

STUDI PERANCANGAN ULANG STRUKTUR ATAS MENGGUNAKAN BAJA KOMPOSIT GEDUNG BUSINESS CENTRE DI JAKARTA SELATAN

Idrus M. Alatas, Syahril Taufik, Ayu Anggraeni
Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Sains dan Teknologi Nasional

Jl. Moch. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah P.O Box 7715 JKS LA
Kelurahan Jagakarsa – Jakarta selatan 12620, Telp. 7888275

Email: idrusrmalatas@istn.ac.id, syahriltaufik@istn.ac.id, yuarani16@gmail.com

Abstrak

Struktur baja komposit dikenal dengan kekuatan layannya yang lebih baik untuk pembangunan konstruksi dari pada penggunaan struktur yang hanya baja atau beton bertulang saja. LRFD merupakan metode yang lebih sering digunakan pada perancangan yang melibatkan struktur baja. Peninjauan dimensi kolom dan balok yang merupakan kerangka utama sebuah konstruksi gedung perlu dilakukan untuk menghasilkan berat bangunan yang lebih ringan yang juga berpengaruh pada reaksi pondasi dalam menerima beban yang akan dipikul. Berdasarkan hasil tinjauan didapatkan dimensi balok dan kolom desain baja komposit lebih kecil dari bangunan eksisting beton bertulang, berat bangunan yang terdiri dari kolom dan balok pada struktur desain baja komposit yang didapat pun berkurang sebesar 20,12% atau sekitar 1/5 dari berat struktur eksisting beton bertulang. Disimpulkan pondasi menerima beban yang lebih ringan pada penggunaan struktur desain baja komposit, dengan digunakan ukuran dan jenis pondasi yang sama seperti struktur eksisting beton bertulang maka efisiensi pondasi dinyatakan meningkat dengan beban yang diterima hanya sebesar 79,88%.

Kata Kunci: struktur baja komposit, metode LRFD, pengaruh berat bangunan terhadap efisiensi pondasi

Abstract

Composite steel structures are known for their better serviceability for construction than the use of only steel or reinforced concrete structures. LRFD is a method that is more often used in designs involving steel structures. A review of the dimensions of columns and beams which are the main framework of a building construction needs to be carried out to produce a lighter building weight which also affects the reaction of the foundation in accepting the load to be carried. Based on the results obtained, the beam and column dimensions of the composite steel design are smaller than the existing reinforced concrete building, consisting of columns and the composite steel structure obtained is reduced by 20.12% or about 1/5 of the existing weight of reinforced concrete. It was concluded that the foundation to receive a lighter load on the use of composite steel structures, by using the same size and type of foundation as the reinforced concrete existing structure, the foundation increased with the received load of 79.88%.

Keyword: composite steel structure, LRFD method, effect of building weight on foundation efficiency

PENDAHULUAN

Peningkatan penduduk setiap tahunnya di wilayah perkotaan mengakibatkan keterbatasan lahan guna membangun hunian masyarakat, perkantoran, ataupun fasilitas umum lainnya. Membangun bangunan tinggi (*high rise building*) kini menjadi salah satu solusi yang dilakukan untuk menghemat penggunaan lahan (Anonim, 2021).

Berdasarkan hasil perbandingan antara penggunaan struktur baja komposit dengan struktur beton bertulang jika ditinjau dari segi pengerjaan struktur baja komposit lebih cepat sekitar $\pm 17,14\%$ dibandingkan dengan struktur beton bertulang. Namun dari segi biaya pembangunan menggunakan struktur beton bertulang lebih murah sekitar $\pm 21,93\%$ dibandingkan menggunakan struktur baja komposit (Sihabudin, 2018).

Struktur baja komposit merupakan gabungan antara profil baja dan beton yang mengalami aksi sehingga mampu memikul beban tekan maupun lentur (Suprpto dkk, 2016). Beberapa kelebihan dari penggunaan baja komposit adalah struktur menjadi lebih kaku, mengurangi tinggi profil baja, dan bentang layan pada balok semakin besar (Mulifandi dkk. 2017).

Kelebihan lain dari struktur baja komposit adalah beban mati yang dihasilkan lebih ringan daripada struktur beton bertulang dan relatif lebih baik dalam menahan beban gempa (Bahrudin, dkk. 2019).

Dengan beberapa kelebihan yang dimiliki oleh baja komposit seperti dijelaskan di atas, maka dari itu penulis tertarik untuk melakukan perancangan ulang struktur atas gedung *business centre* 10 lantai struktur eksisting beton bertulang menjadi struktur desain baja komposit di daerah Jakarta Selatan.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis perancangan ulang struktur baja komposit gedung *business center* 10 lantai di Jakarta Selatan.
2. Menganalisis permodelan struktur portal menggunakan *software ETABS*.
3. Mengevaluasi hasil perbandingan dimensi, berat bangunan dan efisiensi beban yang diterima oleh pondasi antara penggunaan struktur desain baja komposit dengan struktur eksisting beton bertulang.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif, perancangan struktur desain baja komposit menggunakan metode LRFD, perhitungan menggunakan bantuan *software Microsoft Excel*, permodelan dan analisis *frame design* bangunan menggunakan *software ETABS*.

Lokasi Gedung *Business Centre* berada di Jl. TB. Simatupang, Kelurahan Jatipadang, Kecamatan Pasar Minggu, Jakarta Selatan ditunjukkan pada Gambar 1 adalah sebagai berikut:



Gambar 1 Peta Lokasi Gedung *Business Centre*



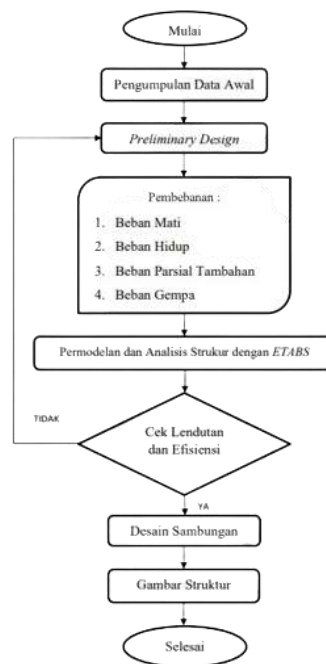
Gambar 2 Denah Lantai 1 Gedung *Business Centre*

Tabel 1 Perbandingan Spesifikasi Struktur Eksisting Beton Bertulang dengan Struktur Desain Baja Komposit

Variabel	Eksisting	Desain
Spesifikasi Bangunan		
Panjang Bangunan	25 m	25 m
Lebar Bangunan	20 m	20 m
Tinggi Bangunan	35.90 m	35.90 m
Jumlah Lantai	10 Lantai	10 Lantai
Jenis Struktur	Beton	Komposit
Mutu Beton (f'_c)		
Kolom	25 MPa	25 MPa
Balok	25 MPa	-
Tie-Beam	25 MPa	25 MPa
Pelat Lantai	25 Mpa	25 MPa
Pilecap	25 MPa	25 MPa

Pondasi Tiang Spun Pile	41,5 MPa	41,5 MPa
Mutu Baja		
Kolom Profil I, BJ 37 (f_y)	-	240 MPa
Balok Profil I, BJ 37 (f_y)	-	240 MPa
Baja Tulangan Longitudinal, BjTS 280 (f_y)	400 MPa	400 MPa
Baja Tulangan Sengkang, BjTS 280 (f_y)	400 MPa	400 MPa
Tebal Pelat Lantai		
Lantai Base	200 mm	200 mm
Lantai 1	150 mm	150 mm
Lantai 2 – Lantai Atap	140 mm	140 mm
Lantai Lantai Atap Daak	120 mm	120 mm

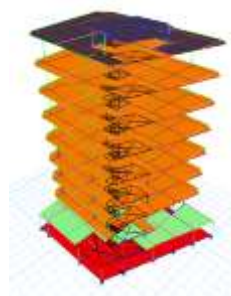
Alur perencanaan pada penelitian ini dijelaskan pada Gambar 3 adalah sebagai berikut:



Gambar 3 Flow Chart Perencanaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisa perancangan ulang balok dan kolom menggunakan struktur desain baja komposit gedung *bussines centre* didapatkan hasil yang tertera pada Tabel 2 dan Tabel 3, hasil beban vertikal yang diterima pondasi pada Tabel 4 sebagai berikut:



Gambar 4 Permodelan Desain Struktur Gedung



Gambar 5 Portal Arah X

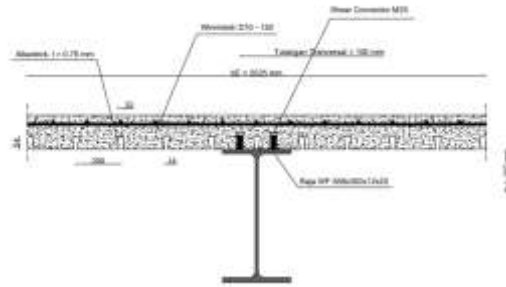


Gambar 6 Portal Arah Y

Tabel 2 Hasil Dimensi Balok Komposit

Nama Lantai	Balok Eksisting	Balok Desain	Nama Lantai	Balok Eksisting	Balok Desain
Lantai Base	TB35x60 TB40x70	TB35x60 TB40x70	Lantai 6	B20x40	WF 396x199
				B25x40	WF 350x175
				B30x60	WF 298x149
				B35x70	WF 600x200
				B40x75	WF 450x200
Lantai 1	B20x40 B25x40 B30x50 B30x60 B35x70 B40x75	WF 250x125 WF 396x199 WF 450x200 WF 148x100 WF 588x300 WF 600x200	Lantai 7	B20x40	WF 396x199
				B25x40	WF 350x175
				B30x60	WF 298x149
				B35x70	WF 600x200
				B40x75	WF 450x200
				B40x75	WF 450x200
Lantai 2	B20x40 B25x40 B30x60 B35x70 B40x75	WF 396x199 WF 350x175 WF 298x149 WF 600x200 WF 450x200	Lantai 8	B20x40	WF 396x199
				B25x40	WF 350x175
				B30x60	WF 298x149
				B35x70	WF 600x200
				B40x75	WF 450x200
Lantai 3	B20x40 B25x40 B30x60 B35x70 B40x75	WF 396x199 WF 350x175 WF 298x149 WF 600x200 WF 450x200	Lantai Atap	B20x40	WF 396x199
				B25x40	WF 350x175
				B30x60	WF 298x149
				B35x70	WF 600x200
				B40x75	WF 450x200
Lantai 4	B20x40 B25x40 B30x60 B35x70 B40x75	WF 396x199 WF 350x175 WF 298x149 WF 600x200 WF 450x200	Lantai Atap Daak	B20x40	WF 250x125
				B20x40	WF 250x125
				B20x40	WF 250x125
				B20x40	WF 250x125
Lantai 5	B20x40 B25x40 B30x60 B35x70 B40x75	WF 396x199 WF 350x175 WF 298x149 WF 600x200 WF 450x200			

Sumber: Hasil Analisis, 2022



Gambar 7 Balok Komposit

Tabel 3 Hasil Dimensi Kolom Komposit

Nama Lantai	Kolom Eksisting	Kolom Desain	Nama Lantai	Kolom Eksisting	Kolom Desain
Lantai Base	-	-	Lantai 6	K2 60x60 K3 40x120	K 50x50 WF 300x300 K 50x50 WF 300x300 K 40x40 WF 200x200
Lantai 1	K1 70x70 K2 60x60 K3 40x120 K4 40x40	K 60x60 WF 300x300 K 60x60 WF 300x300 K 60x60 WF 300x300 K 40x40 WF 200x200 K 25x25 WF 100x100	Lantai 7	K2 60x60 K3 40x120	K 50x50 WF 300x300 K 50x50 WF 300x300 K 40x40 WF 200x200
Lantai 2	K1 70x70 K2 60x60 K3 40x120	K 60x60 WF 300x300 K 60x60 WF 300x300 K 60x60 WF 300x300 K 40x40 WF 200x200	Lantai 8	K2 60x60 K3 40x120	K 50x50 WF 300x300 K 50x50 WF 300x300 K 40x40 WF 200x200
Lantai 3	K2 60x60 K3 40x120	K 60x60 WF 300x300 K 60x60 WF 300x300 K 40x40 WF 200x200	Lantai Atap	K2 60x60	K 50x50 WF 300x300 K 50x50 WF 300x300 K 40x40 WF 200x200
Lantai 4	K2 60x60 K3 40x120	K 60x60 WF 300x300 K 60x60 WF 300x300 K 40x40 WF 200x200	Lantai Atap Daak	K5 20x20	K 25x25 WF 100x100
Lantai 5	K2 60x60 K3 40x120	K 60x60 WF 300x300 K 60x60 WF 400x400 K 40x40 WF 200x200			

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tipe	Kolom Komposit 600X600 mm	
Posisi	Tumpuan	Lapangan
Potongan		
Mutu Bahan	Beton, f_c' = 25 MPa Baja Struktural (BJ 37), F_y = 240 MPa Baja Tulangan (BjTS 280), f_y = 400 MPa	
Baja Struktural	WF 300X300X10X15	WF 300X300X10X15
Tulangan Longitudinal	4 D32 8 D20	4 D32
Tulangan Sengkang	D13 - 100 mm	D13 - 150 mm

Gambar 8 Kolom Komposit

Tabel 4 Hasil Beban Vertikal yang Diterima Pondasi

Kode Pondasi	Eksisting (Ton)	Desain (Ton)	Persentase Pengurangan (%)
1	5,91	4,54	23,18
2	168,04	81,15	51,70
3	24,90	14,11	43,34
4	24,02	17,65	26,54
5	9,52	8,59	9,75
6	14,09	11,08	21,33
7	15,81	12,44	21,33
8	25,17	18,48	26,58
9	7,68	6,18	19,58
10	17,70	12,73	28,06
11	14,27	10,51	26,35
12	17,31	11,95	30,95
13	16,24	9,93	38,85
14	2,73	1,86	32,11
16	26,12	20,65	20,94
17	17,62	10,87	38,34
18	323,71	254,63	21,34
19	472,23	417,12	11,67
20	510,18	401,58	21,29
21	361,83	311,19	14,00
22	462,91	411,76	11,05
23	435,63	337,31	22,57
24	389,15	303,80	21,93
Total	3.750,45	2.995,92	
Persentase Total	100%	79,88%	

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Berdasarkan hasil pembahasan di atas didapatkan ringkasan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dimensi balok komposit yang direncanakan pada *preliminary* desain seluruhnya memenuhi syarat.
2. Dimensi kolom komposit yang direncanakan pada *preliminary* desain seluruhnya memenuhi syarat.
3. Tebal pelat menggunakan data bangunan eksisting:

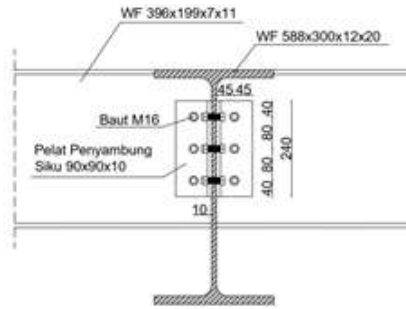
Deskripsi	Eksisting (mm)	Desain (mm)
Lantai Base	200	200
Lantai 1	150	150
Lantai 2-Lantai Atap	140	140
Lantai Atap Daak	120	120

4. Alat penyambung geser (*Shear Connector*) yang menghubungkan balok baja dan pelat beton menggunakan baut A325 diameter 25 mm dengan jarak antar baut 312 mm dan jarak pusat baut ke tepi baut sebesar 150 mm.
5. Sambungan antar pelat baja menggunakan baut A325 adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Rekapitulasi Sambungan Antar Balok Anak

Variabel	Keterangan
Diameter Baut	16 mm
Jumlah Baut	6 buah (2 bagian)
Tebal Pelat Penyambung	10 mm
Tipe Pelat Penyambung	Profil Siku 90x90x10

Sumber: Hasil Analisis, 2022

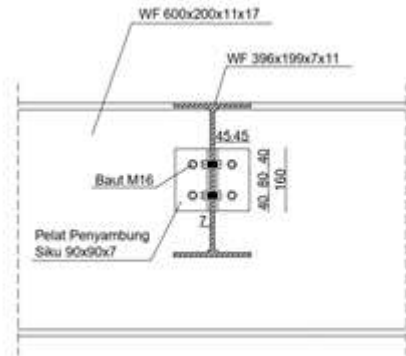


Gambar 9 Sambungan Antar Balok Anak

Tabel 6 Rekapitulasi Sambungan Balok Anak – Balok Induk

Variabel	Keterangan
Diameter Baut	16 mm
Jumlah Baut	4 buah (2 bagian)
Tebal Pelat Penyambung	7 mm
Tipe Pelat Penyambung	Profil Siku 90x90x7

Sumber: Hasil Analisis, 2022

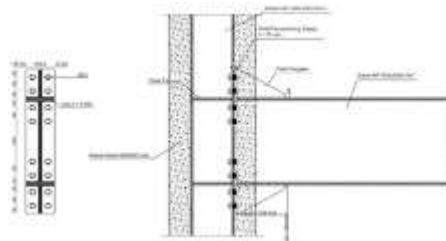


Gambar 10 Sambungan Balok Anak – Balok Induk

Tabel 7 Rekapitulasi Sambungan Balok Induk – Kolom

Variabel	Keterangan
Diameter Baut	32 mm
Jumlah Baut	16 buah (2 bagian)
Tebal Pelat Penyambung	20 mm
Tebal Las	4 mm
Tinggi Pelat Penyambung	990 mm
Pelat Pengaku	$L = 338 \text{ mm}$ $h = 195 \text{ mm}$

Sumber: Hasil Analisis, 2022

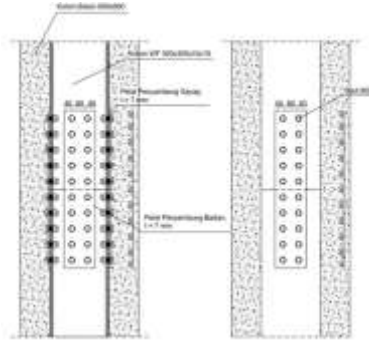


Gambar 11 Sambungan Balok Induk – Kolom

Tabel 8 Rekapitulasi Sambungan Kolom – Kolom

Variabel	Keterangan	Variabel	Keterangan
Pelat Sayap:		Pelat Badan:	
Diameter Baut	24 mm	Diameter Baut	24 mm
Jumlah Baut	20 buah (2 bagian)	Jumlah Baut	20 buah (2 bagian)
Tebal Pelat Penyambung	9 mm	Tebal Pelat Penyambung	9 mm
Tinggi Pelat Penyambung	800 mm	Tinggi Pelat Penyambung	160 mm

Sumber: Hasil Analisis, 2022

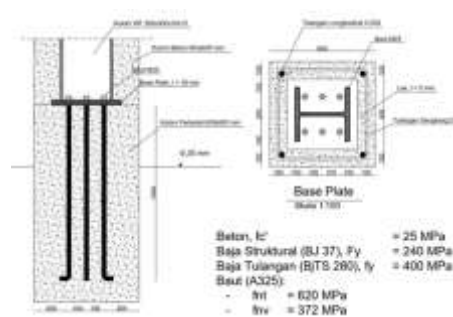


Gambar 12 Sambungan Kolom – Kolom

Tabel 9 Rekapitulasi Sambungan Kolom – Base Plate

Variabel	Keterangan
Diameter Baut	25 mm
Jumlah Baut	6 buah (2 bagian)
Tebal Pelat Penyambung	28 mm
Dimensi Pelat Penyambung	550x550 mm
Tebal Las	5 mm
Panjang Penjangkaran	1.000 mm

Sumber: Hasil Analisis, 2022



Gambar 13 Sambungan Kolom – Base Plate

6. Perbandingan antara berat bangunan eksisting beton bertulang dengan berat desain baja komposit akibat gaya vertikal sebesar 754,53 ton, dapat dilihat pada Gambar 14 grafik perbandingan total berat bangunan yang diterima pondasi. Persentase beban total akibat gaya vertikal yang diterima oleh pondasi pada struktur desain baja komposit sebesar 79,88%, jika digunakan ukuran pondasi yang sama pada bangunan gedung *business centre* 10 lantai dengan struktur eksisting beton bertulang terjadi peningkatan efisiensi kekuatan pada pondasi sebesar 20,12%, dapat dilihat pada Gambar 15 grafik persentase total pengurangan beban yang diterima pondasi. Gambar 16 menunjukkan grafik persentase beban yang diterima pada tiap node, dengan hasil persentase lebih jelasnya pada Tabel 4 hasil optimasi beban vertikal yang diterima pondasi.



Gambar 14 Grafik Perbandingan Total Berat Bangunan yang Diterima Pondasi



Gambar 15 Grafik Persentase Total Pengurangan Beban yang Diterima Pondasi



Gambar 16 Grafik Persentase Beban yang Diterima Pada Tiap Node

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan ulang menggunakan struktur desain baja komposit didapatkan beberapa poin kesimpulan adalah sebagai berikut:

1. Gedung *business centre* di Jakarta Selatan dengan struktur eksisting beton bertulang diubah menjadi struktur baja komposit 10 lantai dengan tinggi 35,90 m, kondisi tanah lunak, termasuk ke dalam kategori desain seismik D, dengan sistem struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus, menggunakan metode LRFD.
2. Permodelan portal bangunan eksisting balok struktur beton bertulang diubah menjadi balok baja profil WF 250x125, WF 396x199, WF 450x200, WF 148x100, WF 588x300, WF 600x200, WF 350x175, WF 298x149, dan WF 250x125 yang dikompositkan dengan pelat beton dan dihubungkan menggunakan alat penyambung geser baut A325 D16. Kolom bangunan eksisting beton bertulang diubah menjadi kolom komposit dengan profil WF 300x300 selimut beton 600x600 mm, profil WF 300x300 selimut beton 500x500 mm, profil WF 200x200 selimut beton 400x400 mm, dan profil WF 100x100 selimut beton 250x250 mm. Pelat lantai menggunakan pelat lantai dari bangunan eksisting.
3. Hasil perbandingan antara bangunan eksisting struktur beton bertulang yang kemudian di lakukan perancangan ulang menjadi struktur baja komposit dengan beban mati, beban hidup, dan beban gempa yang sama didapatkan bahwa berat bangunan mengalami penurunan yang signifikan sebesar 20,12% atau sekitar 1/5. Hal ini berpengaruh terhadap reaksi pondasi dalam menerima beban sehingga menjadi lebih ringan, dengan digunakan ukuran dan jenis pondasi yang sama dengan

bangunan eksisting maka efisiensi pondasi tersebut dinyatakan meningkat dengan beban yang diterima hanya sebesar 79,88%, dimensi balok dan kolom yang didapat pada struktur desain baja komposit pun lebih kecil daripada bangunan eksisting beton bertulang.

SARAN

1. Perancangan ulang struktur atas baja komposit dapat dilakukan lebih luas tidak hanya meninjau kolom dan balok saja sehingga hasil efisiensi berat bangunan bisa didapatkan bisa lebih akurat.
2. Perancangan ulang gedung baja komposit dapat diterapkan pada gedung pencakar langit dengan ketinggian di atas 150 m.
3. Analisis portal struktur desain dapat dilakukan menggunakan *software* lain seperti SAP 2000 dan Tekla Struktur.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2021. *High Rise Building: Mengenal Pengertian serta Karakteristiknya*. Eticon
- Bahrudin, Ginanjar Wahyu. 2019. *Perencanaan Ulang Struktur Atas Menggunakan Baja Komposit Dengan Metode LRFD*. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Malang
- Ferdiana, Maria Dwi. 2018. *Pengenalan Dasar dan Manajemen Material Baja*. TAKA Publisher. Surakarta
- Giatmajaya, I Wayan., I Gede Oka Darmayasa., dan Ni Ketut Sri Astati Sukawati. 2021. *Perencanaan Struktur Komposit Baja-Beton Dengan Metode LRFD (Load and Resistance Factor Design) Ruang Kelas Lantai III SMK Pariwisata Labuan Bajo-Flores-NTT*. Universitas Mahasaraswati Denpasar
- Johnson, John E., Albert D. M. Lewis. 1966. *Structural Behavior in a Gypsum Roof-Deck System*. Journal of Structural Division
- Mulifandi, Alfian Wildan., M. Taufik Hidayat., dan Desy Sutyowulan. 2017. *Perencanaan Alternatif Struktur Komposit Gedung Volendam Holland Park Condotel di Kota Batu*. Universitas Brawijaya
- Salmon, Charles G., John E. Johnson. 1995. *Struktur Baja Disain dan Perilaku*. Jilid Kedua. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Segui, William T. 2007. *Steel Design, Fourth Edition*. Canada: Nelson
- Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode Komposit*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Sihabudin, Muhammad. 2018. *Perbandingan Perencanaan Struktur Gedung Menggunakan Metode Struktur Beton Konvensional dan Struktur Komposit Baja-Beton Ditinjau dari Segi Biaya dan Waktu Pada Gedung Rawat Inap RS Lavalette Malang*. Tugas Akhir. Universitas Narotama Surabaya
- Standard Nasional Indonesia 1726:2019. 2019. *SNI 1726:2019 Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Gedung dan Non-Gedung*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- Standard Nasional Indonesia 1727:2019. 2019. *SNI 1727:2019 Tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- Standard Nasional Indonesia 1729:2020. 2020. *SNI 1729:2020 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- Standard Nasional Indonesia 2847:2019. 2019. *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- Standard Nasional Indonesia 7929:2013. 2013. *SNI 7929:2013 Tentang Sambungan Terprakualifikasi Untuk Rangka Momen Khusus dan Menengah Baja pada Aplikasi Seismic*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- Suprpto, Akhbar Ariefianto, Tavio, Sugihardjo, Hidayat, 2016. *Desain Modifikasi One East Residence Menggunakan Struktur Komposit Baja Beton*. Jurnal Teknik Pomits. Institut Teknologi Sepuluh November