

KAJIAN ULANG STRUKTUR PABRIK DENGAN ALTERNATIF *GABLE FRAME* DAN RANGKA BATANG

Idrus M. Alatas, Syahril Taufik, dan Mahruf Januar

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: syahriltaufik@istn.ac.id, idrussmalatas@istn.ac.id, mahrufjanuar7@gmail.com

Abstrak

Dalam merencanakan bangunan selalu sangat dituntut perencanaan yang aman dan efisien, dimana struktur diharapkan mampu menahan beban-beban yang ada, tidak terkecuali beban gempa, karena beban gempa selalu sangat mempengaruhi perilaku gedung tersebut dan selalu menjadi prioritas utama dalam perencanaan, salah satu metode yang digunakan untuk menahan beban gempa adalah metode perencanaan struktur sistem rangka pemikul momen, yang terbagi dalam 3 bagian yaitu: sistem rangka pemikul momen biasa (SRPMB), sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM), sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK). Sistem rangka pemikul momen menengah yang digunakan di skripsi ini. Skripsi ini membahas tentang kajian ulang struktur pabrik dengan alternatif *gable frame* dan rangka batang menggunakan SNI terbaru yaitu: SNI 1726-2019, SNI 1727-2020, SNI 7972-2013, SNI 1729-2020. Kajian ulang ini dilakukan didasari ilmu pengetahuan struktur baja seperti: balok kolom, kolom, baseplate. Didalam perhitungan manual yang dilakukan sebagai berikut: balok rafter, kolom, baseplate. Pembebanan yang dilakukan ada beban mati, beban hidup, beban gempa, beban angin. Dalam kajian ulang ini mendapatkan interaksi persamaan di bawah 1 dari batasnya sebesar 1. Kajian ulang dilakukan menggunakan software ETABS 2018 untuk analisa strukturnya. Dari optimasi struktur yang dilakukan bahwa struktur alternatif didapatkan dimensi baja profil lebih kecil dari desain sebelumnya. Persamaan interaksi yang dilakukan mendapatkan sebesar dibawah 1 kurang dari 1. Total berat struktur desain sebelumnya sebesar 190.698 kg. Struktur alternatif *gable frame* total beratnya 152.680 kg selisih dengan desain sebelumnya sebesar 38.018 kg dan struktur alternatif rangka batang total beratnya 180.458 kg selisih dengan desain sebelumnya sebesar 10.240 kg. Masih bisa mendapatkan dimensi penampang lebih ekonomis dan kuat.

Kata kunci: struktur pabrik, *gable frame*, rangka batang, SRPMM

Abstract

*In planning a building, it is always very important safe and efficient planning, where the structure is expected to be able to withstand existing loads, not earthquake loads, because earthquake loads always greatly affect this behavior and are always a top priority in planning, the methods used to withstand earthquake loads is a method of planning the moment resisting frame structure, which is divided into 3 parts, namely: the ordinary moment resisting frame system (SRPMB). Medium momen resisting frame system used this thesis. This thesis discusses the review of the factory structure with alternative saddle and truss frames using the latest SNI, namely: SNI 1726-2019, SNI 1727-2020, SNI 7972-2013, SNI 1729-2020. This review was conducted based on the knowledge of steel structures such as: beam column, column, baseplate. In manual calculation are carried out as follows: rafter beam, column, baseplate. The loading carried out is dead load, live load, earthquake load, wind load. In this review the interaction is below 1 from the limit of 1. The review was carried out using ETABS 2018 software to analyze the structure. From the optimization of the structure carried out, it is found that the alternative structure of the steel profile is smaller than the previous design. The interaction equation that is carried out is below 1 less than 1. The total weight of the previous design structure is 190.698 kg. The alternative *gable frame* structure weighs 152.680 kg, a difference of 38.018 kg from the previous design and the alternative truss structure weighs 180.458 kg, a difference from the previous design of 10.240 kg. Still can get a more economical and strong cross sectional dimensions.*

Keywords: factory structure, gable frame, truss, SRPMM

PENDAHULUAN

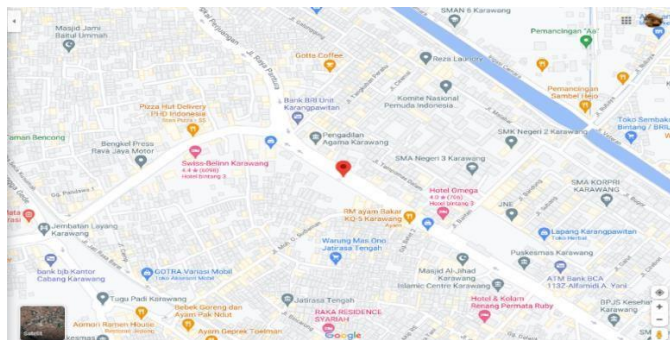
Merencanakan suatu struktur bangunan gedung maupun non-gedung seharusnya berpedoman pada peraturan terbaru yang berlaku di Indonesia salah satunya peraturan terkait dengan pembebanan, peraturan persyaratan beton bertulang dan peraturan pemberian beban gempa terhadap struktur gedung. Hal itu dilakukan agar terbentuknya sebuah struktur gedung yang baik, kokoh, dan juga mampu memperhatikan aspek keselamatan manusia yang berada di dalamnya. Salah satu peraturan terbaru yang dimaksud yaitu SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019.

Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), sistem ini memiliki tingkat daktilitas sedang dan digunakan pada daerah dengan tingkat resiko gempa sedang, SRPMM diharapkan dapat menahan gaya-gaya yang ada lebih khususnya untuk kolom agar dapat menahan geser, pendetailan harus sesuai dengan yang disyaratkan oleh Badan Standarisasi Nasional (SNI) untuk perencanaan struktur tahan gempa. Keuntungan dari sistem ini adalah arsitektural yang sederhana, dan tidak memerlukan banyak perkuatan sedangkan kerugiannya yaitu struktur sangat beresiko jika sewaktu-waktu terjadi perubahan alam dan mempengaruhi kondisi tanah yang ada.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan berlokasi di Jalan Raya Pantura, Karawang, Jawa Barat. Adapun gambar peta lokasi penelitian pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian
(Sumber: Google, 2021)

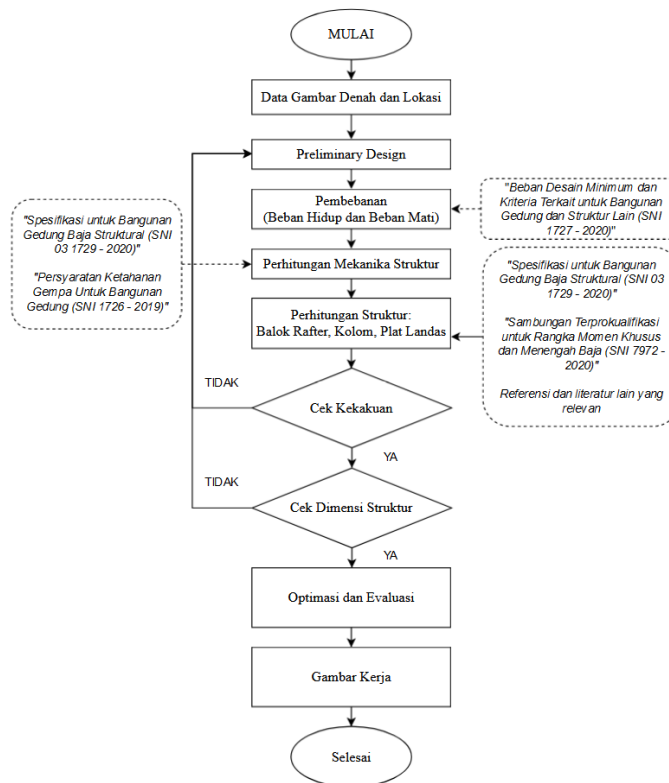
Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini tentunya membutuhkan data-data. Data tersebut akan dibagi menjadi 2 jenis yaitu data primer dan data sekunder, yaitu adalah sebagai berikut :

1. Data primer, yaitu data yang diambil langsung dari lokasi penelitian antara lain Foto situasi bangunan eksisting.
2. Data sekunder, yaitu data yang diperoleh secara tidak langsung seperti:
 - Penelitian lain yang didapat dengan dari instansi terkait
 - Penelusuran web instansi
 - Jurnal Skripsi
 - Rencana kerja dan syarat-syarat spesifikasi material
 - Gambar konstruksi

Flowchart Metodologi Penelitian

Flowchart metodologi penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2 *Flowchart* Metodologi Penelitian
(Sumber: Hasil analisis, 2021)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preliminary Design Balok Rafter *Gable Frame*

Preliminary design balok rafter *gable frame* menggunakan rumus lendutan vertikal untuk mendapatkan dimensi penampang baja profil.

Adapun rumus *preliminary design* untuk balok rafter *gable frame* sebagai berikut:

Berdasarkan lendutan vertikal

$$\delta = \frac{L}{240} = \frac{30.000}{240} = 125 \text{ mm}$$

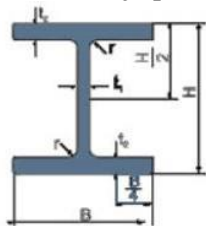
$$\delta_{max} = \frac{5}{384} \times \frac{q \cdot L^4}{EI} = \frac{5}{384} \times \frac{1,136 \frac{N}{mm} \times 30.000^4 \text{ mm}}{210.000 \times I_x}$$

$$125 = \frac{5}{384} \times \frac{1,136 \frac{N}{mm} \times 30.000^4 \text{ mm}}{210.000 \times I_x}$$

$$I_x = \frac{5}{384} \times \frac{1,136 \frac{N}{mm} \times 30.000^4 \text{ mm}}{210.000 \times 125} = 456.428.571,428 \text{ mm}^4$$

$$I_x = 45.642,857 \text{ cm}^4 \text{ kurang dari } I_x = 47.800 \text{ cm}^4 \text{ ok}$$

Gunakan baja profil WF 500.200.10.16 mm untuk balok rafter *gable frame*



$$B = 200 \text{ mm}$$

$$I_x = 47.800 \text{ cm}^4$$

$$H = 500 \text{ mm}$$

$$I_y = 2.140 \text{ cm}^4$$

$$t_f = 10 \text{ mm}$$

$$A = 114.2 \text{ cm}^2$$

$$t_w = 16 \text{ mm}$$

$$Z_x = 1.910 \text{ cm}^3$$

Preliminary Design Balok Rafter Rangka Batang

Preliminary design balok rafter rangka batang menggunakan rumus lendutan vertikal untuk mendapatkan dimensi penampang baja profil.

Adapun rumus *preliminary design* untuk balok *rafter gable frame* sebagai berikut:

Berdasarkan lendutan vertikal

$$\delta = \frac{L}{240} = \frac{30.000}{240} = 125 \text{ mm}$$

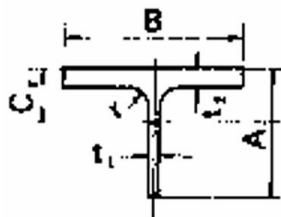
$$\delta_{max} = \frac{1}{48} \times \frac{P \times L^3}{E I_x} = \frac{1}{48} \times \frac{6840 \times 30.000^3}{210.000 \times I_x}$$

$$125 = \frac{1}{48} \times \frac{6840 \times 30.000^3}{210.000 \times I_x}$$

$$I_x = \frac{1}{48} \times \frac{6840 \times 30.000^3}{210.000 \times 125} = 146.571.428,571 \text{ mm}^4$$

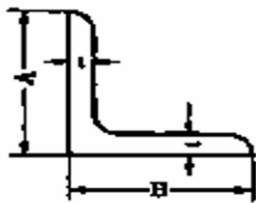
$$I_x = 14.657,142 \text{ cm}^4 \text{ kurang dari } I_x = 11.300 \text{ cm}^4 \text{ ok}$$

Gunakan baja profil T 346 x 300 x 13 x 20 mm untuk balok *rafter* rangka batang untuk batang atas dan bawah dan gunakan baja profil siku 2L200 x 200 x 15 mm untuk balok *rafter* rangka batang untuk bagian batang diagonal.



$B = 300 \text{ mm}$
 $A = 346 \text{ mm}$
 $t_f = 20 \text{ mm}$
 $t_w = 13 \text{ mm}$
 $C_x = 7,99 \text{ cm}$

$I_x = 11.300 \text{ cm}^4$
 $I_y = 4.510 \text{ cm}^4$
 $A = 105,7 \text{ cm}^2$
 $Z_x = 1.910 \text{ cm}^3$



$B = 200 \text{ mm}$
 $A = 200 \text{ mm}$
 $t = 15 \text{ mm}$
 $Z_x = 610 \text{ cm}^3$

$I_x = 3.470 \text{ cm}^4$
 $I_y = 891 \text{ cm}^4$
 $A = 57,75 \text{ cm}^2$
 $C_x = C_y = 5,47 \text{ cm}$

Pembebanan

Pembebanan yang akan dibebankan ke struktur alternatif *gable frame* dan rangka batang. Adapun tabel jenis-jenis beban yang akan dibebankan ke struktur alternatif *gable frame* dan rangka batang pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1 Jenis-Jenis yang Akan Dibebankan

Jenis Beban	Nilai Beban kg (kN)	
Beban Mati	102 kg atau (1 kN)	
Beban Hidup	96 kg atau (0,96 kN)	
Beban Angin	Angin Tekan	Angin Hisap
	5,0 kN	-4,5 kN
Beban Angin pada kolom	3,63 kN/m	-2,27 kN/m
Beban gempa	$V(x)$	$V(y)$
	6512,48 kN	6512,48 kN
	$F_{x1}; F_{x2}$	$F_{y1}; F_{y2}$
	33,7 kN; 33,7 kN	20,2 kN; 20,2 kN

Sumber: Hasil analisis, 2021

Perhitungan Balok Kolom untuk Balok *Rafter Gable Frame* Bentang 30 Meter

Perhitungan ini berdasarkan data teknis dan spesifikasi teknis yang ditetapkan. Nilai momen maksimum, aksial maksimum, geser maksimum didapatkan dari analisa struktur. Persamaan interaksi balok *rafter gable frame* yang didapatkan sebagai berikut:

$$\frac{N_u}{\phi \cdot N_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{nx}} \right) \leq 1,0$$

$$0,01 + \frac{8}{9} \left(\frac{187 \text{ kN.m}}{495 \text{ kN.m}} \right) = 0,36 < 1,0 \text{ ok}$$

Jadi rafter WF500 x 200 x 10 x 16 mm kuat menahan beban momen dan aksial.

Persamaan interaksi kolom *gable frame* dan rangka batang yang didapatkan sebagai berikut:

$$\frac{N_u}{\phi \cdot N_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{nx}} \right) \leq 1,0$$

$$0,16 + \frac{8}{9} \left(\frac{177 \text{ kN.m}}{290 \text{ kN.m}} \right) = 0,70 < 1,0 \text{ ok}$$

Perhitungan Balok Kolom untuk Balok *Rafter Gable Truss* Bentang 30 Meter

Perhitungan ini berdasarkan data teknis dan spesifikasi teknis yang ditetapkan. Nilai momen maksimum, aksial maksimum, geser maksimum didapatkan dari analisa struktur. Persamaan interaksi balok *rafter* rangka batang yang didapatkan sebagai berikut:

$$\frac{N_u}{\phi \cdot N_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{nx}} \right) \leq 1,0$$

$$0,59 + 0 = 0,59 < 1,0 \text{ ok}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dilakukan. Dari optimasi Struktur yang dilakukan bahwa struktur alternatif didapatkan dimensi baja profil lebih kecil dari desain sebelumnya. Persamaan interaksi yang dilakukan mendapatkan sebesar di bawah 1 kurang dari 1. Total berat struktur desain sebelumnya sebesar 190.698 kg. Struktur alternatif *gable frame* total beratnya 152.680 kg selisih dengan desain sebelumnya sebesar 38.018 kg dan struktur alternatif rangka batang total beratnya 180.458 kg selisih dengan desain sebelumnya sebesar 10.240 kg. Masih bisa mendapatkan dimensi penampang lebih ekonomis dan kuat.

SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas maka ada beberapa saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Diteliti lebih lanjut mengenai pondasi yang akan digunakan di bangunan
2. Diteliti lebih lanjut tambahkan lantai mezanin untuk keperluan ruang kantor

DAFTAR PUSTAKA

- Baeseng Daniel, 2015, *balok kolom ASD*, makalah tugas, Jakarta
- Bayyinah, D. A. L. N. & Faimun, F. (2017), *Studi Perbandingan Analisis Respon Spektra dan Time History untuk Desain Gedung*. Jurnal Teknik ITS, 6(1), 33-38.
- BSN (2019), SNI 1726 tahun 2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur gedung dan non gedung
- BSN (2020), SNI 1727 tahun 2020 tentang beban minimum untuk perancangan gedung dan struktur lain
- BSN (2019), SNI 7972 tahun 2019 tentang sambungan terpraktualifikasi untuk rangka momen khusus dan menengah baja pada aplikasi seismic
- BSN (2020), SNI 1729 tahun 2020 tentang Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural Eliatun, Darmansyah Tjitradi, Syahril Taufik, Nadhiya Amalia, 2021, *Seismic Response for Building Frames in the Wetlands Area*, Jurnal IJCIET Volume 12

- Gunawan, Rudi, 2012, *Tabel Profil Konstruksi Baja*, Yogyakarta, Penerbit kanisius www.Google.com, 2021, Diakses tanggal 15 November 2021
- Jonathan G., Gandawidjaja O., Pudjisuryadi P., & Lumantarna B. (2016), *Evaluasi Kinerja Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus SNI-2847-2013 Pada Struktur Dengan Gempa Dominan*. Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil, 5(2), 129-134.
- Marsiano, Ir., MSc, 2019, *ASD vs LRFD beam coloumn*, Jakarta
- Masagala A. A., & Ma'arif F. (2016), *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Berlantai 4 (Studi Kasus Gedung Baru Kampus I Universitas Teknologi Yogyakarta)*. Jurnal Semesta Teknika, 19(1), 80-89.
- Oemar, 2010, *Analisis sambungan kolom baja dengan pondasi beton yang menerima beban axial, geser dan momen*, solo
- Patrisko Hirel Karisoh, Servie O Dapas, Ronny Pandalele, 2018, *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus*, Jurnal Sipil Statik Vol 6 No.6, Universitas Sam Ratulangi Manado
- Purnomo E., Purwanto E., & Supriyadi A. (2014), *Analisis Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan 370 Hakas Prayuda dkk*, Jurnal Aplikasi Teknik Sipil, Volume 18, Nomor 2, Agustus 2018 (365-374) Analisis Dinamik Respon Spektrum Menggunakan Software Etabs (Studi Kasus: Bangunan Hotel Di Semarang). Matriks Teknik Sipil, 2(4), 17- 24.
- Prasakti A. T., Marciano S., Tudjono S., & Adi R. Y. (2017), *Redesain Struktur Gedung Rawat Inap RSUD Kabupaten Temanggung*. Jurnal Karya Teknik Sipil, 6(1), 385-392.
- Refani A. N., Alrasyid H., & Irmawan M. (2015), *Evaluasi Struktur Bangunan Gedung Beton Bertulang Berusia 50 Tahun Berdasarkan SNI 1726 2012 dan SNI 2847 2013*. Jurnal Aplikasi Teknik Sipil, 13(2), 17-26.
- Saputra A. A., Brata D. K., Indarto H., & Ari R. Y. (2017), *Perencanaan Pembangunan Gedung Beta Cooperation Semarang*. Jurnal Karya Teknik Sipil, 6(4), 183-191.
- Setiawan A. (2015), *Persyaratan Desain Komponen Struktur Lentur Beton Bertulang Tunggal antara SNI 03-2847- 2002 dan SNI 2847-2013*. Teknik dan Ilmu Komputer, 4(14), 31-42.
- Setiawan, 2008, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*, Penerbit Erlangga
- Setianingrum T., Nurhuda I., & Sukamta S. (2018), *Redesain Struktur Gedung Hotel Citihub Magelang*. Jurnal Karya Teknik Sipil, 7(2), 67-76.
- www.Structurefile.com, diakses tanggal 15 November 2021, Google, 2021
- Yonatan Y., Hartono A., & Muljati I. (2016), *Pemilihan Level Kinerja Struktur Pada Bangunan Sistem Rangka Beton Bertulang Pemikul Momen Yang Direncanakan Secara Direct Displacement Based Design Studi Kasus: Bangunan Beraturan Dengan Bentang Seragam*. Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil, 5(2), 292-297.
- Zainuddin, 2015, *Studi Analisis Perbandingan Struktur Gable Frame Menggunakan Profil Baja WF Dengan Stuktur Rangka Menggunakan Profil Baja Siku Dengan Metode LRFD Pada Gedung STFT MALANG*, Skripsi S-1 Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang, Malang