

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tempat parkir merupakan salah satu masalah utama yang muncul dikarenakan meningkatnya lalu lintas jalan dan pembangunan sarana transportasi yang terus berkembang. Keperluan tempat parkir merupakan prasarana dalam menunjang kendaraan yang sangat dibutuhkan di berbagai tempat seperti gedung-gedung perkantoran, kampus, tempat perbelanjaan, dan lain-lain. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah pengguna dari kendaraan roda empat maupun roda dua, karena banyaknya pertumbuhan penduduk asli maupun masyarakat rantau yang datang dari daerah lain untuk bekerja maupun sekolah. Maka dari itu, kekurangan ketersediaan ruang parkir di daerah perkotaan telah meningkatkan permintaan untuk ruang parkir terutama di daerah-daerah seperti kawasan pusat kota yang berdampak terhadap pilihan tempat parkir.

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi yang berkembang menuntut eksistensi dari bank untuk melayani masyarakat salah satunya adalah Bank Rakyat Indonesia (BRI). Dengan memiliki basis nasabah terbesar di Indonesia dan terus meningkat setiap tahunnya, Kantor Wilayah BRI Denpasar senantiasa mengembangkan layanannya sesuai dengan kebutuhan masyarakat Indonesia termasuk Bank BRI yang terletak di Jalan Kusuma Atmaja, Nomor 1 Renon Denpasar. Sehingga dibutuhkan karyawan yang cukup banyak, hal ini menyebabkan pergerakan akan kendaraan meningkat sehingga berdampak pada keterbatasan lahan parkir. Keterbatasan lahan tersebut menyebabkan karyawan

menggunakan lapangan olahraga sebagai lahan parkir dan kendaraan tidak tertata rapi. Karena permasalahan ini perlu dilakukan perencanaan gedung parkir, guna meningkatkan kenyamanan nasabah dan karyawan bank. Disamping itu juga, agar lapangan olahraga bisa digunakan kembali sebagai tempat olahraga oleh para karyawan Bank. Pembangunan di pusat kota seperti Kota Denpasar menitikberatkan bangunan bertingkat sedang karena keterbatasan lahan. Dalam perencanaan bangunan bertingkat sedang meliputi desain dan pendetailan komponen-komponen struktur dengan mempertimbangkan faktor keamanan, kekakuan, kestabilan, kekuatan, dan fungsi dari suatu gedung sehingga memenuhi kriteria perancangan. Desain dan pendetailan komponen-komponen struktur tersebut pada umumnya dirancang untuk menahan gaya vertikal gravitasi (beban mati dan hidup), gaya horizontal angin dan gaya gempa. Karena merupakan wilayah rawan gempa, perancangan bangunan bertingkat sedang merupakan hal yang penting. Hal ini dimaksudkan supaya pemakai gedung dapat merasa aman dan nyaman apabila berada pada bangunan bertingkat sedang .

Berdasarkan permasalahan tersebut diatas, maka dilaksanakan perencanaan gedung parkir bertingkat dan lapangan olahraga menggunakan SAP 2000 dengan perencanaan lantai satu digunakan sebagai lahan parkir mobil dan lantai dua digunakan sebagai lahan parkir motor dengan menggunakan beton bertulang, sedangkan lantai tiga digunakan sebagai lapangan Olahraga dengan menggunakan struktur baja profil.

1.2 Rumusan Masalah

Dari pembahasan latar belakang di atas, didapatkan rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana merancang struktur gedung parkir bertingkat pada lantai 1 dan 2 menggunakan material beton bertulang dengan menggunakan aplikasi *SAP 2000*?
2. Bagaimana merancang struktur gedung lapangan olahraga pada lantai 3 menggunakan material baja profil dengan menggunakan aplikasi *SAP 2000*?

1.3 Tujuan Perencanaan

Tujuan dari perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perancangan struktur gedung yang berfungsi sebagai tempat parkir bertingkat menggunakan aplikasi *SAP 2000*
2. Untuk mengetahui perancangan struktur gedung yang berfungsi sebagai lapangan olahraga menggunakan aplikasi *SAP 2000*

1.4 Manfaat Perencanaan

Adapun manfaat hasil dari perencanaan ini adalah:

1. Manfaat Secara Akademik

Sebagai informasi dan referensi untuk perencanaan selanjutnya di Universitas Mahasaraswati Denpasar khususnya Fakultas Teknik dan dapat dikembangkan lebih lanjut untuk yang melaksanakan perencanaan serupa dan perencanaan ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan fakultas teknik terkait dalam perencanaan disain parkir bertingkat dan lapangan olahraga.

2. Bagi Mahasiswa

Hasil perencanaan ini diharapkan dapat mengembangkan penalaran, pembentukan pola pikir secara sistematis dan dinamis, serta meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam menerapkan ilmu yang diperoleh di bangku perkuliahan.

3. Bagi Pengguna

Hasil perencanaan ini diharapkan dapat berguna dan dimanfaatkan dengan baik bagi seluruh karyawan Bank BRI Kantor Wilayah Denpasar

1.5 Batasan Masalah

Agar perencanaan ini dapat diselesaikan secara sistematis dan terarah maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut:

1. Perencanaan menggunakan *SAP 2000 Versi 16*
2. Mutu beton yang digunakan adalah $f'c$ 25 MPa.
3. Mutu tulangan utama adalah f_y 400 MPa, sedangkan untuk tulangan geser adalah f_y 240 MPa.
4. Lokasi bangunan terletak di wilayah Renon Denpasar, sesuai dengan data sondir kondisi tanah sedang.
5. Bangunan direncanakan memiliki tiga lantai dengan ketinggian maksimum 15 m,
6. Lantai 1 dan 2 menggunakan struktur beton bertulang serta lantai 3 menggunakan baja profil.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Parkir

Parkir merupakan salah satu komponen suatu sistem transportasi yang perlu di pertimbangkan. Pada tempat wisata area parkir merupakan suatu kebutuhan bagi pemilik kendaraan. Parkir juga dapat diartikan keadaan tidak bergerak suatu kendaraan yang tidak bersifat sementara. Termasuk dalam pengertian parkir adalah setiap kendaraan yang berhenti pada tempat-tempat tertentu baik yang dinyatakan dalam bentuk rambu atau tidak, serta tidak semata-mata untuk kepentingan menaikkan dan/atau menurunkan orang dan/atau barang (Abubakar, dkk., 1998). Perencanaan gedung parkir Bank Kantor Wilayah BRI Denpasar menggunakan struktur beton bertulang, pada lantai satu tempat parkir mobil dan lantai dua parkir sepeda motor.

2.2. Pengertian Lapangan Olahraga

Lapangan *indoor* adalah suatu lapangan Olahraga yang berada pada sebuah ruang tertutup sehingga tidak memiliki kontak fisik dengan lingkungan terbuka secara langsung. Fasilitas lapangan Olahraga *indoor* sangat populer. Fasilitas indoor memaksimalkan pengguna lapangan Olahraga karena mereka dapat digunakan saat teriknya matahari maupun hujan lebat. Menggunakan lapangan olahraga dalam ruangan juga dapat menjamin bermain pada waktu yang ditunjuk, yang tidak selalu mungkin pada acara *outdoor*. Lapangan dalam ruangan atau *indoor* adalah salah satu lapangan yang tertutup oleh atap, dan yang kondisi area bermain sebagian berbahan dengan material buatan. Kondisi bermain *indoor* akan dipengaruhi oleh cahaya buatan, perlindungan dari hujan, dan sedikit atau

tidak ada angin. (Susanto, 2015). Perencanaan Gedung lapangan Olahraga Bank BRI Kantor Wilayah Denpasar menggunakan baja struktur, lapangan Olahraga berada di lantai tiga diatas parkir sepeda motor.

2.3 Pembebanan Struktur

Struktur bangunan bertingkat sedang memiliki tantangan tersendiri dalam desain untuk pembangunan strukturalnya, terutama bila terletak di wilayah yang memiliki faktor resiko yang cukup besar terhadap pengaruh gempa. Pada suatu struktur gedung terdapat beberapa jenis beban yang terjadi. Secara umum beban yang akan diperhitungkan dalam tugas akhir ini sesuai dengan SNI 2847-2019 mengenai struktur beton bertulang, adalah sebagai berikut:

1. Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat pemakaian dan penghunian suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah.
2. Beban mati adalah berat semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala beban tambahan, *finishing*, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut.
3. Beban gempa adalah beban yang bekerja pada suatu struktur akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan karena adanya gempa bumi (baik gempa bumi tektonik ataupun gempa bumi vulkanik) dan mempengaruhi struktur tersebut. (Pradhana, 2017).

Komponen dan elemen struktur harus dirancang sedemikian hingga kuat rencananya sama atau melebihi pengaruh beban-beban terfaktor dengan kombinasi - kombinasi yang bersumber dari SNI 1727-2020 sebagai berikut:

- 1) $1,4D$
- 2) $1,2D + 1,6L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
- 3) $1,2D + 1,6 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$
- 4) $1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
- 5) $0,9D + 1,0W$
- 6) $1,2D + E_v + E_h + 1,0L + 0,2S$
- 7) $0,9D + E_v + E_h$
- 8) $1,0D + 0,7E_v + 0,7 E_h$
- 9) $1,0D + 0,525E_v + 0,525E_h + 0,75L + 0,75S$
- 10) $0,6D + 0,7E_v + 0,7E_h$

Keterangan : D = Beban mati

L = Beban hidup

L_r = Beban hidup atap

R = Beban hujan

E_v = Beban gempa Vertikal

E_h = Beban gempa horizontal

S = Beban Salju

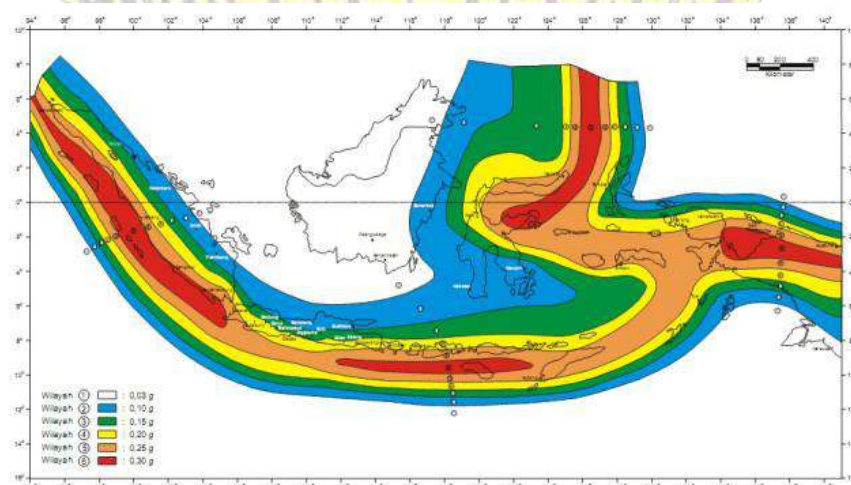
W = Beban angin

Menurut Mahayani, (2020) kekuatan desain yang disediakan oleh suatu komponen struktur, sambungannya dengan komponen struktur lain, dan penampangnya sehubungan dengan lentur, beban normal, geser, dan torsi, harus diambil sebesar kekuatan nominal dihitung sesuai dengan persyaratan dan asumsi dari Standar SNI 2847-2019, yang dikalikan dengan faktor reduksi kekuatan (ϕ), diantaranya:

- 1) Penampang terkendali tarik = 0,90
- 2) Penampang terkendali tekan
 - a. Komponen struktur dengan tulangan spiral = 0,75
 - b. Komponen struktur bertulang lainnya = 0,65
- 3) Geser dan torsi = 0,75
- 4) Tumpuan pada beton = 0,65
- 5) Daerah angkur pasca tarik = 0,85

2.4 Perencanaan Struktur Tahan Gempa

Indonesia ditetapkan terbagi dalam enam wilayah gempa, dimana wilayah gempa satu adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah dan wilayah gempa enam dengan kegempaan paling tinggi (Sungkono, 2017). Dalam hal pembebanan gempa, penentuan lokasi akan berpengaruh terhadap perhitungan beban gempa. Perancangan gedung di wilayah gempa satu dan enam akan sangat jauh berbeda. Pembagian wilayah gempa ini, didasarkan atas percepatan puncak batuan dasar akibat pengaruh gempa rencana dengan periode ulang 500 tahun, yang nilai rata-ratanya untuk setiap wilayah gempa ditetapkan dalam SNI 1726 - 2019 (Makmur, 2010).



Gambar 2.1 Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun
(Sumber: SNI 1726 : 2012)

Struktur gedung parkir dan lapangan Olahraga ini direncanakan merupakan struktur gedung tahan gempa. Untuk analisis struktur gedung tahan gempa ditentukan berdasarkan lokasi struktur, fungsi bangunan, dan jenis tanah yang mendasari gedung tersebut. Fungsi gedung dalam tugas akhir ini adalah gedung parkir dan lapangan Olahraga yang harus dibangun, dilengkapi dan dipelihara dengan baik (Mahayani, 2020).

Dalam SNI 1726 – 2019 tentang pembebanan gempa, dijelaskan kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa. Pengaruh gempa terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan I_e . Gedung parkir bertingkat dan lapangan Olahraga lainnya memiliki resiko IV.

Tabel 2.1 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Resiko	Faktor Keutamaan Gempa (I_e)
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

(Sumber : SNI 1726 - 2019)

Menurut Darmadi (2016), analisis beban gempa yang akan digunakan pada perencanaan struktur gedung parkir dan lapangan Olahraga ini adalah analisis static equivalent, yaitu salah satu metode menganalisis struktur gedung terhadap pembebanan gempa dengan menggunakan beban gempa nominal static equivalent. Menurut Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung, analisis statik ekivalen dapat dilakukan pada gedung yang memiliki

struktur beraturan. Setiap perancangan struktur gedung harus merencanakan perhitungan beban geser yang terjadi akibat gempa dengan menggunakan rumus:

$$V = \frac{C_1 I}{R} W_t \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

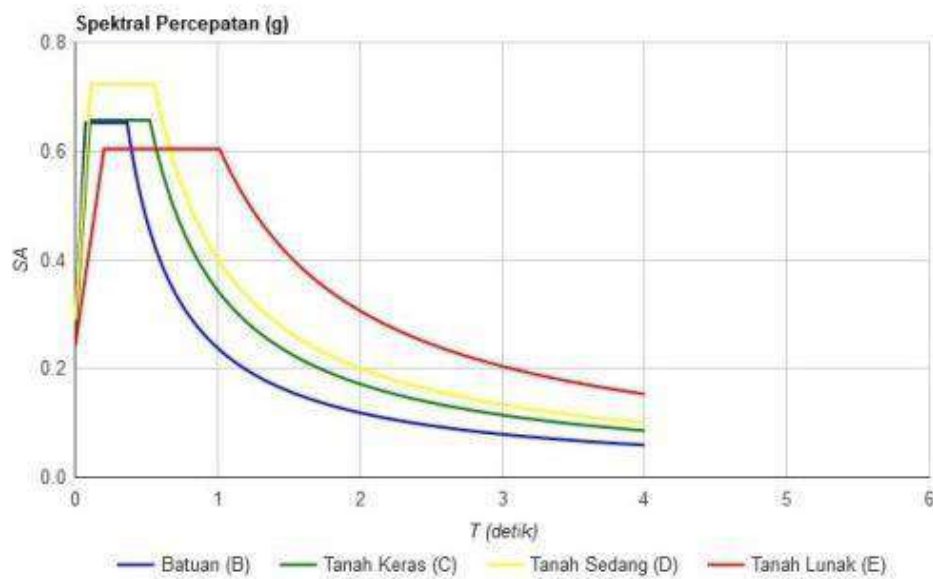
C_1 = nilai faktor respons gempa

R = faktor reduksi gempa

I = faktor keutamaan gedung

W_t = berat total gedung

Respons spectrum menampilkan berbagai klasifikasi situs mulai dari batuan, tanah keras, tanah sedang, dan tanah lunak.



Gambar 2.2 Respons Spectrum Gempa

(Sumber: SNI 1726 : 2019)

2.5 Struktur Beton Bertulang

Penyelesaian perhitungan perencanaan gedung parkir bertingkat dan lapangan Olahraga berpedoman pada peraturan yang berlaku di Indonesia, yaitu SNI 2847-2019 mengenai persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, yang meliputi persyaratan - persyaratan umum serta ketentuan teknis perencanaan dan pelaksanaan struktur beton untuk bangunan gedung atau struktur bangunan lain yang mempunyai kesamaan karakter dengan struktur bangunan gedung (Mahayani, 2020).

2.6 Perencanaan Balok

Balok adalah elemen struktural yang menerima gaya-gaya yang bekerja dalam arah transversal terhadap sumbunya yang mengakibatkan terjadinya momen lentur dan gaya geser sepanjang bentangnya (Dipohusodo, 1994).

Balok merupakan elemen struktural yang menyalurkan beban-beban dari pelat lantai ke kolom sebagai penyangga vertikal. Pada umumnya balok dicor secara monolit dengan pelat dan secara struktural dipasang tulangan dibagian bawah atau dibagian atas dan bawah. Dua hal utama yang dialami oleh balok ialah tekan dan tarik, yang antara lain karena adanya pengaruh lentur ataupun gaya lateral (Wahyudi L dan Rahim, 1999).

2.7 Perencanaan Kolom

Kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya adalah menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral kecil. Apabila terjadi kegagalan pada kolom maka dapat berakibat keruntuhan komponen struktur yang lain yang berhubungan

dengannya atau bahkan terjadi keruntuhan total pada keseluruhan struktur bangunan (Dipohusodo, 1994).

Fungsi kolom didalam konstruksi adalah meneruskan beban dari sistim lantai ke fondasi. Apabila beban pada kolom bertambah, maka retak akan banyak terjadi diseluruh tinggi kolom pada lokasi tulangan sengkang. Saat keadaan batas keruntuhan, selimut beton diluar sengkang atau spiral akan lepas sehingga tulangan arah memanjangnya akan terlihat. Apabila bebanya terus bertambah, maka terjadi keruntuhan dan tekuk local tulangan memanjang (Nawy,1990)

2.8 Perencanaan Pelat

Pelat lantai adalah elemen horisontal utama yang menyalurkan beban hidup maupun beban mati ke kerangka pendukung vertikal dari suatu system struktur. Elemen-elemen tersebut dapat dibuat sehingga bekerja dalam satu arah atau bekerja dalam dua arah (Nawy, 1990). Pelat lantai menerima beban yang tegak lurus terhadap permukaan pelat.

Menurut Dipohusodo, (1994), pelat lantai merupakan panel - panel beton bertulang yang mungkin bertulang satu atau dua arah saja, tergantung system strukturnya. Pelat dapat dianggap sebagai pelat satu arah apabila nilai perbandingan antara panjang dan lebar pelat lebih dari 2, dengan lenturan utama pada arah sisi yang lebih pendek. Struktur pelat satu arah dapat didefinisikan sebagai pelat yang didukung pada dua tepi yang berhadapan sedemikian sehingga lenturan timbul hanya dalam satu arah saja, yaitu pada arah yang tegak lurus terhadap arah dukungan tepi. Apabila nilai perbandingan antara panjang dan lebar pelat tidak lebih dari 2, pelat dianggap sebagai pelat dua arah.

2.9 Perencanaan Pondasi

Pada dasarnya perencanaan suatu bangunan terdiri dari perencanaan struktur atas (*upper structure*) dan struktur bawah (*sub structure*). Struktur atas meliputi bagian bangunan yang berada diatas tanah seperti kolom, balok, pelat dan lain-lain. Struktur bawah meliputi bagian struktur yang berada dibawah tanah, dalam hal ini yang dimaksud adalah pondasi (Mahayani, 2020).

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan jenis pondasi adalah sebagai berikut:

1. Keadaan tanah pondasi
2. Jenis konstruksi bangunan
3. Kondisi bangunan di sekitar pondasi
4. Waktu dan biaya pengerjaan

Secara umum dalam perencanaan pondasi harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Tegangan kontak pada tanah tidak melebihi daya dukung tanah yang diijinkan.
2. *Settlement* (penurunan) dari struktur masih termasuk dalam batas yang diijinkan. Jika ada kemungkinan yang melebihi dari perhitungan awal, maka ukuran pondasi dapat dibuat berbeda dan dihitung secara sendiri-sendiri.

Menurut Wahyusep, (2012) Pemilihan bentuk pondasi yang didasarkan pada daya dukung tanah, perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Bila tanah keras terletak 2-3 meter di bawah permukaan tanah, maka pondasi yang dipilih sebaiknya jenis pondasi langsung

- 2) Bila tanah keras terletak pada kedalaman lebih dari 2 meter di bawah permukaan tanah, maka jenis pondasi yang dipakai adalah pondasi dalam (*borepile* atau tiang pancang).

Keberhasilan dalam perencanaan suatu bangunan yang dihubungkan dengan keadaan tanahnya di bawah dasar pondasi akan ditentukan oleh: (1) tegangan tanah yang diijinkan, dan (2) penurunan yang mungkin terjadi. Terdapat banyak rumus untuk menghitung tegangan ijin tanah, namun dalam perencanaan ini digunakan rumus *Meyerhof* (Mahayani, 2020).

Rumus *Meyerhof* digunakan apabila data tanah yang tersedia berupa data langsung dari nilai sondir, maka rumus yang dipakai adalah:

$$1. \sigma_{all} = Q_c/50 (1+0,3/B)^2 \text{ (untuk pondasi dangkal } B > 1,20 \text{ m)} \dots\dots\dots(2)$$

$$2. \sigma_{all} = Q_c/30 \text{ (untuk pondasi dangkal } B < 1,20 \text{ m)} \dots\dots\dots(3)$$

$$3. \sigma_{all} = Q_c/40 \text{ (untuk besarnya } B \text{ yang sembarang)} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

Q_c = nilai konus (Kg/cm^2)

B = lebar pondasi (m)

D = kedalaman pondasi (m)

σ_{ult} = tegangan tanah ultimit/batas (Kg/cm^2)

σ_{all} = tegangan ijin tanah (Kg/cm^2)

S_f = faktor keamanan

2.10 Struktur Baja Profil

Dalam perencanaan lapangan Olahraga pada bangunan gedung parkir bertingkat dan lapangan Olahraga ini penulis menggunakan baja berat pabrikan dari PT. GUNUNG GARUDA. *Hot-rolled* IWF Gunung Garuda hadir dengan ukuran

standar mulai dari 150 x 75 hingga 600 x 300. PT. GUNUNG GARUDA memiliki panjang standar baja berat yang dapat dilayani yaitu sepanjang 12 meter.

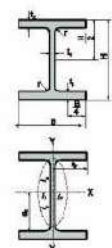
Tabel 2.2 Spesifikasi Standar Baja IWF PT. GUNUNG GARUDA

WIDE FLANGE (IWF)

Metric Size | JS 3192

STANDARD SECTIONAL DIMENSIONS						SECTION AREA	UNIT WEIGHT		INFORMATIVE REFERENCE								REMARKS
Nominal Dimensional	H x B	t1	t2	r	A				GEOMETRICAL MOMENT OF INERTIA		RADIUS OF GYRATION OF AREA		MODULUS OF SECTION				
									Ix	Iy	Ix	Iy	Zx	Zy			
mm	mm x mm	mm	mm	mm	cm²	Kg/m	Kg/12m	cm⁴	cm⁴	cm	cm	cm³	cm³				
150 x 75	150 x 75	5	7	8	17.85	14	168	666	49.5	5.11	1.05	68.8	13.2				
150 x 100	148 x 100	6	9	8	26.35	21.1	253	1,000	150	6.17	2.39	135	30.1				
200 x 100	199 x 99	4.5	7	11	23.18	18.2	216	1,589	114	8.26	2.21	190	23.0				
	200 x 100	5.5	8	11	27.16	21.3	256	1,840	134	8.34	2.22	184	26.8				
200 x 150	194 x 150	6	9	8	38.11	30.8	367	2,830	507	8.30	3.65	271	67.6				
250 x 125	248 x 124	5	8	12	32.68	25.7	308	3,540	255	10.4	2.79	255	41.1				
	250 x 125	6	9	12	37.66	29.6	355	4,050	294	10.4	2.79	324	47.0				
300 x 150	299 x 149	5.5	8	13	40.80	32	384	6,320	442	12.4	3.29	424	59.3				
	300 x 150	6.5	9	13	46.78	36.7	440	7,210	508	12.4	3.29	481	67.7				
350 x 175	345 x 174	6	9	14	52.68	41.4	497	11,100	792	14.5	3.88	641	81.0				
	350 x 175	7	11	14	53.14	49.8	585	13,600	984	14.7	3.95	775	112				
400 x 200	399 x 199	7	11	16	72.16	56.6	679	20,000	1,450	16.7	4.48	1,010	145				
	400 x 200	8	13	16	84.12	66	762	23,700	1,740	16.8	4.54	1,160	174				
450 x 200	450 x 200	9	14	18	96.8	76	912	33,900	1,870	18.6	4.40	1,480	187				
500 x 200	500 x 200	10	16	20	114.23	89.6	1075	47,800	2,140	20.6	4.43	1,910	214				
600 x 200	600 x 200	11	17	22	134.4	106	1272	77,600	2,280	24.0	4.12	2,560	228				
600 x 300	598 x 300	12	20	28	192.6	151	1812	181,000	9,020	24.80	6.85	4,020	601				

NOTE : Non standard sizes are available upon request and subject to minimum quantity



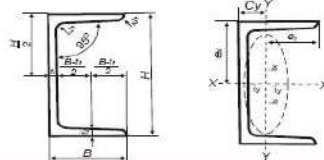
(Sumber : Catalog PT. Gunung Garuda, 2012)

Tabel 2.3 Spesifikasi Standar Baja C-Channel PT. GUNUNG GARUDA



UNP

Product Specifications
Hot Rolled



Metric Size

Standard Sectional Dimensions				Section Area A cm ²	Unit Weight W Kg/m	Center of Gravity C _y cm	Informative Reference					
A x B mm x mm	t ₁ mm	t ₂ mm					Geometrical Moment of Inertia		Radius of Gyration		Modulus of Section	
							I _x cm ⁴	I _y cm ⁴	I _x cm	I _y cm	Z _x cm ³	Z _y cm ³
75 x 40	5	7		8.818	6.92	1.27	75.9	12.4	2.93	1.19	20.2	4.54
100 x 50	5	7.5		11.92	9.36	1.55	189	26.9	3.98	1.5	37.8	7.82
125 x 65	6	8		17.11	13.4	1.94	425	65.5	4.99	1.96	68	14.4
150 x 75	6.5	10		23.71	18.6	2.31	864	122	6.04	2.27	115	23.6
150 x 75	9	12.5		30.59	24	2.31	1060	147	5.86	2.19	140	28.3
180 x 75	7	10.5		27.2	21.4	2.15	1380	137	7.13	2.24	150	25.5
200 x 70	7	10		26.92	21.1	1.85	1620	113	7.77	2.04	162	21.8
200 x 80	7.5	11		31.33	24.6	2.24	1950	177	7.89	2.38	195	30.8
200 x 90	8	13.5		38.65	30.3	2.77	2490	286	8.03	2.72	249	45.9
250 x 90	9	13		44.07	34.6	2.43	4180	306	9.74	2.64	335	46.5
250 x 90	11	14.5		51.17	40.2	2.39	4690	342	9.57	2.68	375	51.7
300 x 90	10	15.5		55.74	43.8	2.33	7400	373	11.5	2.54	494	56
300 x 90	12	16		61.9	48.6	2.25	7870	391	11.3	2.51	525	57.9
380 x 100	10.5	16		69.39	54.5	2.41	14500	557	14.5	2.83	762	73.3
380 x 100	13	16.5		78.96	62	2.29	15600	584	14.1	2.72	822	75.8
380 x 100	13	20		85.71	67.3	2.5	17600	671	14.3	2.8	924	89.5

(Sumber : Catalog PT. Gunung Garuda, 2012)

2.11 Program SAP 2000 versi 2016

Program *SAP (Structure Analysis Program)* merupakan program yang berasal dari *Universitas of California at Berkeley, USA* sekitar tahun 1970, dari tahun ketahun *SAP* mengalami perkembangan yang cukup berarti, dari *SAP* yang under *DOS* hingga sekarang sudah sampai ke *SAP* yang under window, Maka Untuk melayani keperluan komersial dari program *SAP* pada tahun 1975 dibentuklah perusahaan Komputer yang diberi nama, *CSI (Computer and structure, Inc)*. Perusahaan ini dipimpin oleh Ashraf Habibullah, yang sampai sekarang masih tetap eksis dan berkembang.

Program *SAP 2000* ini memiliki beberapa kelebihan, terutama dalam perancangan struktur baja dan beton, dalam perancangan struktur baja *SAP 2000* dapat merancang elemen struktur dengan menggunakan profil baja yang optimal dan seekonomis mungkin, sehingga dalam penggunaanya tidak perlu menentukan elemen awal dengan profil pilihannya, tetapi cukup memberikan data profil dari database yang ada pada *SAP 2000*, dan ini hanya berlaku untuk perancangan struktur baja, sedangkan untuk perancangan struktur beton kita tetap harus menentukan elemen awal sebagai asumsi awal perancangan yang kemudian nanti diperoleh luas tulangan totalnya (Defvi, 2017).

UNMAS DENPASAR