

STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ALTERNATIF KOMPOSIT BANGUNAN 10 LANTAI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LOAD RESISTANCE AND FACTOR DESIGN* (LRFD)

(Studi Kasus : Proyek Hotel Fox Harris Lite di Jln. S.Parman, Kota Samarinda,
Kalimantan Timur)

Nathania Yosephine Sumampouw¹⁾, Tamrin Rahman²⁾, Rusfina Widayati³⁾,
Ery Budiman⁴⁾, Mardewi Jamal⁵⁾

¹⁾Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jl.Sambaliung No.9, Samarinda, Kalimantan Timur 75119

E-mail: yosephine.nathania@gmail.com

²⁾Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jl.Sambaliung No.9, Samarinda, Kalimantan Timur 75119

E-mail: fts_tamrin@yahoo.com

³⁾Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jl.Sambaliung No.9, Samarinda, Kalimantan Timur 75119

E-mail: rusfinawy@gmail.com

⁴⁾Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jl.Sambaliung No.9, Samarinda, Kalimantan Timur 75119

E-mail: ery_budi@yahoo.com

⁵⁾Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jl.Sambaliung No.9, Samarinda, Kalimantan Timur 75119

E-mail: wie_djamal@yahoo.com

ABSTRAK

Hotel Fox Lite merupakan bangunan 10 lantai dengan konstruksi beton bertulang dengan dimensi 15,5 m x 23,5 m dan tinggi bangunan 38,65 m. dengan konstruksi beton bertulang yang memiliki beban relatif besar, maka penelitian ini bertujuan merencanakan kembali dengan alternatif struktur yang semula menggunakan beton konvensional diganti dengan struktur baja komposit.

Metode yang digunakan dalam melakukan perencanaan alternatif baja komposit yaitu Metode *Load Resistance and Factor Design* (LRFD). Metode yang memperhitungkan faktor beban dan faktor tahanan beban. Standar perencanaan yang digunakan yaitu SNI 1729:2015, SNI 1726:2019, serta pertimbangan beban mati dari PPURG 1987. Data yang digunakan berupa data *shop drawing* struktur beton bertulang yang dimodelkan kembali dengan menggunakan *software* ETABS V18. Adapun tahap perencanaan struktur diantaranya melakukan *preliminary design* balok & kolom berupa profil WF, memasukkan beban gravitasi dan beban gempa yang kemudian diperoleh nilai gaya momen, geser dan lendutan. Ketiga nilai tersebut di masukkan ke dalam perhitungan manual untuk memeriksa persyaratan penampang komposit yang memenuhi ketentuan SNI 1726:2015. Parameter tambahan yang di bandingkan dengan struktur ekisting adalah nilai simpangan struktur & berat sendiri struktur.

Dari hasil analisis didapat dimensi balok terbesar dengan profil WF 450.200.9.14 menggunakan penghubung geser dengan diameter 25 mm. sedangkan untuk dimensi kolom komposit terbesar adalah 550 mm x 550 mm dengan profil baja WF 400.400.13.21. Perbandingan *Story Drift* kedua struktur, diperoleh hasil *story drift* material komposit lebih kecil dibanding dengan material beton bertulang. Yang terakhir, perbandingan berat sendiri kedua struktur, diperoleh hasil bahwa struktur perencanaan yang digunakan mempunyai berat lebih ringan 37,45% daripada dimensi struktur bangunan eksisting.

Kata Kunci: baja komposit, LRFD, profil WF, berat sendiri, *story drift*

ABSTRACT

Hotel Fox Lite is a 10-story building with reinforced concrete construction with dimensions of 15.5 m x 23.5 m and a building height of 38.65 m. Because of reinforced concrete construction which has a relatively large load, this study aims to redesign the original structure which is used reinforced concrete replaced with a composite steel structure.

The method used in planning alternative composite steel is the Load Resistance and Factor Design (LRFD) method. The method is calculating the load factor and load resistance. The standard rules used for alternative structure are SNI 1729: 2015, SNI 1726 and PPURG 1987. The data used are shop drawing data for reinforced concrete structures which are modeled again using ETABS software V18. The structural planning stages includes conducting preliminary design of beams & columns used by WF profiles, entering the gravity load and seismic load, which results are values of moment, shear and deflection forces. The force values entered into manual calculations to check the composite requirements that appropriate to SNI 1726: 2015. Additional parameter value to compare with existing structure are story drift & self weight mass of the structure.

From the results of the analysis, the largest dimension beam is WF profile of 450.2000.9.14 uses a shear connector with a diameter of 25 mm. For the largest dimension of composite column is 550 mm x 550 mm with WF Profile 400.400.13.2. The Comparison between two story drift's, the result is composite materials are smaller than reinforced concrete structures. Furthermore, the selfweightest comparison, composite structure has lighter weight 37,45% than the dimensions of the existing building structure.

Keywords: *composite steel, LRFD, WF profile, selfweight, story drift.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Gedung yang berlokasi di Jalan Mayor Jendral. S Parman difungsikan sebagai hotel merupakan salah satu gedung bertingkat di kota Samarinda. Bangunan bertingkat 10 lantai ini secara keseluruhan dibangun menggunakan elemen struktur beton bertulang. Namun konstruksi menggunakan beton bertulang memiliki beban mati yang relatif besar sehingga bangunan menjadi kurang efektif karena harus memikul beban yang lebih besar. dengan berat sendiri yang besar maka, beban gempa yang harus ditahan bangunan pun semakin besar.[23]

Perencanaan hotel yang dilakukan akan mengacu kepada SNI 03-1729-2015 yang berpedoman pada metode *Load Resistance and Factor Design (LRFD)*. Metode *Load Resistance and Factor Design* adalah metode untuk mendesain struktur berdasarkan ketahanan kekakuan ultimit dan digunakan pembebanan gedung berdasarkan SNI 03-1727-2013.

Pada saat terjadi gempa, kekakuan dari kolom-kolom berperan menahan gaya lateral dan berdeformasi. Perilaku struktur beton bertulang maupun baja komposit dalam berdeformasi atau mengalami simpangan struktur dapat diamati. Oleh karena itu, penulis melakukan alternatif perencanaan hotel 10 lantai yang pada awalnya menggunakan struktur beton bertulang didesain

menjadi struktur komposit kemudian ingin membandingkan simpangan struktur yang terjadi antara struktur beton dan struktur komposit serta nilai *selfweight* terkecil di antara kedua material.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana merencanakan dimensi struktur primer meliputi balok komposit & kolom komposit agar mampu menahan gaya-gaya yang bekerja?
2. Bagaimana perbandingan nilai maksimal *story drift* antara struktur komposit dan struktur beton bertulang?
3. Bagaimana perbandingan *Self Weight Mass* antara struktur komposit dan struktur beton bertulang?

Tujuan Penelitian

1. Untuk menghitung dimensi balok komposit & kolom komposit yang diperlukan untuk menahan gaya yang bekerja.
2. Untuk membandingkan *story drift* maksimal antara struktur komposit dengan struktur beton bertulang.
3. Untuk menentukan nilai *Self Weight Mass* paling kecil di antara struktur komposit dengan beton bertulang.

LANDASAN TEORI

Struktur Komposit

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2002), komponen – komponen struktur komposit terdiri dari:

- Kolom komposit, yang terbuat dari profil baja gilas atau baja tersusun atau baja pipa atau baja berongga dan beton yang bekerja bersama – sama dalam memikul beban.
- Balok baja yang memikul pelat beton bertulang dan bekerja bersama – sama dengan pelat tersebut sebagai satu kesatuan dalam memikul lentur.
- Balok komposit sederhana atau menerus dengan penghubung geser, atau profil baja yang diberi selubung beton, baik yang dibangun dengan atau tanpa penumpu sementara (perancah)

Keuntungan & Kerugian Struktur Komposit

Menurut Salmon & Johnson(1995), Keuntungan utama dari perencanaan komposit ialah:

- Penghematan berat baja
- Penampang balok baja dapat lebih rendah.
- Kekakuan lantai meningkat
- Panjang bentang untuk batang tertentu dapat lebih besar
- Kapasitas pemikul beban meningkat

Walaupun konstruksi komposit tidak memiliki kerugian utama, konstruksi ini memiliki beberapa batasan yang sebaiknya disadari, yakni:

- Pengaruh kontinuitas
- Lendutan jangka panjang

Analisis plastis penampang komposit

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2015), salah satu metode untuk menghitung kekuatan nominal penampang komposit yaitu metode distribusi tegangan plastis dimana kekuatan nominal harus dihitung dengan asumsi bahwa komponen baja telah mencapai tegangan F_y baik dalam tarik atau tekan dan komponen dalam tekan akibat gaya aksial atau lentur telah mencapai $0,85 F'_c$.

Besarnya V' dihitung dari nilai terkecil dari tiga kondisi batas, yaitu [1] beton pecah,[2] profil baja mencapai leleh tarik atau [3] kuat *shear stud* yang tersedia sebagai berikut:

- Beton pecah, $V' = 0.85 \cdot f'_c \cdot A_c \dots$ Pers 1.
- Profil baja leleh, $V' = F_y \cdot A_s \dots$ Pers 2.
- Kuat geser total *shear stud*- $V' = \sum Q_n \dots$ Pers 3.

Menurut Dewobroto (2016), Gaya geser dari V' dari 'beton pecah' atau profil baja leleh' sama dengan resultan gaya tekan dan tarik, yang ditulis sebagai berikut:

- Resultan gaya tekan maksimum,
 $C = 0,85 f'_c A_c \dots$ Pers.4
- Resultan gaya tarik maksimum,
 $T = F_y A_s \dots$ Pers 5.

Untuk menghitung momen plastis balok komposit maka dicari posisi sumbu netral plastis, yang tergantung proporsi C (*Compression*) dan T (*Tension*).

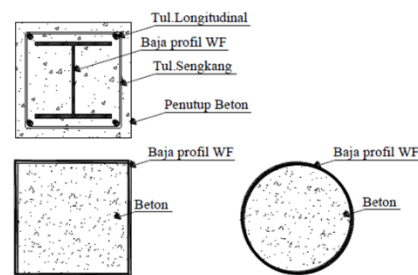
Lebar Efektif Balok Komposit

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2015), lebar efektif pelat beton harus diambil dari jumlah lebar efektif untuk setiap sumbu balok, masing – masing yang tidak melebihi:

- Seperdelapan dari bentang balok, pusat ke pusat tumpuan
- Setengah jarak ke sumbu dari balok yang berdekatan,
- Jarak ke tipe dari pelat.

Kolom Komposit

Menurut Setiawan (2008), kolom komposit dapat dibentuk dari pipa baja yang diisi beton polos atau dapat pula dari profil baja hasil gilas panas yang dibungkus dengan beton dan diberi tulangan baja serta sengkang, seperti halnya pada kolom beton biasa.



Gambar 2.1 Penampang Kolom Komposit (Faqih, 2015)

Perencanaan Kekuatan Tekan Kolom Komposit

Menurut spesifikasi AISC pada Bab I2.1, jika tekuk tidak menjadi masalah, kekuatan elemen

kolom dapat diambil dari penjumlahan dari kekuatan tekan aksial dari komponen struktur komposit sebagai berikut:

$$P_{no} = F_y A_s + F_{ysr} A_{sr} + 0,85 f'_c A_c \dots \text{Pers. 6.}$$

Dimana:

F_y = tegangan leleh baja

A_s = luas penampang profil baja

F_{ysr} = Tegangan leleh dari tulangan baja longitudinal

A_{sr} = Luas penampang tulangan baja

Shear Connector

Menurut Dewobroto (2016), berdasarkan Gambar 2.1(a) memperlihatkan komponen penting balok komposit, yaitu shear stud, atau disebut juga *shear connector* atau *steel anchor*. Fungsinya untuk menahan gaya geser yang menyebabkan pelat beton di atas profil baja, tidak bergeser satu sama lain. Jika tidak diberikan *shear connector*, akan terjadi pergeseran (Δ) secara lateral menunjukkan keduanya, pelat beton dan profil baja tidak lagi menjadi satu kesatuan, sehingga tidak bekerja lagi sebagai balok komposit. Balok profil baja bekerja sendiri, sedangkan pelat beton bertulang di atasnya hanya bekerja sebagai beban.

Kekuatan geser nominal satu angkur *steel headed stud* yang ditanam pada suatu pelat beton solid atau pada suatu pelat komposit dengan dek harus ditentukan sebagai berikut:

$$Q_n = 0,5 A_{SA} \sqrt{F'_c E_c} \leq R_g R_p A_{SA} F_u \dots \text{Pers. 7}$$

Keterangan:

A_{SA} = luas penampang dari angkur *steel headed stud*, in². (mm²)

E_c = modulus elastisitas beton = $w_c^{1,5} \sqrt{f'_c}$, ksi
($0,043 w_c^{1,5} \sqrt{f'_c}$, MPa)

F_u = kekuatan tarik minimum yang disyaratkan dari suatu angkur *steel headed stud*, ksi (MPa)

$R_g = 1,0$

$R_p = 1,0$

METODOLOGI PENELITIAN

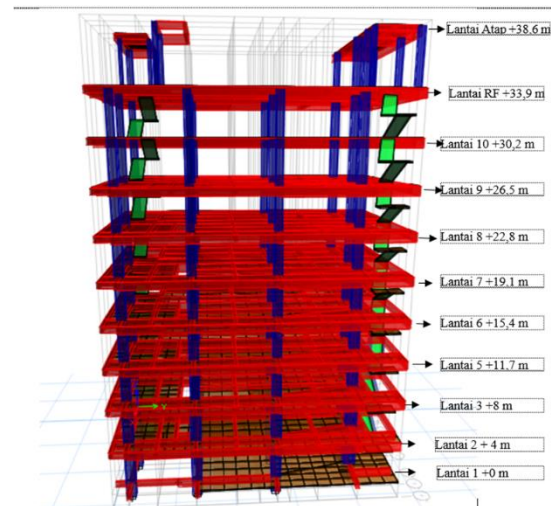
Adapun langkah-langkah pada proses analisis struktur adalah:

- Memodelkan seluruh elemen struktur seperti membuat *grid*, material dan dimensi struktur yang digunakan pada program bantu ETABS V18.
- Input beban-beban yang bekerja pada struktur berupa beban mati, beban mati

tambahan berupa beban dinding, dan beban hidup berdasarkan fungsi ruangan.

- Melakukan analisis dinamik respon spektrum untuk mengetahui besar gaya geser dasar dan simpangan yang diijinkan berdasarkan peraturan yang berlaku.
- Memeriksa secara manual melalui perhitungan dengan bantuan *Microsoft Excel* dari hasil analisis program ETABS berupa nilai gaya momen, geser dan lendutan
- Membandingkan *story drift* maksimal antara struktur komposit dengan struktur beton bertulang.
- menentukan nilai *Self Weight Mass* paling kecil di antara struktur komposit dengan beton bertulang dengan cara membandingkan nilai keduanya.

HASIL DAN ANALISIS



Gambar 4.1 Permodelan Struktur 3D (ETABS, 2021)

Berdasarkan Gambar 3 diatas diketahui bahwa gedung Hotel Fox Harris Lite terdiri dari 10 lantai dengan ketinggian lantai 1 yaitu 3,95 meter, lantai 2 yaitu 4 meter, lantai 3 sampai lantai RF yaitu 3,7 meter dan lantai atap 4,95 meter, dengan total ketinggian 38,6 meter. Struktur gedung ini memiliki panjang bentang arah x adalah 15,5 meter dan arah y adalah 23,5 meter. Dengan spesifikasi bahan:

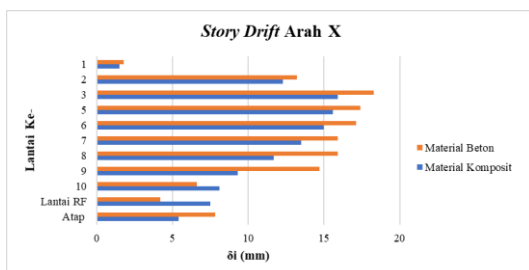
- Tegangan leleh = F_y 250 MPa
- Tegangan ultimit = F_u 410 MPa
- Modulus elastisitas = 200.000 MPa
- Modulus geser = 80.000 MPa
- Angka *Poisson* = 0.3
- Koefisien Pemuaian = $12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$

Tabel 4.1 Data dimensi balok

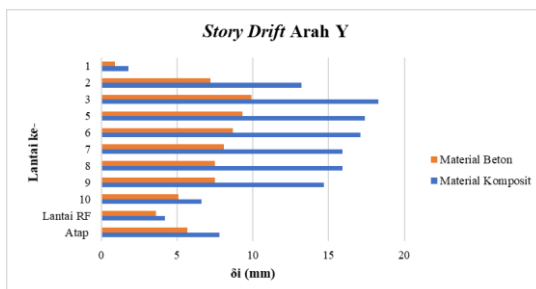
Dimensi Balok WF (mm)	Penamaan Balok
450.200.9.14	G1
400.200.8.13	G2
400.200.8.13	B1
250.250.9.14	B2
Dimensi Balok WF (mm)	Penamaan Balok
300.300.10.15	B4
150.150.7.10	B5
200.200.8.12	B6

Tabel 4.2 Data dimensi kolom

Dimensi Kolom (mm)	Dimensi Profil WF (mm)	Penamaan Kolom
550 x 550	400.400.13.21	K1
500 x 300	400.200.8.13	K2
300 x 300	200.200.8.13	K3

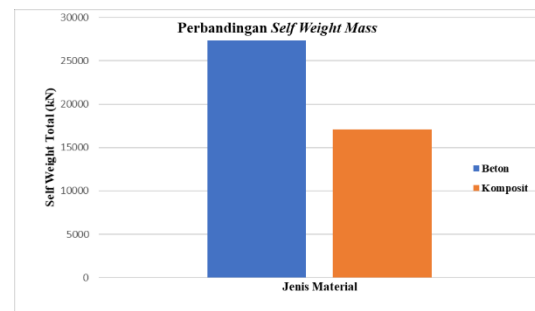


Gambar 4.2 Grafik perbandingan Story Drift Arah X



Gambar 4.3 Grafik perbandingan Story Drift Arah Y

Dari kedua grafik di atas yang merupakan hubungan lantai dengan nilai simpangan bertingkat antar lantai diperoleh dengan metode respon spektrum dalam arah X simpangan antar lantai dengan material baja komposit memiliki nilai yang lebih kecil dibanding menggunakan material beton bertulang hal ini dikarenakan material komposit memiliki nilai kekakuan yang lebih tinggi dibandingkan dengan material komposit. Adanya aksi komposit, dapat menurunkan nilai dari simpangan antar lantai yang mencapai 30,77% untuk arah X.



Gambar 4. Grafik perbandingan Berat Sendiri Struktur material beton & material komposit

Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa berat sendiri struktur material beton bertulang lebih besar dikarenakan menggunakan dimensi penampang yang lebih besar. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan baja komposit dapat mengurangi beban sendiri struktur & mengurangi beban gempa yang harus ditahan oleh struktur.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dimensi balok yang terpasang dalam alternatif perencanaan menggunakan profil WF 450.200.9.14 sebagai balok melintang dengan M_u terbesar = 21789,43 kgm dan profil WF 400.200.8.13 sebagai balok memanjang dengan M_u terbesar = 20555,61 kgm. Kedua profil WF balok menggunakan penghubung geser $\varnothing 25$. Kolom komposit menggunakan profil dengan dimensi profil WF 400.400.13.21 dengan dimensi kolom 55 cm x 55 cm, WF 400.200.8.13 dengan dimensi kolom 50 cm x 30 cm dan WF 200.200.8.13 dengan dimensi kolom 30 cm x 30 cm dengan P_u terbesar = 5353,292 N.

2. Perbandingan antara nilai dari *Story Drift* antara material komposit & material beton bertulang, nilai *Story Drift* material komposit lebih kecil dibanding dengan material beton bertulang dikarenakan material beton bertulang memiliki nilai kekakuan yang lebih tinggi dibandingkan dengan material komposit.
3. Perbandingan berat sendiri antara material beton bertulang & baja komposit didapat hasil bahwa berat sendiri struktur dengan material komposit lebih kecil daripada berat sendiri struktur dengan material beton bertulang. Lebih lanjut alternatif perencanaan menggunakan material komposit, diperoleh bahwa berat sendiri struktur dengan komposit mampu mereduksi sampai 37,45% jika dibandingkan dengan material beton bertulang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Annigeri S., 2016, *What is the difference between storey drift and storey displacement?*<https://www.quora.com/What-is-the-difference-between-storey-drift-and-storey-displacement>, 14-7-2020.
- [2] Badan Standarisasi Nasional, 2015, *Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural, Standar Nasional Indonesia SNI 1729:2015*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [3] Badan Standarisasi Nasional, 2019, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan nongedung, Standar Nasional Indonesia 1726:2019*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [4] Badan Standarisasi Nasional, 2013, *Beban Minimum Untuk Perancangan Gedung dan Struktur lain SNI 1727-2013*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [5] Casita, Cintantya Budi, I Gusti P.R., & Soewardjo, 2015, *Modifikasi Perencanaan Struktur Perkantoran MNC Tower Dengan Menggunakan Baja-Beton Komposit*, Jurnal Teknik POMITS, Surabaya.
- [6] CSI, 2018, *ETABS Building Analysis and Design, Version 18,0 (Software)*, Computers and Structure, Inc, Amerika Serikat.
- [7] Departemen Pekerjaan Umum, 1987, *Pedoman Perencanaan Pembebanan Indonesia Untuk Rumah Dan Gedung (PPPURG 1987)*, Yayasan Badan Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [8] Dewobroto, Wiryanto, 2016, *Struktur baja perilaku, Analisis & desain – AISC 2010*, Penerbit Jurusan Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan, Jakarta.
- [9] Fajar, 2015, *Studi Alternatif Perencanaan Struktur Komposit pada Gedung Mall Dinoyo Malang*, Jurnal Rekayasa Sipil, Vol 3 No 2 Agustus 2015, ISSN 2337 – 7720, hal 100 -112, Surabaya.
- [10] Faqih, Abdulloh, 2015, *Studi Alternatif Perencanaan Struktur Komposit pada Gedung Kantor Dermaga MultiPurpose Tanjung Perak Surabaya*, Jurnal Rekayasa Teknik Sipil, Vol 3 No 2 Agustus 2015 ISSN 2337 – 7720, hal 60- 69, Surabaya.
- [11] Gorakhnath s., Shrikant R., & Shripasad V., 2017, *Comparative Analysis of RCC and Steel Concrete Composite Multistoried Building*, Jurnal of Information, Knowledge and Research in Civil Engineering. Vol.4, ISSN 0975-6744, pp 398-404
- [12] Halim, Abdul, 2016, *Perencanaan Ulang Gedung Fave Hotel Kali Rungkut Surabaya dengan struktur baja beton komposit*, Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Vol.03 Nomor 03/rekat/16(2016), Surabaya.
- [13] Herdianto Putra Tri, & Warsito & Bambang Suprpto, 2018, *Studi Perencanaan Struktur Arnava Hotel dan Apartemen dengan metode baja – beton komposit*, Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Vol.6 No. 2 Agustus 2018.
- [14] Kabir, MD.H, 2019, *Building Story DRIFT in ETABS & Wind Drift*, <https://www.linkedin.com/pulse/building-story-drift-etabs-wind-md-humayun-kabir>, 14-07-2020

- [15] Krishna R.S, Surendhar S.V., & Krishna V., 2019, *Comparison of Seismic Analysis of a Residential Composite and RCC Structures*, *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, Vol.8, ISSUE-653, pp 113-119
- [16] McCormac, J.C., & Nelson, J. K., 2003, *Structural Steel Design – LRFD Method*, 3rd Ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- [17] Salmon C.G & Jhonson., 1995, *Struktur Baja dan disain perilaku, Jilid 2, Edisi 2*, Erlangga, Jakarta.
- [18] Satish Annigeri, 2016, <https://www.quora.com/What-is-the-difference-between-storey-drift-and--storey-displacement> , 14-07-2020
- [19] Schodek L.D, 1991, *Struktur*, Tjun Surjaman.,(editor), PT Eresco, Bandung.
- [20] Setiawan, Agus, 2008, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LFRD (Berdasarkan SNI 03 1729 2002) Edisi Kedua*.Erlangga, Jakarta.
- [21] Segui, T William, 2013, *Steel Design, Fifth Edition*, Cengage Learning, Stanford USA.
- [22] V, Preeta, Govindhan S., & Ranjith Selvan K., 2020, *Comparative Study On Response Spectrum Analysis Of Building With Composite Columns And RCC Columns*, *International Journal of Scientific & Technology*, Vol.9, ISSN 2277-8616, pp 1842-1849.
- [23] Wildan, Alfian., M Taufik.& Dessy, 2017, *Perencanaan Alternatif Struktur Komposit Gedung Volendam Holland Park Condotel di Kota Batu*, *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya*, Vol 1 No 2, Malang.
- [24] Yoso Haryanto, 2006, *Bahan Ajar Analisis dan struktur menggunakan ETABS versi 8.4*, Universitas Atmajaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- [25]<https://www.google.com/maps/place/Jl.+Letjend+S.Parman,+Kec.+Sungai+Pinang,+Kota+Samarinda,+Kalimantan+Timur+75242/@0.4799923,117.1537401,899m/data=!3m2!1e3!4b1!4m8!1m2!2m1!1sJl.+S+Parman!3m4!1s0x2df67f46a3835441:0xbde5cf9128883014!8m2!3d-0.4799923!4d117.1559288?hl=id,01-04-2020>
- [26]http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektara_indonesia_2011, 05-06-2020