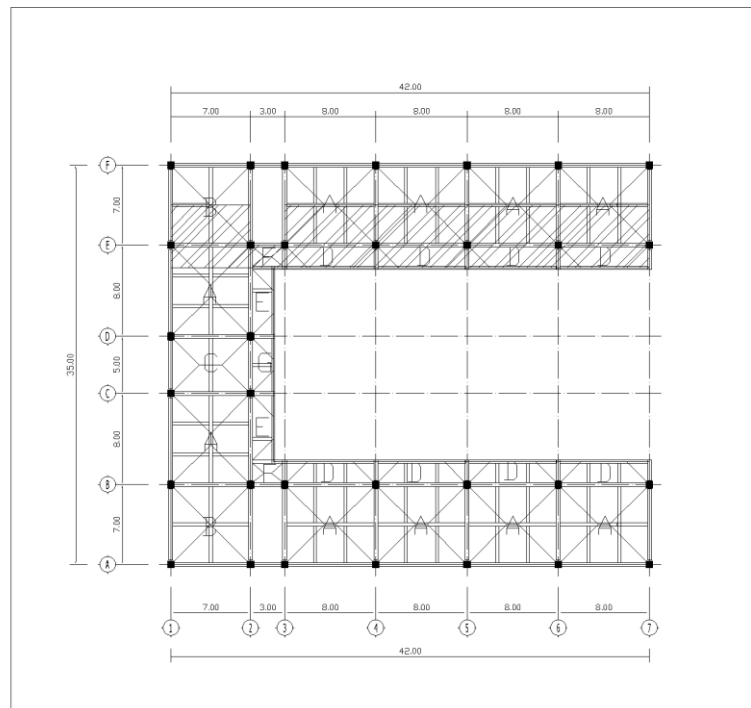
Type Plat	Lx (m)	Ly (m)	Beban Lantai		Beban Atap	
			Beban Mati (kg/m)	Beban Hidup (kg/m)	Beban Mati (kg/m)	Beban Hidup (kg/m)
A	7	8	1073.99	651.69	836.77	260.68
B	7	7	-	-	-	-
C	5	7	854.83	518.71	666.02	207.48
D	2	8	403.42	244.79	314.31	97.92
E	2	6	396.74	240.74	309.11	96.30
F	2	3	350.96	212.96	273.44	85.19
G	2	5	390,03	236.67	303,88	94.67

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

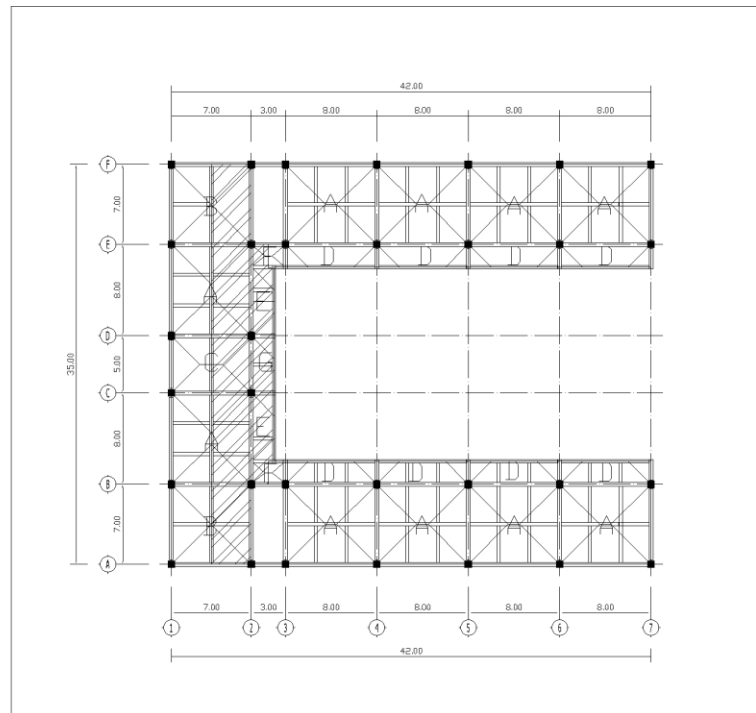


Gambar 4. Denah Lantai  
Sumber : DED Pembangunan gedung SMP Dr.Soetomo, 2018

Berikut adalah gambar Denah lantai serta pembedaan jenis plat berdasarkan panjang sumbu pendek ( $L_x$ ) dan sumbu panjang ( $L_y$ ). Contoh, plat jenis A dengan  $L_x = 7$  m dan  $L_y = 8$  m, dibedakan dengan plat jenis B yang memiliki  $L_x = 7$  m dan  $L_y = 7$  m.

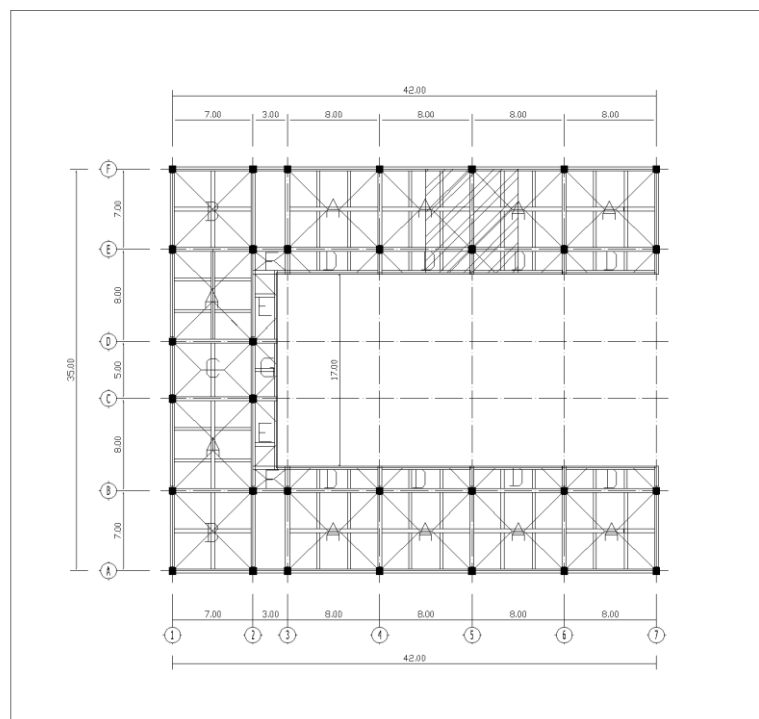


Gambar 5. Pembebanan Portal Memanjang sumbu x  
Sumber : Perencanaan Redesain, 2019

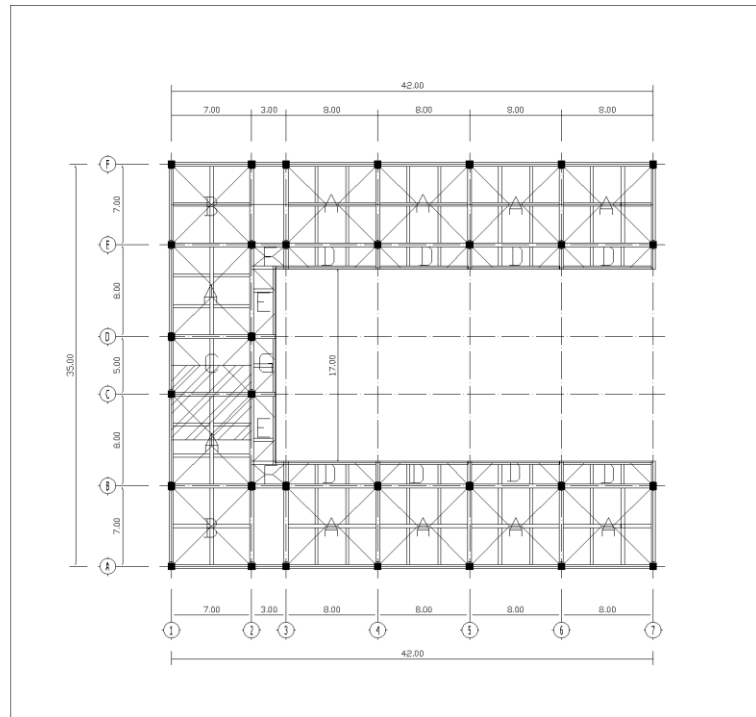


Gambar 6. Pembebanan Portal Memanjang sumbu y  
Sumber : Perencanaan Redesain, 2019

Pengamatan beban memanjang portal diamati dari portal memanjang sejajar sumbu x dan sumbu y. Daerah yang diarsir merupakan daerah cakupan yang memiliki beban memanjang terbesar yang akan diamati sebagai patokan beban untuk perhitungan struktur dan kontrol kekuatan elemen utama seperti balok induk dan kolom.



Gambar 7. Pembebanan Portal Melintang sumbu x  
Sumber : Perencanaan Redesain, 2019



Gambar 8. Pembebanan Portal Melintang sumbu y  
Sumber : Perencanaan Redesain, 2019

Sama seperti pengamatan beban memanjang, berikut adalah pengamatan beban melintang yang terjadi pada sumbu x dan sumbu y bangunan. Bagian yang diarsir adalah daerah cakupan yang memiliki beban terbesar pada portal melintang bangunan yang akan digunakan pada perhitungan struktur dan kontrol kekuatan elemen utama seperti balok induk dan kolom

Tabel 3. Beban Merata Lantai dan Atap

Portal	Sumbu	Balok As	Bentang		Beban Merata			
			Titik	Jarak m	Lantai		Atap	
					Beban Mati kg	Beban Hidup kg	Beban Mati kg	Beban Hidup kg
Memanjang	x	E	1-2		2652	1166,66	1863	466,66
			2-3		350,96	212,96	273,44	85,19
			3-4		2207,41	869,48	1516,08	358,6
			4-5		2207,41	869,48	1516,08	358,6
			5-6		2207,41	869,48	1516,08	358,6
			6-7		2207,41	869,48	1516,08	358,6
	y	2	A-B		1691	583,33	1114	233,33
			B-C		2482,41	1337,07	1730,08	425,27
			C-D		1807,03	661,79	1214,31	264,92
			D-E		2482,41	1337,07	1730,08	425,27
Melintang	x	5	D-E		1005	166,67	579	66,67
			E-F		2652	583,33	2652	283,33
	y	D	1-2		2545,83	1102,04	1780,02	440,81
			2-3		275	166,67	214	66,67

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4. Beban Terpusat Lantai dan Atap

Portal	Sumbu	Balok As	Bentang		Beban Terpusat			
			Titik	Jarak m	Lantai		Atap	
					Beban Mati kg	Beban Hidup kg	Beban Mati kg	Beban Hidup kg
Memanjang	x	E	1		13589,5	4083,32	9368	1633,32
			1-2	3,5	330,75		330,75	
			2		13864,5	4249,99	9582	1699,99
			3		7486	2625,33	5344,5	950
			3-4	2,65	168,3		168,3	
			4		10849,5	4416,65	7966	1766,93
			4-5	2,65	168,3		168,3	
			5		10849,5	4416,65	7966	1766,93
			5-6	2,65	168,3		168,3	
			6		10849,5	4416,65	7966	1766,93
	y	2	6-7	2,65	168,3		168,3	
			7		7211	2208,33	5130,5	883,33
			A		6843,5	2041,66	4824	816,66
			A-B	3,5	154,35		154,35	
			B		10557,96	4296,28	7718,94	1718,51
			B-C	2,65	107,1		107,1	
			4		61,2		61,2	
				5,35	107,1		107,1	
			6		692,11	379,63	553,59	151,86
			C		9623,08	3671,78	5509,55	1468,7
Melintang	x	5	C-D	2,5	61,2		61,2	
			D		9623,08	3671,78	5509,55	1468,7
			D-E	2	692,11	379,63	553,59	151,86
			E		10557,96	4296,28	7718,94	1718,51
			E-F	3,5	154,35		154,35	
	y	D	F		6843,5	2041,66	4824	816,66
			D-E	2	244,8		244,8	
			E		17301,87	6277,46	12457,56	2510,2
			E-F	4	352,8		352,8	
			F		14477,93	4563,93	10257,39	1824,76
1-2	3,5	1		11.243,97	3324,47	7841,2	1329,5	
		2		176,4		176,4		
		2		12.030,74	3801,88	8454,19	1520,47	
2-3	2		137,7		137,7			

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel diatas merupakan rekapan perletakan beban lantai dengan metode amplop, beban merata dan terpusat. Akan digunakan pada perhitungan SAP2000

**Beban Angin**

Perhitungan pembebanan angin

Tinggi 1 lantai (L) = 3,65 m

Tekanan tiup angin (tw) = 25 kg/m<sup>2</sup>

Angin tekan terhadap dinding

W1= C x L x tw = +0,9 x 3,65 x 25 = 82,125 kg/m

Angin isap terhadap dinding

W2 = C x L x tw = -0,4 x 3,65 x 25 = - 36,5 kg/m

**Beban Gempa**

Waktu geser bangunan (t)

Rumus empiris :

Tx : Ty = 0,0731 x h<sup>0,8</sup> = 0.546 detik

Faktor respon gempa (C)

C =  $\frac{0,75}{T}$  = 1,373.

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

Faktor daktilitas sistem SRPMK (μ)

μ = 5,3

Faktor reduksi gempa (R)

R = 8,5

Beban geser dasar nominal static ekuivalen (V)

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

Besar beban gempa tiap lantai (F)

F =  $\frac{W \times H_i}{\sum W \times H_i} \times V$

Tabel 5. Beban Gempa Portal Memanjang sumbu x

Tingkat	Hi m	Wi kg	Hi.Wi kgm	Fix kg
Atap	14.60	543831.2	7939935.52	35138.0
4	10.95	543831.2	5954951.64	26353.5
3	7.30	543831.2	3969967.76	17569.0
2	3.65	543831.2	1984983.88	8784.5

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 6. Beban Gempa Portal Memanjang sumbu y

Tingkat	Hi m	Wi kg	Hi.Wi kgm	Fix kg
Atap	14.60	734594.4	10725078.24	47463.6
4	10.95	734594.4	8043808.68	35597.7
3	7.30	734594.4	5362539.12	23731.8
2	3.65	734594.4	2681269.56	11865.9

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 7. Beban Gempa Portal Melintang sumbu x

Tingkat	Hi m	Wi kg	Hi.Wi kgm	Fix kg
Atap	14.60	186756.2	2726640.52	12066.8
4	10.95	186756.2	2044980.39	9050.1
3	7.30	186756.2	1363320.26	6033.4
2	3.65	186756.2	681660.13	3016.7

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 8. Beban Gempa Portal Melintang sumbu y

Tingkat	Hi m	Wi kg	Hi.Wi kgm	Fix kg
Atap	14.60	156338.2	2282537.72	10101.6
4	10.95	156338.2	1711903.29	7576.2
3	7.30	156338.2	1141268.86	5050.8
2	3.65	156338.2	570634.43	2525.4

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

**Perhitungan Struktur**

Tabel 9. Elemen dan Profil Baja yang digunakan

Elemen	Dimensi Profil
Balok Induk B1	WF 700.300.13.24
Balok Anak B2	WF 250.175.7.11
Balok Anak B3	WF 200.150.6.9
Kolom K	WF 400.400.18.28

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 10. Kontrol Profil Kolom

Portal	No Frame	Struktur	Mu	$\phi Mn$	Mu < $\phi Mn$	$\delta b$	$\delta s$	Mtu	Mlu	Mu-amp	Kontrol Syarat Utama
			kgm	kgm				kgm	kgm		
Memanjang Sumbu x	31	Tak Bergoyang	32989.96	151200	Yes	1	-	32989.96	-	32989.96	0.32 < 1
Memanjang Sumbu y	31	Tak Bergoyang	35852.25	51637.5	Yes	1	-	35852.25	-	35852.25	0.8 < 1
Melintang Sumbu x	16	Bergoyang	37691.11	151200	Yes	1	1.01	4977.96	37691.11	43045.98	0.62 < 1
Melintang Sumbu y	16	Bergoyang	27432.38	51637.5	Yes	1	1.06	4819.23	27432.38	33897.55	0.88 < 1

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 11. Kontrol Profil Balok Induk

Portal	No Frame	Struktur	Mu	$\phi Mn$	Mu < $\phi Mn$	Vu	$\phi Vn$	Vu < $\phi Vn$	Kombinasi Interaksi Lentur Geser	Lendutan
			kgm	kgm		kg	kg			mm
Memanjang Sumbu x	1	Tak Bergoyang	43461.51	1034029.39	Yes	22290.84	122850	Yes	0.155 < 1.375	1.652
Memanjang Sumbu y	31	Tak Bergoyang	55930.25	747861.73	Yes	24924.92	122850	Yes	0.202 < 1.375	0.902
Melintang Sumbu x	16	Bergoyang	58149.8	725128.94	Yes	26198.06	122850	Yes	0.213 < 1.375	1.596
Melintang Sumbu y	16	Bergoyang	51489.83	673101.75	Yes	25422.08	122850	Yes	0.206 < 1.375	1.932

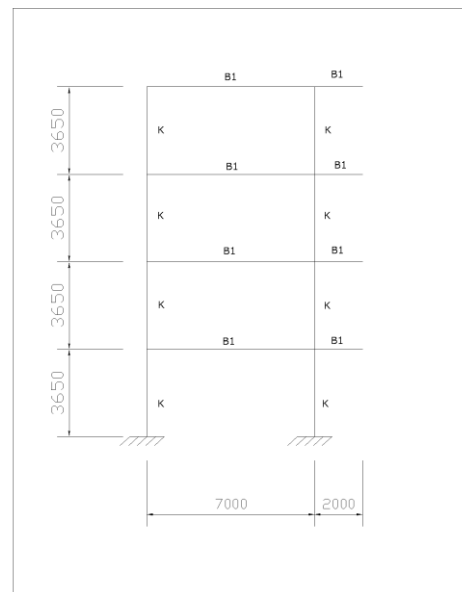
Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Dari perhitungan menggunakan SAP2000, ditemukan elemen balok induk dan kolom yang mampu menopang seluruh beban, momen dan gaya yang terjadi pada bangunan.

### Kebutuhan Material Portal

Pengamatan dilakukan pada satu Portal struktur, dilakukan perhitungan kebutuhan Material lalu kemudian membandingkan harga struktur baru hasil redesain (Struktur Baja), terhadap struktur lama (Struktur beton bertulang). Harga beton diperoleh dengan mengalikan volume beton dengan harga per 1 m<sup>3</sup>. Dan harga baja diperoleh dengan mengalikan berat baja dengan harga per 1 kg. Didapatkan presentase beda harga dengan cara:

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



Gambar 9. Gambar 1(Satu) Portal Struktur  
Sumber : Perencanaan Redesain, 2019

Tabel 12. Kebutuhan Baja untuk satu portal

Struktur	Dimensi profil	Struktur Baja					Rasio (Mu/ΦMn)
		Berat Per m (kg/m)	Bentang (m)	Berat (kg)	Mu (kgm)	ΦMn (kgm)	
Balok Induk B1	WF 700.300.13.24	185	100	18500	58149.8	725128.94	0.08
Balok Anak B2	WF 250.175.7.11	44.1	64	2822.4	6967.19	28212.09	0.25
Balok Anak B3	WF 200.150.6.9	30.6	72	2203.2	2633.60	17392.12	0.15
Kolom K	WF 400.400.18.28	232	29.2	6774.4	43045.98	151200	0.285
Siku Pengaku Sambungan 1	L 100.200.16	35.9	6.84	245.56			
Siku Pengaku Sambungan 2	L 75.150.14	25.5	0.9	22.95			
Siku Samping Sambungan	L 50.50.5	3.77	30.66	115.6			
TOTAL				30684.094			

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 13. Kebutuhan Baut sambungan untuk satu portal

Baut	Sambungan Baja
	Jumlah
Diameter 10 mm	336 buah
Diameter 14 mm	144 buah
Diameter 16 mm	18 buah
Diameter 18 mm	9 buah
Diameter 20 mm	150 buah
Diameter 28 mm	105 buah
Diameter 35 mm	90 buah

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 15. Harga Material Struktur Baja untuk satu portal

Struktur	Dimensi profil	Struktur Baja					Harga per pcs	Jumlah Harga
		Berat per m (kg/m)	Bentang (m)	Jumlah (pcs)	Berat (kg)	Harga per kg		
Balok B1	WF 700.300.13.24	185	100		18500	Rp 12,500.00	Rp 231,250,000.00	
Balok B2	WF 250.175.7.11	44.1	64		2822.4	Rp 12,500.00	Rp 35,280,000.00	
Balok B3	WF 200.150.6.9	30.6	72		2203.2	Rp 12,500.00	Rp 27,540,000.00	
Kolom K	WF 400.400.18.28	232	29.2		6774.4	Rp 12,500.00	Rp 84,680,000.00	
Siku Pengaku 1	L 100.200.16	35.9	6.84		245.56	Rp 12,501.00	Rp 3,069,695.56	
Siku Pengaku 2	L 75.150.14	25.5	0.9		22.95	Rp 12,502.00	Rp 286,920.90	
Siku Samping	L 50.50.5	3.77	30.66		115.6	Rp 12,503.00	Rp 1,445,199.26	
Baut Diameter 10 mm				336		Rp 549.00	Rp 184,464.00	
Baut Diameter 14 mm				144		Rp 1,693.00	Rp 243,792.00	
Baut Diameter 16 mm				18		Rp 1,693.00	Rp 30,474.00	
Baut Diameter 18 mm				9		Rp 2,420.00	Rp 21,780.00	
Baut Diameter 20 mm				150		Rp 4,066.00	Rp 609,900.00	
Baut Diameter 28 mm				105		Rp 7,864.00	Rp 825,720.00	
Baut Diameter 35 mm				90		Rp 16,327.00	Rp 1,469,430.00	
TOTAL							Rp 386,937,375.72	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 14. Kebutuhan Beton untuk satu portal

Struktur	Dimensi	Struktur Beton Bertulang		
		Volume Per m (m <sup>3</sup> /m)	Bentang (m)	Volume Total (m <sup>3</sup> )
		Balok Induk B1	35 cm x 70 cm	0.245
Balok Anak B2	30 cm x 50 cm	0.15	64	9.6
Balok Anak B3	25 cm x 35 cm	0.0875	72	6.3
Kolom K	60 cm x 60 cm	0.36	29.2	10.512
Total				50.912

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 16. Harga Material Struktur Beton Bertulang untuk satu portal

Struktur	Dimensi	Uraian	Struktur Beton Bertulang			Jumlah Harga
			Harga Bahan per m	Harga per m	Bentang (m)	
Balok B1	35 cm x 70 cm	Beton readymix, k-275	Rp 621,714.29	Rp 2,906,727.25	100	Rp 290,672,725
		Besi beton U-24, d.10 - 100/200	Rp 701,299.35			
		Besi beton U-39, 20D.19+4D.10	Rp 1,583,713.61			
Balok B2	30 cm x 50 cm	Beton readymix, k-275	Rp 621,714.29	Rp 2,637,211.14	64	Rp 168,781,513
		Besi beton U-24, d.10 - 100/200	Rp 701,299.35			
		Besi beton U-39, 10D.16+2D.13	Rp 1,314,197.50			
Balok B3	25 cm x 35 cm	Beton readymix, k-275	Rp 621,714.29	Rp 2,386,362.72	72	Rp 171,818,116
		Besi beton U-24, d.10 - 100/200	Rp 550,200.65			
		Besi beton U-39, 7D.16+2D.10	Rp 1,214,447.78			
Kolom K	60 cm x 60 cm	Beton readymix, k-300	Rp 700,952.38	Rp 2,135,399.51	29.2	Rp 62,353,666
		Besi beton U-24, d.10 - 150	Rp 287,526.40			
		Besi beton U-39, 28D.22	Rp 1,146,920.73			
TOTAL						Rp 693,626,020

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

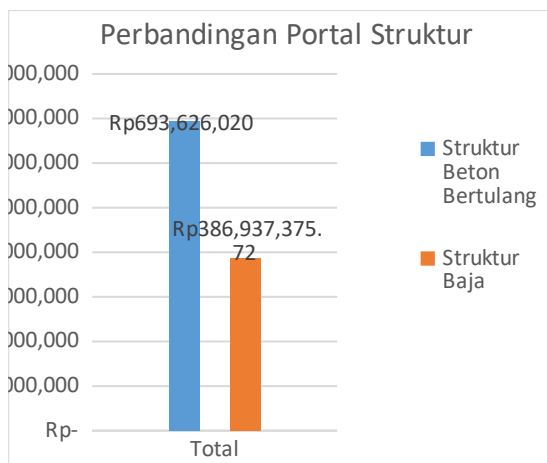
Ditemukan kebutuhan material untuk membangun satu portal struktur baja membutuhkan 30.684,094 kg baja terhitung profil Balok Induk B1, Balok Anak B2 dan B3, Kolom K, serta profil penyambung siku samping dan siku pengaku dan baut penyambung. Dengan analisa harga satuan, dibutuhkan dana sebesar Rp.386.937.375,72 untuk membangun satu portal struktur baja. Kebutuhan material untuk membangun satu portal struktur beton bertulang membutuhkan sebanyak 50,914 m<sup>3</sup> beton dan dengan analisa harga satuan membutuhkan dana sebesar Rp.693.626.020. Kemudian dilakukan perbandingan harga antara kedua portal struktur.

Tabel 17. Perbandingan Harga Material Struktur Baja terhadap Struktur Beton Bertulang

Struktur	Struktur Beton Bertulang	Struktur Baja	Beda harga	
			Rupiah	Presentase (%)
Total	Rp 693,626,020	Rp 386,937,375.72	Rp 306,688,644	44.22

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Berikut grafik perbandingan total harga kedua struktur



Gambar 10. Grafik Perbandingan Harga Total Untuk 1 (Satu) Portal Struktur

Sumber : Hasil Perhitungan, 20

Dari hasil perhitungan diperoleh presentase beda harga, diketahui satu portal beton bertulang memerlukan dana sebesar Rp.693.626.020, sedangkan portal baja memerlukan dana sebesar Rp.386.937.375,72. Portal baja Rp.306.688.644 atau 44,22% lebih murah dibandingkan portal beton bertulang. Dari keseluruhan perhitungan redesain ini, harga material baja mampu mencapai 44,22% lebih murah dibandingkan harga material baja belum dihitung harga bahan persatuan pekerjaan dan waktu pengerjaan masing-masing pekerjaan pada pembangunan Gedung Baru SMP Dr. Soetomo Surabaya. Dalam kekuatan keseluruhan redesain struktur mampu berdiri dengan aman. Perbedaan material yang digunakan dalam perancangan ulang struktur juga mempengaruhi beda harga yang sangat signifikan, karena berat beton melampaui baja sehingga akan berpengaruh pada bentang yang dapat digunakan secara efektif dan efisien.

## PENUTUP

### Kesimpulan

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

1. Profil baja yang digunakan sebagai komponen balok dalam redesain gedung baru SMP Dr. Soetomo Surabaya adalah Profil Balok Induk B1 WF 700x300x13x24, Profil Balok anak B2 WF 250x175x7x11, dan Profil Balok anak B3 WF 200x150x6x9.
2. Profil baja yang digunakan sebagai komponen kolom dalam redesain gedung baru SMP Dr. Soetomo Surabaya adalah profil Kolom K WF 400x400x18x28.
3. Harga kebutuhan material untuk satu portal struktur beton bertulang adalah Rp.693.626.020 dengan volume sebesar 50,912 m<sup>3</sup>, sedangkan harga kebutuhan material untuk satu portal struktur baja adalah Rp.386.937.375,72 dengan berat 30.684,094 kg. Portal struktur baja Rp.306.688.644 atau 44,22% lebih murah dibandingkan portal beton bertulang.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan untuk perkembangan 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 03-1726-2002 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.
- Gunawan, Rudy. *Tabel Profil Konstruksi Baja*. Yogyakarta: Kanisius.
- Khafis, Muhammad (2009). *Perencanaan Struktur Baja pada Bangunan 7 Lantai sebagai Hotel*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- 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.
- Subiyanto (2005). *Analisa Perbandingan Portal Baja dan Beton Ditinjau dari Efisiensi Harga Bahan dan Tenaga Kerja*. Surabaya : Universitas Dr. Soetomo.
- Trijadir, Muhammad .(2015). *Perancangan Ulang Struktur Beton Bertulang Gedung 5 Menjadi Struktur Rangka Baja Menggunakan SNI 1729-2015*. Yogyakarta.
- Vls, W.C dan Gideon Kusuma. (1993). *Grafik Dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03*. Jakarta.