

Perencanaan Struktur Parkiran Bertingkat (*Building Park*) Obyek Wisata Telaga Sarangan Bermetode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah

Diterima:

1 Juli 2023

Revisi:

1 Juli 2023

Terbit:

10 Agustus 2023

¹Wahyu Budianto, ²Kusnadi Jarek

^{1,2} Teknik Sipil, Universitas Doktor Nugroho

^{1,2} Magetan, Indonesia

E-mail: ¹wahyu.budianto2382@gmail.com,

²kusnadjr80@gmail.com

ABSTRACT

The vehicle parking building at the Sarangan Lake tourism object used in the planning and preparation of the thesis is located to the east of the lake. The building area is ± 512 m² and has 2 floors. Based on the results of the Standard Penetration Test (SPT), it is known that the building was built on land with moderate soil conditions (SD site class) and based on its function is included in risk category IV, so this lecture building is included in seismic design category C. In this final project, building modifications were made which is located on the roof, originally using a steel frame modified into a concrete plate. Structural calculations in this building will be planned using the Intermediate Moment Resisting Frame System (SRPMM) method.

Building planning refers to building construction regulations in Indonesia. Earthquake analysis in this planning uses the equivalent static analysis method based on SNI 1726:2012 concerning Procedures for Planning Earthquake Resistance for Building and Non-Building Structures and Indonesia's Hazard Map 2010 with a probability of exceeding 10% in 50 years, the entire structure is reinforced concrete referring to SNI 2847:2013 concerning Structural Concrete Requirements for Buildings, SNI 1727:2013 concerning Minimum Loads for the Design of Buildings and Structures, while structural analysis used the SAP2000 program. Control the need for reinforcement in the column using the PCAColumn program. The structural calculation process includes determining the structural system, loading analysis, structural modeling, internal force analysis, reinforcement calculation, and checking structural element requirements. The secondary structure is in the form of plates and stairs which are carried by the primary structure, namely beams and columns. The bottom structure consists of sloof. From the results of structural analysis using the Intermediate Moment Resisting Frame System method, the main beam dimensions are 50 x 75 cm and columns 70 x 70 cm with 12D25 reinforcement configuration. The results of the calculation of the reinforcement volume and the volume of the main structure concrete obtained a ratio of 181.397 Kg/m³ for the longitudinal frame and 162.488 Kg/m³ for the transverse frame. One of the economic levels of the planned structure can be seen from the ratio of reinforcement volume to concrete volume. At the end, the method of carrying out the column structure work is also included in the form of the stages of carrying out the column work.

Keywords: Multi-storey Parking Structures, Building Parks, Intermediate Moment Resisting Frame Systems.

I. PENDAHULUAN

Perencanaan struktur merupakan suatu proses desain berdasarkan peraturan-peraturan yang berlaku. Struktur gedung dirancang untuk memberikan jaminan keselamatan penghuni gedung, maka dari itu gedung yang direncanakan harus memenuhi standart. Salah satu standart yang digunakan untuk perencanaan struktur bangunan tahan gempa adalah SNI-1726-2012. Ada beberapa sistem struktur yang dapat diterapkan dalam bangunan untuk menahan gempa berdasarkan SNI-1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung, salah satu sistem struktur yang dapat diterapkan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM). Sistem Rangka Pemikul Momen dibagi menjadi tiga jenis yaitu, Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) untuk Kategori Desain Seismik A dan B, Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) untuk Kategori Desain Seismik A, B dan C dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) untuk Kategori Desain Seismik A, B, C, D, E, dan F.

Perencanaan Struktur Parkiran Bertingkat (Building Park) dengan modifikasi atap rangka baja menjadi atap pelat beton pada tugas akhir penulisan skripsi ini menggunakan metode Struktur Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) karena berdasarkan hasil Standart Penetrasi Tes (SPT) termasuk dalam kelas situs sedang (SD) dan sesuai dengan peraturan perencanaan beban gempa, gedung yang berlokasi di sebelah sisi timur obyek wisata Telaga Sarangan, Kabupaten Magetan ini termasuk dalam kategori resiko IV karena merupakan bangunan fasilitas yang penting (fasilitas obyek pariwisata) dimana diperlukan tempat parkir yang berdaya tampung besar dengan memanfaatkan luas lahan yang terbatas. Digunakan peta Hazzard Indonesia periode 500 tahun dalam menentukan system struktur yang digunakan karena data tanah termasuk dalam kategori situs tanah sedang. Berdasarkan Peta Hazzard Indonesia (Kementerian Pekerjaan Umum) 2010 dengan probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun bangunan ini termasuk dalam Kategori Desain Seismik C. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah adalah suatu sistem rangka ruang yang menitik beratkan kewaspadaan terhadap kegagalan struktur akibat keruntuhan geser, dengan komponen-komponen yang dapat menahan gaya lentur, gaya geser, dan aksial sesuai dengan SNI-2847-2013.

Pemodelan perencanaan struktur akan digunakan aplikasi SAP2000. Perencanaan gempa dihitung dengan analisa respon spektrum. Perencanaan struktur

beton bertulang tempat parkir kendaraan ini menggunakan metode SRPMM karena sesuai dengan kondisi yang termasuk dalam Kategori Desain Seismik C.

II. METODE

Pendekatan, Tempat dan Waktu Penelitian

Dalam penyusunan laporan penelitian teknik sipil ini penulis menggunakan pendekatan analitis yang berfokus pada analisis matematis dan pemodelan untuk memahami perilaku struktur atau sistem teknik sipil. Peneliti menggunakan persamaan dan teori yang ada untuk mengembangkan model yang menggambarkan fenomena yang sedang diteliti.

Jadwal penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Juli tahun 2023. Lokasi perencanaan gedung parkir bertingkat berlokasi di sebelah sisi timur obyek wisata Telaga Sarangan, Kabupaten Magetan yang terletak pada lintang - 7.6769116 dan bujur 111.2226062.

Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Secara garis besar data yang dibutuhkan dalam perancangan dan perhitungan struktur utama gedung ini adalah:

1. Deskripsi Umum Bangunan

Deskripsi umum bangunan meliputi fungsi bangunan dan lokasi yang akan didirikan. Denah dan Sistem Struktur Bangunan

Denah sistem struktur bangunan adalah rencana struktur yang akan direncanakan, seperti atap, portal, dan lain-lain sebagainya yang berfungsi sebagai perhitungan perencanaan lebih lanjut.

2. Wilayah Gempa Bangunan Sekitar

Di dalam merencanakan suatu bangunan membutuhkan ketelitian dalam perhitungan pembebanan salah satunya pembebanan yang diakibatkan oleh gempa.

3. Data Tanah Berdasarkan Penyelidikan Tanah

Data tanah berfungsi untuk merencanakan struktur bangunan bawah yang akan digunakan (pondasi).

Nilai-nilai yang diperoleh dari penyelidikan tanah tersebut di atas digunakan untuk menghitung daya dukung pondasi yang diijinkan untuk dipikul pondasi. Data Gedung Parkir Bertingkat adalah sebagai berikut:

1. Data Bangunan

Lokasi : Desa Sarangan, Kec. Plaosan, Kab. Magetan

Fungsi Bangunan : Lahan Parkir

Luas Bangunan : 52,68 m X 28,42 m

Jumlah Lantai : 2 Lantai

Konstruksi Bangunan : Beton Bertulang

Konstruksi Atap : Pelat Beton Bertulang

2. Data Tanah

Data tanah yang digunakan adalah data tanah dari laboratorium yang diperoleh dari pengujian tanah di wilayah lereng timur Gunung Lawu Magetan yaitu berupa hasil tes SPT (*Standard Penetration Test*).

3. Data Gambar

Data Gambar meliputi gambar denah, gambar tampak, dan gambar potongan, yang akan digunakan untuk merencanakan dimensi elemen struktur.

4. Data Bahan

Mutu bahan yang digunakan pada perencanaan adalah:

- a) Mutu beton (f_c') : 30 Mpa
- b) Mutu baja (f_y) : 400 Mpa (untuk tulangan utama)
- c) Mutu baja (f_{ys}) : 240 Mpa (untuk tulangan sengkang)

Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Dalam penyusunan laporan penelitian yang akan dilakukan ini meliputi berbagai tahapan, di antaranya:

1. Persiapan dan Perizinan
2. Studi Literatur
3. Kompilasi Data
4. Analisis Data
5. Penyusunan Laporan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penentuan metode yang digunakan untuk perhitungan struktur ditentukan sesuai dengan SNI 031726-2012 dan peta Hazzard Indonesia (Kementerian Pekerjaan umum) 2010 dengan dengan probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun. Penentuan

system struktur tergantung pada kategori desain seismik bangunan. Berikut penentuan sistem struktur untuk perencanaan Gedung Parkir Dua Lantai di Wista Telaga Sarangan:

1) Klasifikasi Situs

Jenis kategori tanah dalam pasal 5.3 SNI 03-1726-2012 dibedakan menjadi batuan keras, batuan, tanah keras, sedang, lunak, dan khusus. Jenis tanah yang digunakan merupakan Tanah Sedang berdasarkan perhitungan menggunakan perhitungan data tanah SPT seperti berikut.

Tabel 1 Perhitungan klasifikasi situs

d	di	Ni	di/Ni
d1	3	9	0.33
d2	3	7	0.43
d3	3	21	0.14
d4	3	44	0.07
d5	3	60	0.05
d6	3	60	0.05
d7	3	60	0.05
d8	3	60	0.05
Σ	24		1.17

Berdasarkan diatas, apabila nilai $\bar{N} = 20,46$ maka tergolong dalam situs SD (tanah sedang) karena $1 > N > 50$.

2) Faktor Percepatan Batuan Dasar (Ss, S1)

Parameter S1 (percepatan batuan dasar pada perioda pendek) dan Ss (percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik) harus ditetapkan masing-masing dari respons spektral percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik dengan kemungkinan 10 persen terlampaui dalam 50 tahun (MCER, 10 persen dalam 50 tahun), dan dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi. Nilai Ss = 0,3 dan S1 = 0,1 berdasarkan Peta Hazard Indonesia.

3) Faktor Koefisien Situs (Fa, Fv) dan Parameter Respon (SMS, SM1)

Nilai Fa dan Fv ditentukan dengan menggunakan cara interpolasi yang ditentukan berdasarkan pada Tabel 2.4 dan Tabel 2.5.

Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek (Fa) = 1,56

Faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran perioda 1 detik (F_v)
 $= 2,40$

Parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek (SMS) = $F_a \times S_s =$
 $1,56 \times 0,3 = 0,47$

Parameter spektrum respons percepatan pada perioda 1 detik (SM1) = $F_v \times S_1 =$
 $2,4 \times 0,1 = 0,24$

4) Parameter Percepatan Desain (S_{d1} , S_{ds})

Parameter percepatan spektral desain untuk perioda pendek

$$S_{DS} = 2/3 \text{ SMS} = 2/3 \times 0,47 = 0,31$$

Parameter percepatan spektral desain untuk perioda 1 detik

$$S_{d1} = 2/3 \times S_{M1} = 2/3 \times 0,24 = 0,16$$

sesuai dengan SNI 03-1726-2012 Pasal 6.3

5) Faktor Keutamaan Gempa (I)

Sesuai dengan Tabel SD1, Gedung ini termasuk dalam kategori risiko IV dan berdasarkan Tabel SD2 Kategori risiko IV memiliki faktor keutamaan gempa (I_e)
 $= 1,5$. 6. Menentukan Kategori Desain Seismik (KDS) sesuai tabel terlampir.

Karena nilai S_{DS} didapatkan sebesar 0,31, dan gedung memiliki kategori risiko IV, maka gedung ini tergolong dalam kategori desain seismik C.

Karena nilai S_{d1} didapatkan sebesar 0,16, dan gedung memiliki kategori risiko IV, maka gedung ini tergolong dalam kategori, maka Gedung Parkir Dua Lantai ini termasuk dalam KDS C, sehingga menggunakan sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM).

B. Pembahasan

1. Perencanaan Struktur Atap

Dalam perencanaan atap, adapun pedoman yang dipakai, sebagai berikut:

- Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987).
- Rudy Gunawan. 1988. Tabel Profil Kontruksi Baja. Penerbit Kanisius Yogyakarta.
- Agus Setiawan. 2013. Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD. Penerbit Erlangga Jakarta.

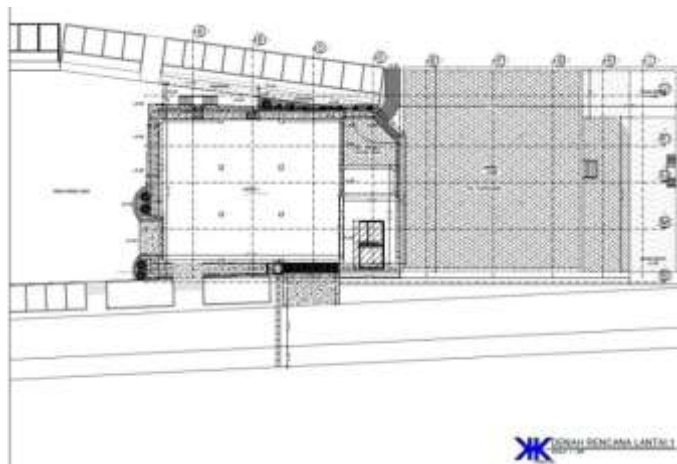
- SNI 03- 1729- 2002. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung.

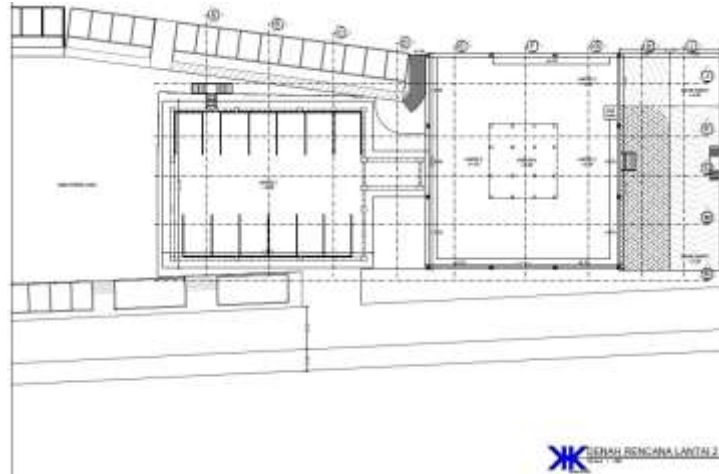
Atap direncanakan menggunakan struktur kuda – kuda baja yang berbentuk pelana. Perhitungan berdasarkan pada panjang bentang kuda – kuda, dan memperhatikan terhadap beban yang bekerja, yang meliputi beban mati, beban hidup serta beban angin. Setelah memperhtiakn beban yang berpengaruh, kemudian tahap perencanaan serta perhitungan dimensi batang kuda – kuda tersebut.

2. Perencanaan Balok dan Kolom

Dalam perencanaan Balok dan Kolom, pedoman yang dipakai:

- Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG1987)
- SNI03-1726-2012.Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- SNI03-2847-2002.Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung.

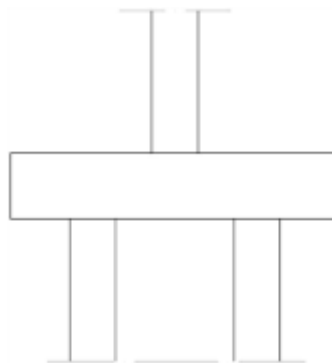




Gambar 3 Denah rencana lantai gedung parkir bertingkat
(Sumber: Materplan CV. Kiano Konsultan)

3. Perencanaan Pondasi

Pondasi merupakan struktur bangunan bawah yang berfungsi menyalurkan beban yang ada di atasnya ke tanah dasar. Maka dari itu perencanaan suatu pondasi sebelumnya harus dilakukan penyelidikan tanah pada lokasi yang dituju. Perencanaan suatu pondasi bangunan diperhitungkan terhadap gaya aksial, gaya geser dan terhadap momen lentur. Pada perencanaan akan digunakan pondasi tiang pancang, dengan kapasitas daya duung diperhitungkan berdasarkan tahanan ujung (*end bearing*) dan gesekan tiang dengan tanah (*friction*). Suatu pemilihan pondasi juga dilihat dari beberapa faktor seperti kondisi atau karakteristik tanah pada lokasi, beban yang akan dipikul oleh pondasi serta biaya atau kemudahan dalam pelaksanaannya.



Gambar 4.33 Permodelan pondasi
(Sumber: Dokumentasi pribadi Program AutoCAD)

a. Pedoman Perhitungan Pondasi

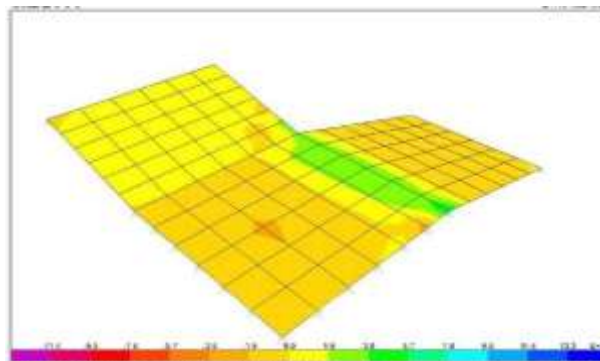
Dalam perencanaan Pondasi, pedoman yang dipakai: SNI 2847: 2013, “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung”.

b. Perencanaan Pondasi

Perhitungan pondasi direncanakan berdasarkan gaya maksimum pada kombinasi pembebanan yang ada. Dalam perencanaan ini, pondasi yang digunakan adalah *spun pile*. Dimana pile akan bertumpu pada tanah keras. Penggunaan pondasi tiang kelompok direncanakan dengan jarak antar tiang tidak lebih kecil dari 3 kali diameter tiang dengan perencanaan *pile cap* dikelompokkan berdasarkan jumlah tiang pancang dan dimensi kolom.

4. Perencanaan RAM

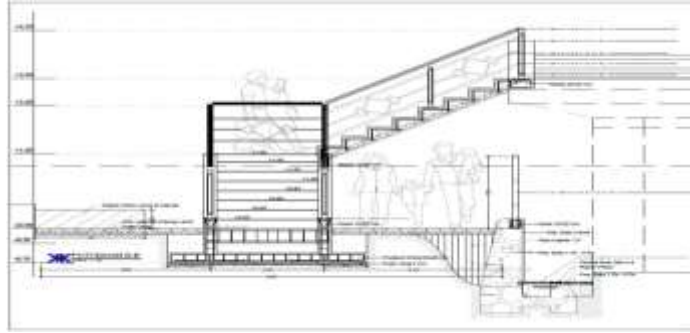
Perencanaan struktur ramp sama halnya dengan perencanaan struktur tangga. Ramp merupakan struktur penghubung lantai satu dengan lantai yang ada di atasnya. Ramp ini merupakan tangga naik untuk kendaraan dengan bentuk lurus. Syarat kenyamanan yang digunakan menggunakan aturan acuan dimensi dan sudut naik ramp. Untuk menghasilkan struktur ramp yang nyaman untuk dilalui, maka perencanaan ramp sebagai berikut.



Gambar 4 Pemodelan Analisa Struktur RAM (M_{11})
(Sumber: Dokumentasi Pribadi Program SAP2000)

5. Perencanaan Tangga

Tangga adalah bagian dari struktur yang berfungsi untuk menghubungkan struktur bawah dengan struktur atas sehingga mempermudah orang untuk dapat mengakses atau mobilisasi orang keatas dan kebawah struktur lantai.



Gambar 5 Permodelan Tangga
(Sumber: Masterplan CV. Kiano Konsultan, 2018)

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil akhir penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis mengambil beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Perhitungan perencanaan struktur gedung parkir dua lantai wisata Sarangan ini mengacu pada beberapa pedoman, yaitu:
 - a. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2013.
 - b. Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang (Gideon Kusuma, 1993).
 - c. Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung SNI 03-1726-2012.
 - d. Pedoman Perencanaan Pembangunan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987).
 - e. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung SNI 03-1729-2002.
 - f. Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD, (Agus Setiawan, 2013).
 - g. Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural SNI 1729:2015.
2. Perhitungan tulangan pada struktur atap, plat lantai, balok, tie beam, kolom, dibantu menggunakan SAP 2000 versi 14. Dimana di peroleh nilai momen, gaya lintang dan torsi yang berbeda-beda. Dari nilai tersebut diambil nilai maksimum dan dikelompokkan untuk mempermudah perhitungan.
3. Perhitungan beban gempa mengacu pada Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung SNI 03-1726-2012.

4. Perhitungan struktur pondasi menggunakan perhitungan manual dengan data sondir, dan penyelidikan tanah dari Laboratorium ITS, akan tetapi untuk nilai momen, gaya aksial berdasarkan perhitungan SAP 2000 versi 14.
5. Hasil analisis perhitungan momen, gaya batang, torsi, serta frekuensi getaran gempa dapat dilihat dari print out SAP 2000 terlampir.

B. Saran

Berdasarkan kendala yang penyusun hadapi selama penyusunan laporan tugas akhir ini. Penyusun memberikan beberapa saran dalam perencanaan struktur gedung antara lain:

1. Dalam penyusunan tugas akhir hendaknya perlu mengikuti perkembangan peraturan dan pedoman-pedoman standar dalam perencanaan struktur, sehingga bangunan yang dihasilkan dapat memenuhi persyaratan yang terbaru.
2. Mencari sumber buku yang lebih banyak untuk menambah wawasan pengetahuan mengenai dasar-dasar untuk merencanakan sebuah struktur gedung.
3. Rutin melakukan kegiatan bimbingan laporan tugas akhir untuk mendapatkan masukan, penyelesaian masalah yang dihadapi.
4. Untuk mendapatkan hasil akurat perhitungan disarankan penyusun tugas akhir sudah menguasai mengenai program SAP 2000.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian; Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Linda Widyastani P. 2010. *Perencanaan Bangunan Gedung Kuliah Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang*. Ensiklopedia Research and Community Service Review, 43-150.
- Arifah, A.G. & Akbar, M. Riziq. 2017. *Perencanaan Struktur Gedung Kuliah Fakultas Teknik di Malang dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah*. Tugas Akhir Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS Surabaya.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural SNI 1729:2015*. Jakarta: BSN.

- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 03-1726-2012)*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013)*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2013)*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2013*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Rumah Dan Gedung SNI 1726-2012*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2003. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung SNI 03-1729-2002*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 1991. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002*. Jakarta: BSN.
- Chu Kia Wang, C. G. (n.d.). 1994. *Desain Beton Bertulang Jilid 1 dan 2 Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembangunan Untuk Rumah Dan Gedung (PPPURG)*. Jakarta: Departemen PU RI.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Bandung: Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Bangunan Gedung (PPIUG)*. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Kusuma, Gideon H. 1993. *Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang Jilid 4*. Jakarta: Erlangga.
- Laboratorium Beton dan Bangunan FTSP ITS. 1992. *Tabel Grafik dan Diagram Interaksi untuk Perhitungan Struktur Beton Berdasarkan SNI 1992*. Surabaya: ITS Library.
- Purwanto. 2006. *Bahan Ajar Beton 1*. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Semarang.
- Setiawan, Agus. 2013. *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*. Jakarta: Erlangga