



PENGGUNAAN SISTEM STRUKTUR BALOK GRID SEBAGAI SOLUSI STRUKTUR LANTAI BANGUNAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR 40LITER/DETIK DI PUTUSIBAU KABUPATEN KAPUAS HULU KALIMANTAN BARAT STUDI KASUS INSTALASI PENGOLAHAN AIR KABUPATEN KAPUAS HULU KALIMANTAN BARAT

W Budi Hartawan^a, I Sukmana^b, Gigih Forda Nama^c

^{a,b,c} Program Studi Program Profesi Insinyur, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima 1 Februari 2022

Direvisi 1 Maret 2022

Diterbitkan 12 April 2022

Kata kunci:

Struktur Plan dan grid,
Kekakuan struktur
Lantai Bangunan IPA

*Penulis korespondensi.

E-mail: wb.hartawan@gmail.com (Waras
Budi Hartawan).

ABSTRAK

Grid struktur merupakan jarak perlakuan komponen-komponen perkakuan bangunan (misalnya kolom dan balok) pada sebuah bangunan. Grid kolom berarti jarak antarkolom satu dengan kolom lainnya. Jarak yang digunakan tidak harus sama antar satu kolom dengan kolom lainnya, namun juga bisa dengan jarak yang berirama tertentu.

Sistem struktur grid terdiri dari elemen-elemen struktur satu dengan yang lainnya saling berkaitan dan berpotongan saling tegak lurus atau berpotongan saling diagonal untuk membentuk satu kesatuan struktur yang saling memberikan perkakuan. Jenis struktur yang bisa diterapkan adalah struktur balok grid persegi, dimana sistem kerjanya yang mendekati kenyataan praktek dilapangan. Struktur grid mempunyai sifat utama mampu mendistribusi beban pada kedua arah secara seimbang dan mampu mendistribusi beban dan gaya-gaya dalam seperti halnya momen secara merata pada kedua arah bentangan. Pada balok dengan ukuran yang sangat pendek dibandingkan dengan Panjang bentangnya mempunyai kekuatan dan sifat kekakuan yang sangat kurang, sehingga akan mengakibatkan adanya lendutan atau defleksi dari balok menjadi besar. Struktur lantai bangunan IPA Kabupaten Kapuas Hulu direncanakan tidak hanya aman dan kuat namun harus dipertimbangkan terhadap efisiensi biaya yang diperlukan. Agar hal tersebut dapat dicapai, maka pada praktek perencanaan struktur harus mempertimbangkan jenis struktur dan model struktur yang akan diterapkan.

Dengan demikian penggunaan sistem struktur balok grid pada lantai bangunan IPA ini, bertujuan mengurangi ketebalan recana pelat lantai agar konstruksi lebih ekonomis namun tetap memiliki kekakuan dan kekuatan struktur yang mampu memikul beban pada struktur tersebut.

Tahap observasi dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan. Tahap analisis menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif. Analisis akan dibagi dalam tiga bagian, yaitu: analisis *grid* dasar perencanaan, analisis besaran *grid* perencanaan fungsi ruang, analisis besaran *grid* struktur. Pada bagian akhir akan didapatkan besaran *grid* perancangan yang efektif untuk perancangan bangunan apartemen sebagai upaya mengintegrasikan pola perencanaan dengan pola struktural.

Dari peninjauan ulang perencanaan lantai bangunan IPA didapatkan optimalisasi *bentang plat lantai* yaitu 2,5 m x 2,5 m tebal 20cm, dengan balok grid 50/50cm dan balok anak 15/20cm. Maka tujuan peninjauan ulang perencanaan lantai bangunan IPA untuk optimalisasi struktur dan ekonomis dengan daya dukung terhadap beban struktur yg lebih besar dapat dicapai.

1. Pendahuluan

Lantai bangunan IPA Struktur balok grid merupakan struktur yang terdiri dari balok-balok silang yang berpotongan saling tegak lurus atau berpotongan saling diagonal. Balok dengan ukuran yang sangat pendek dibandingkan dengan panjang bentangnya mempunyai kekuatan dan sifat kekakuan yang sangat kurang sehingga mengakibatkan lendutan atau defleksi dari balok atau menjadi besar. Setiap sistem struktur direncanakan tidak hanya sekedar aman atau kuat saat menahan beban dari luar, namun harus mempertimbangkan faktor kenyamanan dan efisiensi biaya.

Agar hal tersebut dapat dicapai, maka pada praktek perencanaan struktur harus mempertimbangkan jenis struktur dan model struktur yang akan diterapkan.

Sistem struktur grid yang dipakai dalam peninjauan ulang perencanaan kerja struktur salah satunya adalah struktur balok grid persegi, dengan sistem kerjanya yang mendekati kenyataan praktek dilapangan. Sistem kerja dari struktur grid mampu mendistribusi beban dan momen secara merata pada kedua arah bentangan.

Adapun tujuan penulisan artikel ini adalah untuk meninjau perencanaan ketebalan lantai pada bangunan IPA Putusibau Kabupaten Kapuas Hulu Kalimantan Barat dengan konsep menghasilkan struktur yang lebih efektif dan ekonomis dengan daya dukung terhadap beban struktur yg lebih besar memanfaatkan sistem struktur balok grid; dan merupakan salah satu tugas kulian insinyur pada PSPPI Unila.

2. Rumusan Masalah

Struktur grid merupakan struktur yang terdiri dari balok-balok silang yang berpotongan saling tegak lurus atau berpotongan saling diagonal. Balok dengan ukuran yang sangat pendek dibandingkan dengan panjang bentangnya mempunyai kekuatan dan sifat kekakuan yang sangat kurang sehingga akan mengakibatkan lendutan atau defleksi dari balok atau menjadi besar. Struktur grid biasanya dipakai pada bentangan yang cukup lebar, karena bentuknya dapat dibuat sesuai keinginan. Struktur grid mempunyai sifat utama yaitu mampu mendistribusi beban pada kedua arah secara seimbang.

Dipenelitian pengaplikasian struktur balok grid persegi pada bentang yang relative kecil menyesuaikan rencana denah pondasi sumuran sebagai titik ikat atau titik pertemuan balok grid pada lantai bangunan IPA yang sudah ada dengan maksud mengurangi tebal rencana plat lantai.

3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah menganalisa dan mengkaji besarnya pengurangan tebal lantai dalam sebagai akibat pemakaian sistem struktur balok grid persegi pada lantai bangunan IPA.

4. Tinjauan Pustaka

Dari segi bentuk dan sistem baloksilang yang membentuk segmen-semen balok dengan sistem grid mempunyai kekuatan jauh lebih besar dibandingkan dengan balok biasa. Struktur grid di definisikan sebagai struktur yang dibebani dengan beban yang tegak lurus terhadap bidang dari struktur tersebut.

Dari sifat kaku dan kekuatannya, kelebihan struktur grid ini dapat mendukung sistem perancangan yang menghendaki adanya variasi bentukstruktur dengan bentangan yang lebar dan memberikan ruang yang lebih luas. Struktur grid merupakan model struktur yang ideal, karena sistem kerjanya yang mendekati kenyataan praktik dilapangan. Beberapa keuntungan yang dimiliki struktur grid adalah:

- 1) Mempunyai kekakuan dan kekuatannya besar, terutama pada bentang yang lebar pada arah horizontal pada portal bangunannya.
- 2) Mampu mendistribusi beban dan momen secara merata pada kedua arah bentangan.
- 3) Pada struktur grid jumlah kolom dapat dikurangi, sehingga dapat memberikan ruang yang lebih luas.

Dalam perencanaan bangunan, sistem grid merupakan hal yang penting terlebih jika kita merencanakan bangunan dengan sistem struktur rangka.

Adapun sistem grid diantaranya adalah:

- a) Grid Struktur

Struktur Grid Plat adalah struktur planar kaku yang secara khas terbuat dari material monolit yang tingginya kecil dibandingkan dengan dimensi – dimensi lainnya.

- b) Grid Konstruksi

Grid konstruksi merupakan jarak antare lemen pendukung bangunan yang berupa konstruksi bidang bukaan dan konstruksi

bidang partisi atau pembatas. Perancangan grid konstruksi dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan, bisa berrama maupun tidak.

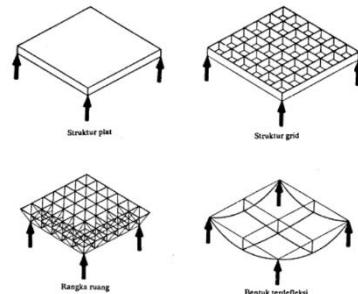
c) Grid Sevis

Grid servis merupakan jarak peletakan titik-titik servis yang didistribusikan pada bagian bangunan, seperti pada titik lampu, ac system, fire protection, maupun utilitas bangunan lainnya yang membutuhkan jalur distribusi tertentu. Penataan komponen ini terkait dengan berbagai aspek yakni:

- ✓ Aspek fungsional
- ✓ Aspek kenyamanan
- ✓ Aspek estetika

d) Planning Grids

Planning grid merupakan penataan layout area kerja baik individual maupun grup. Grid ini memiliki detail yang lebih tinggi hingga berupa layout penataan area kerja.



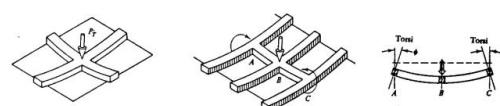
Gambar 1. Struktur rangka ruang, plat, dan grid. (Sumber : Kusdiman Joko Priyanto "Kajian Kekuatan Pada Struktur Balok Grid Persegi, UNDIP, Semarang 2015")¹

5. Metodologi

Metode yang dilakukan meliputi aspek kuantitatif (Hasan, 2022) (Purma, 2022) (Fitriani, 2022) dan kualitatif (Ananda, 2022) (Putri, 2022) (Hariyani, 2021). Pembahasan dalam kajian ini dimulai dengan ulasan tentang tinjauan sistem struktur balok grid dan karakteristiknya grid dan ketebalan struktur lantai bangunan IPA, selanjutnya pengaplikasian balok grid pada lantai bangunan IPA sebagai solusi efisiensi dan optimalisasi struktur dan biaya.

5.1. Tinjauan Sistem Struktur Balok Grid

Jenis umum kelengkungan dan momen eksternal yang timbul pada struktur plat, grid, dan rangka ruang pada dasarnya sama apabila dimensi umumnya sama. Cara sebenarnya masing – masing struktur memberikan momen internal tahanan dan perilaku khususnya, bagaimana pun, berbeda. Pada umumnya, grid berbutir kasar lebih baik dalam memikul sederetan beban terpusat, sedangkan plat dan



rangka ruang (dengan banyak elemen struktur kecil) cenderung lebih cocok untuk memikul beban terdistribusi merata.

Gambar 2. Struktur grid sederhana

- a. Sistem balok menyilang.

Beban dipikul Bersama oleh balok-balok yang berisilangan. Kedua balok harus mempunyai defleksi sama dititik pertemuannya. Apabila kedua balok tidak benar-benar

identik, maka balok yang lebih kaku akan memikul porsi

$$h = \frac{\ell n (0.8 + F_y / 1500)}{36 + 9\beta} \geq 90 \text{ mm}$$

Keterangan :

= Bentang bersih arah memanjang panel pelat (mm).
 h = Tebal plat (mm).
 β = Rasio bentang bersih arah memanjang terhadap arah memendek plat.
 Fy = Tegangan leleh baja (Mpa).

terbesar dari beban. Apabila satu balok lebih pendek bentangnya daripada yang lainnya. Maka balok pendek ini lebih kaku daripada balok lainnya dan memikul persentase beban lebih besar.

b. Balok satu arah yang dihubungkan.

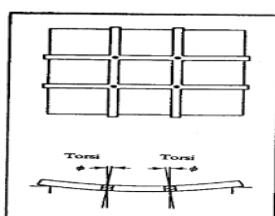
Elemen transversal (AC) meneruskan beban dari elemen tengah ke elemen tepi. Kecenderungan ujung elemen transversal untuk berotasi menyebabkan terjadinya torsi pada element epi. Tahanan torsi element epi dapat memperbesar kekakuan menyeluruh susunan ini sehingga memperbesar kapsitas pikul beban.

Jelas bahwa selama baloknya benar-benar sama, beban akan sama di sepanjang kedua balok tersebut (setiap balok akan memikul setengah dari beban total dan meneruskan ke tumpuannya).

Agar kedua balok mengalami defleksi yang sama, diperlukan gaya yang lebih besar pada balok yang lebih pendek. Oleh sebab itu, balok yang lebih pendek akan memikul bagian beban yang paling besar. Perhatikan grid sederhana yang berupa sistem satu arah yang ditunjukkan pada gambar 2.(b).

Karena elemen pada bagian tengah bentang terjadi defleksi, maka ujung-ujung dari elemen eksterior balok mengalami rotasi. Sebagai akibat rotasi tersebut, menimbulkan torsi pada elemen eksterior. Bersama dengan terjadinya torsi tersebut, elemen struktur akan bereaksi dengan adanya tahanan torsional terhadap rotasi ujung elemen pada bagian tengah. Akibatnya elemen bagian tengah menjadi diperkuat oleh tahanan torsional elemen eksterior, sehingga akan mengurangi defleksi. Maka akan diperoleh efek akhirnya adalah ada sebagian beban yang dipikul oleh elemen eksterior sebagai aksi torsi, sehingga kekakuan grid secara menyeluruh akan meningkat. ²

Pada grid yang lebih kompleks, seperti gambar 3., baik aksi dua arah maupun torsi terjadi. Semua elemen memikul beban dengan memberikan kombinasi kekuatan lentur dan kekuatan torsinya. ³ Perhatikan apabila balok-balok tersebut terletak sederhana dan tidak saling berhubungan secara kaku, rotasi lentur satu elemen struktur tidak dapat menimbulkan torsi pada elemen struktur lainnya. Akibatnya, tidak ada penambahan kekakuan menyeluruh yang dapat diberikan dengan aksi torsi. Sehingga defleksi yang terjadi pada struktur grid yang terhubung secara kaku akan lebih kecil dibandingkan dengan struktur grid yang terhubung secara sederhana.



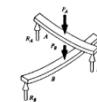
Keterangan :
 α_m = Nilai rata-rata α
 α = Rasio kekakuan balok terhadap plat

Gambar 3. Perilaku struktur grid kompleks

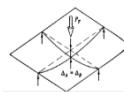
Yang perlu diperhatikan dalam menganalisis struktur grid ialah dengan mengingat bahwa hubungan pada sistem balok menyilang, keadaan keserasian defleksi harus dapat terjadi. Perhatikan misalnya sistem balok menyilang sederhana yang sudah dibahas sebelumnya.



a. Struktur dasar



Tiap-tiap balok akan memikul beban dari beban total (PT) = PA + PB



c. PA dan PB diperoleh dari langkah menyamakan ekspresi defleksi $\Delta A = \Delta B$

Gambar 4. Analisis sistem balok menyilang sederhana

Dengan balok tersebut dianggap dihubungkan secara kaku, maka kedua batang balok mengalami defleksi yang sama, arti persentase relative beban yang dipikul oleh masing-masing balok dapat kita tentukan.

Misalnya : PA merupakan persentase dari beban total (PT) yang membebani oleh A dan PB yang dipikul oleh B, dengan menyamakan kedua defleksi untuk kedua balok tersebut agar keserasian defleksi dapat terpenuhi, dapat diperoleh:

PA = PB = PT, jelas bahwa PA = 8PT/9 dan PB = PT/9. Akibat beban tersebut, momen pada balok ialah MA = 4PT L A/18 dan MB = PT L A/18. Jadi, momen pada balok berbentang pendek adalah empat kali lebih besar daripada momen pada balok berbentang panjang. (Daniel L. Schodek, 1998:393).

5.2. Tinjauan Plat Lantai

Perencanaan Dimensi Balok Berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 9.5.3.1 dalam menentukan dimensi awal balok dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah berikut :

- (1) Menentukan data desain yang meliputi panjang balok dan data properti material
- (2) Rencanakan tinggi balok (h) dengan persamaan sebagai berikut :

$$h_{\min} = \frac{L}{16} \quad (2.1)$$

$$h_{\min} = \frac{L}{16} (0,4 + \frac{F_y}{700}) \quad (2.2)$$

Keterangan :
 h_{\min} = Tinggi minimum balok (mm).
 L = Panjang balok (mm).
 Fy = Tegangan leleh baja (Mpa).

- (3) Bila Fy sama dengan 420 Mpa gunakan pers. 2.1,
- (4) Bila Fy selain 420 Mpa gunakan pers. 2.2
- (5) Rencanakan lebar balok (b) adalah $2/3 h$.

Perencanaan Dimensi Pelat Lantai Berdasarkan peraturan beton SNI 03-2847-2013 tebal pelat lantai dengan balok yang membentang diantara tumpuan pada semua sisinya, tebal minimum, h, harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- (1) Untuk α_m yang sama atau lebih kecil dari 0,2 harus menggunakan 9.5.3.2

$$\alpha_m = \frac{\sum \alpha_n}{n}$$

- (2) Untuk α_m lebih besar dari 0,2 tapi tidak lebih dari 2,0h tidak boleh kurang dari :
- (3) Untuk α_m lebih besar dari 2,0h ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari :

$$\beta = \text{nilai perbandingan bentang panjang pelat lantai} = ly/lx, \text{ dengan } ly = \text{sisi bentang panjang pelat; dan}$$

$$h = \frac{\ell n (0,8 + f_y / 1400)}{36 + 5\beta(\alpha_m - 0,2)} \geq 125 \text{ mm}$$

Keterangan :
 h = Bentang bersih arah memanjang panel pelat (mm).
 h = Tebal plat (mm).
 β = Rasio bentang bersih arah memanjang terhadap arah memendek plat.
 f_y = Tegangan leleh baja (Mpa).

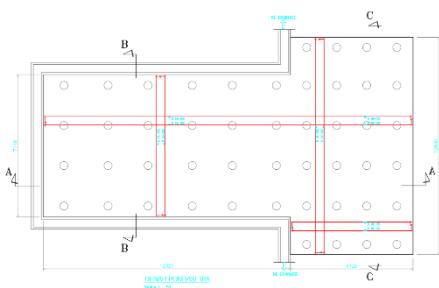
$$\begin{aligned} lx &= \text{sisi bentang pendek pelat} \\ ly = lx &= 2,5 \text{ m} \\ &= ly/lx = 1 \end{aligned}$$

Pelat lantai adalah konstruksi pemisah ruang secara mendatar pada gedung bertingkat. Pelat lantai memiliki tugas ganda yaitu menerima dan menyalurkan beban serta harus membagi ruang (Frick & Mulyani, 2006).

Pelat lantai yang direncakan menggunakan mutu beton K 350 dengan kuat tekan $f_c' = 29,05 \text{ MPa}$.

Langkah-langkah perencanaan pelat lantai, yaitu:

- (1) Menentukan panjang bentang, tumpuan, dan batas luasan pelat ($\leq 18 \text{ m}^2$),
- (2) Menentukan ketebalan pelat lantai,
- (3) Melakukan kontrol terhadap lendutan ijin,
- (4) Melakukan perhitungan pada beban yang ditopang pelat lantai, yang meliputi beban mati/DL dan beban hidup/LL.



Optimalisasi pemanfaatan energi pemanasan dari matahari yang dibantu dengan bentuk-bentuk mampu mengalirkan udara untuk menciptakan penghawaan alami. Tentunya bangunan yang akan dirancang sesuai dengan keadaan iklim setempat, mempunyai strategi pemanfaatan energi yang efektif sehingga bangunan tinggi terkesan tidak boros energi bisa menjadi bangunan yang hemat energi. Studi kasus yang dipilih bangunan yang identik dengan bioklimatik yang manfaatkan fasade sebelah timur dan barat terhadap energi matahari dengan menggunakan material bangunan yang ramah lingkungan.

Ucapan terima kasih

Penulis Mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dan petunjuk dari semua pihak dalam penyelesaian artikel ini. Semoga Artikel ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan sumbangan ilmu pengetahuan bagi khalayak secara umum.

Daftar Pustaka

- Nawy,E.G., Alih bahasa : Bambang Suryoatmono, "Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar,"Refika Aditama, Bandung, 1998.
- W.C.Vis& Gideon H Kusuma,"Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang," Erlangga Jakarta, 1993.
- Departemen Pekerjaan Umum, "Tatacara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung," SK SNI T-15-1991-03,1992.
- Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI), "Tatacara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung," Badan Standar Nasional (BSN) 2003.
- Benny Puspantoro, "Teori dan Analisis Balok Grid," Andi Offset, Yogyakarta, 1993
- HandiPramono, "Desain Konstruksi dengan Structure Analysis Programe (SAP2000),"Andi Offset, Yogyakarta, 2007.
- Irwan Katili, "Metode Elemen Hingga Untuk Skeletal," Raja Grafindo Persada, Jakarta, 2008.
- Bambang Suhendro, "Metode Elemen Hingga," Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universita Gajah Mada, Yogjakarta, 1984.Jakarta, Maret 2015
- Kusdiman Joko Priyanto "Kajian Kekuatan Pada Struktur Balok Grid Persegi, UNDIP, Semarang 2015.
- Hasan, Y. A., Mardiana, M., & Nama, G. F. (2022). Sistem Pendekripsi Kebocoran Tabung Gas Lpg Otomatis Berbasis Arduino Uno Menggunakan Metode Prototype. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 10(3).
- WP, P. N. S., Nama, G. F., & Komarudin, M. (2022). Sistem Pengendalian Kadar PH dan Penyiraman Tanaman Hidroponik Model Wick System. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 10(1).
- Fitriani, M., Nama, G. F., & Mardiana, M. (2022). Implementasi Association Rule Dengan Algoritma Apriori Pada Data Peminjaman Buku UPT Perpustakaan Universitas Lampung Menggunakan Metodologi CRISP-DM. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 10(1).
- Ananda, A. R., Nama, G. F., & Mardiana, M. (2022). Pengembangan Sistem Informasi Geografis Pemerintahan Kota Metro Dengan Metode SSADM (Structured System Analysis and Design Method). *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 10(1).
- Putri, D. D., Nama, G. F., & Sulistiono, W. E. (2022). Analisis Sentimen Kinerja Dewan Perwakilan Rakyat (DPR) Pada Twitter Menggunakan Metode Naive Bayes Classifier. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 10(1).
- Hariany, S., Despa, D., & Nama, G. F. (2021). Analisis Debit Andalan Das Way Andeng Menggunakan Data Satelit TRMM. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 9(3).