

ANALISIS STRUKTUR GEDUNG DENGAN MODIFIKASI PELAT LANTAI DAN DINDING DENGAN METODE PENERAPAN REKAYASA NILAI (VALUE ENGINEERING)

Studi Kasus Gedung Gedung Pusat Data Keanekaragaman Hayati (KEHATI)

(Structure Analysis with Floor Plate Modifications and Wall with Value Engineering Application Method (Value engineering))

Boni syahrul fikri pratama¹, Fadli Kurnia¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

E-mail: Syahrul.fikripratama@gmail.com

Diterima 20 September 2022, Disetujui 25 November 2022

ABSTRAK

Zaman berkembang sangat pesat sehingga banyak masyarakat mencari hunian mewah, aman dan nyaman. Untuk dapat menghemat dan mempercepat pembangunan dengan memunculkan inovasi baru untuk konstruksi gedung bertingkat yaitu penggunaan panel lantai. Panel lantai juga dikenal sebagai panel yang relatif ringan. Elemen ini terbuat dari bahan berkualitas tinggi, ringan dan lebih mudah dipasang. Dengan menggunakan pelat lantai, pembangunan vertikal, sehingga mempercepat proses renovasi. Pelat lantai merupakan alternatif, di mana pelat lantai tidak dicetak dengan cara tradisional, tetapi menggunakan metode yang lebih efisien, pemasangan langsung. Penelitian ini dilakukan dengan Studi kasus pada Pembangunan Gedung Gedung Pusat Data Keanekaragaman Hayati (KEHATI) – Paket I. Berlokasi di Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 47, Cibinong, Bogor, Jawa Barat 16911, perencanaan ini untuk Mengetahui perbandingan penggunaan alternatif material yang paling optimal dalam membuat perencanaan pembangunan yang dipakai dalam pembangunan gedung. Rancangan ini didasarkan pada aturan perencanaan keselamatan gempa struktural dan non-struktural SNI 1726-2019. Dan juga untuk Mengetahui perbedaan perencanaan struktur pada tiap-tiap opsi yang direncanakan pada perencanaan gedung Dengan metode penelitian (*Value Engineering*). Untuk memecahkan masalah secara spesifik, dengan Mengganti pelat lantai dengan beton pracetak sebagai pengganti beton cor biasa, telah mencapai pengurangan berat yang signifikan sebesar $\pm 4,725$ ton. Berdasarkan hasil yang diperoleh, alternatif yang digunakan adalah skenario 1 dan 2. Panel prefabrikasi direkomendasikan untuk pembuatan dinding eksterior. Lantai beton bertulang asli dapat didukung oleh pelat prefabrikasi, mengurangi manfaat struktural sebesar 36,55%.

Kata Kunci: Panel Lantai, *Value Engineering*, Pelat Prefabrikasi

ABSTRACT

Times are developing very rapidly so many people are looking for luxurious, safe and comfortable housing. To be able to save and accelerate development by bringing up new innovations for high-rise building construction, namely the use of floor panels. Floor panels are also known as relatively lightweight panels. This element is made of high quality material, light weight and easier to install. By using floor slabs, vertical construction, thus speeding up the renovation process. Floor plate is an alternative, where the floor plate is not printed in the traditional way, but uses a more efficient way, namely direct installation. This research was conducted with a case study of the Construction of the Biodiversity Data Center Building (KEHATI) – Package I. Located on Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 47, Cibinong, Bogor, West Java 16911, this plan is to find out the comparison of the most optimal use of alternative materials in making development plans used in building construction. This design is based on the structural and non-structural earthquake safety planning rules of SNI 1726-2019. And also to find out the differences in structural planning for each planning option in building planning using the research method (Value Engineering). To address a particular problem, by Replacing the floor slabs with precast concrete instead of conventional cast concrete, achieved a significant weight reduction of $\pm 4,725$ tonnes. Based on the results obtained, the alternatives used are scenarios 1 and 2. Prefabricated panels are recommended for the manufacture of exterior walls. Original reinforced concrete floors can be supported by prefabricated slabs, reducing structural benefits by 36.55%.

Keywords: Floor Panels, *Value Engineering*, Prefabricated Slabs

PENDAHULUAN

Dengan tingkat penduduk yang tinggi serta kegiatan ekonomi yang pesat di Indonesia perkembangan pembangunan gedung bertingkat sangat tinggi dikarenakan salah satu alternatif dengan mengurangi areal lahan yang terbatas dan dapat menghemat penggunaan lahan yang ada.

Di waktu ini Investor sangat tertarik dengan hal ini di era pembangunan perumahan di daerah berkembang. kebutuhan hidup yang praktis menciptakan keinginan untuk apartemen yang mewah, aman dan nyaman. Persepsi umum inilah yang mendorong investor untuk mengajukan permohonan membangun rumah yang layak huni, aman, nyaman dan terjangkau.

Perencanaan yang baik tidak boleh mengabaikan mutu dalam penggunaan panel lantai dengan gedung bertingkat. Dengan memperhatikan kekuatan, keamanan yang ada, dan dapat mencegah terjadinya keruntuhan pada bangunan. Mutu dan kualitas merupakan modal terpenting dari suatu perencanaan, agar hasil yang di realisasikan mendapatkan kepuasan.

Dengan adanya berbagai inovasi material pemilihan bahan mempengaruhi keberhasilan pembangunan. Maka dari itu dapat diperoleh keuntungan dari segi biaya dan waktu karena untuk sekarang ini konstruksi bangunan dilihat dari segi hemat energi dan dapat memenuhi persyaratan yang ada yaitu ketahanan bangunan terhadap gempa Berbagai macam material dapat digunakan untuk menjadi bahan baku pada pembuatan bangunan yaitu panel lantai.

Panel lantai merupakan teknologi baru dibidang konstruksi sebagai pengganti bangunan konvensional dan hasil inovasi teknologi konstruksi terkini yang terbuat dari bahan – bahan yang ramah lingkungan, bersifat ringan tapi kokoh, tidak menjaral api dan kedap suara [1].

Ketahanan bangunan terhadap gempa terutama untuk gedung bertingkat yang sudah terbangun atau ingin dibangun, dari segi desain strukturnya sudah melalui proses agar menghasilkan gedung yang aman sesuai dengan standar yang berlaku. Dengan adanya teori getaran dapat dijelaskan bahwa struktur akan mengalami kerusakan besar apabila frekuensi dominan getaran tanah/beban akibat gempa berdekatan dengan frekuensi getaran bangunan, atau biasa disebut dengan peristiwa resonansi. Apabila kondisi tersebut terjadi, maka seluruh bangunan akan runtuh total [2].

Dalam pembahasan rekayasa nilai, pekerjaan konstruksi panel dan dinding dibahas di sini. Awalnya panel lantai cor tradisional digunakan namun berdasarkan volume dan berat membutuhkan spesifikasi struktur dengan perencanaan yang besar. Sebagai alternatif, beberapa alternatif untuk struktur pelat bawah telah diusulkan. Alternatif ini dirancang untuk mengurangi beban kerja dan mengurangi berat struktur pelat. Yang membuat mengurangi dalam hal pekerjaan akan berkurang, beban pada pondasi juga berubah. Ketika rekayasa nilai struktur pelat selesai, konsumsi tiang pancang diharapkan dapat dikurangi.

Pekerjaan konstruksi dengan menggunakan material Panel Lantai dapat memudahkan pekerjaan yang dikerjakan dengan lebih cepat dan untuk pemasangannya

membutuhkan tenaga ahli dalam bidangnya. Panel lantai sendiri didalamnya sudah disertakan pembesian sehingga ketika dipasang langsung bisa digunakan dan sanggup menahan beban mati dan beban hidup di atasnya (400 kg / m²) [3].

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode analisis data dengan menggunakan metode *Value engineering*.

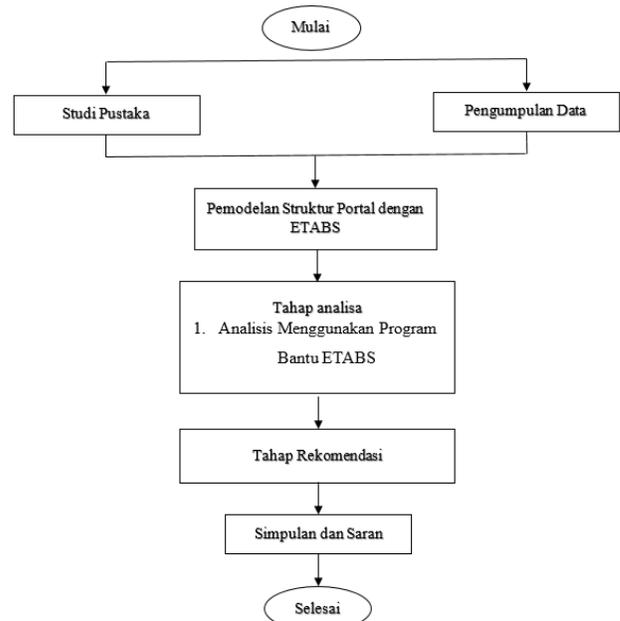
Lokasi penelitian berada di lingkup Gedung Pusat Data Keanekaragaman Hayati (KEHATI) – Paket I.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Sumber data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder berupa *shopdrawing*, dan berbagai studi literatur.

Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar diagram alir dibawah ini.

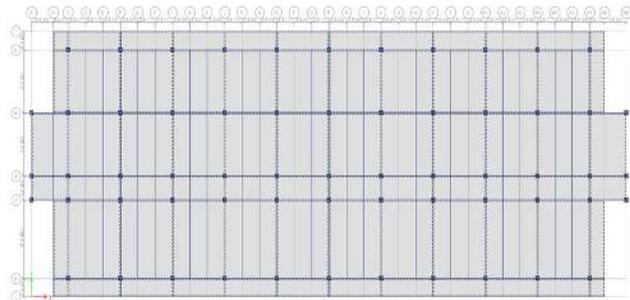


Gambar 2. Bagan Alur Penelitian

Permodelan Struktur Bangunan

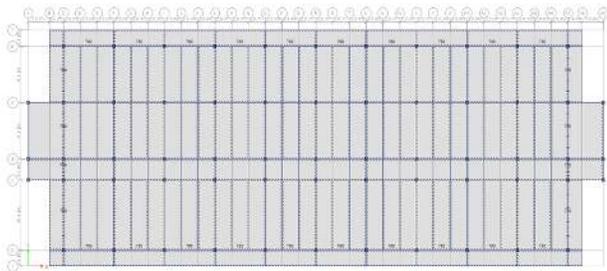
Pemodelan struktur bangunan pada tugas akhir ini menggunakan pemodelan struktur program ETABS yang dimana akan dilihat dari desain keaslian dan desain alternatif untuk gedung Infrastruktur Keanekaragaman Kehati Ditampilkan dalam gambar 2 untuk penggunaan pelat lantai cor konvensional dan gambar 3 untuk penggunaan pelat lantai *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) yang merupakan gambar tampilan tampak atas lantai 5 gedung infrastruktur Kehati dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

1. Pelat Lantai Beton bertulang Berat lapangan 2400 kg/m²



Gambar 3. Pemodelan Tampak Atas Lantai 5 Gedung Infrastruktur Kehati.

2. Pelat Lantai (AAC) Berat lapangan 780 kg/m



Gambar 4. Pemodelan Tampak Atas Lantai 5 Gedung Infrastruktur Kehati, Bogor Panel Lantai (AAC).

Asumsi Pembebanan

Pada penelitian ini terdapat 3 skenario dalam perencanaan gedung dimana untuk penamaan ada desain asli, desain skenario 1 dan skenario 2 untuk setiap perencanaan dimana terdapat membuat asumsi perbedaan pada jenis material yang digunakan, tulangan dan ukuran kolom :

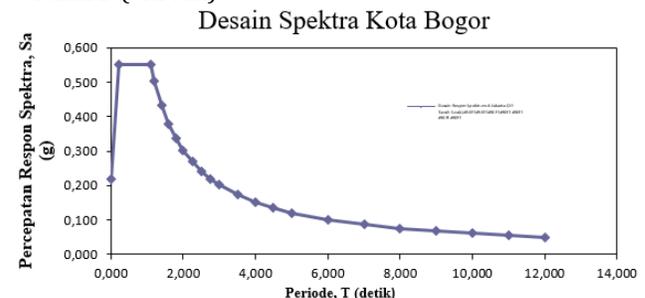
1. Struktur eksisitng
Pelat lantai (Beton Bertulang) = 2400 kg/m².
Dinding Eksterior (Bata Biasa = 1500 kg/m².
2. Skenario 1
Pelat Lantai (AAC) = 780 kg/m².
Dinding Eksterior (Precast) = 936 kg/m².
3. Skenario 2
Pelat Lantai (AAC) = 780 kg/m².
Dinding Eksterior (Precast) = 936 kg/m².

Beban Gempa

Berdasarkan pada peta zona gempa dapat diketahui data sebagai berikut :

- Lokasi Gempa = Wilayah 2
- Sistem Struktur = SRPMK
- Jenis Pemanfaatan Bangunan = Gedung
- Kategori Resiko = II
- Faktor Keutamaan Gempa = Ie = 1,
- Jenis Tanah = SE (Tanah Lunak).
- Klasifikasi Situs = Vs = < 175
- N = < 15
- Su = < 50

diperoleh nilai SDS = 0,676 dan SD1= 0,5686. Dari nilai SDS dan SD1, maka *site* digolongkan sebagai kategori disain seismik D (SRPMK).

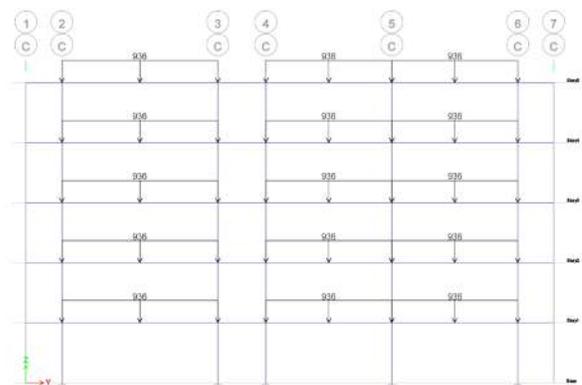


Gambar 5. Grafik Respon Spektrum Kota Bogor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

❖ Struktur Eksisitng

Pada struktur eksisting seluruh dinding plat lantai menggunakan cor beton biasa sedangkan untuk dinding menggunakan bata ringan. Untuk Gedung Infrastruktur Gedung Kehati beban pelat lantai diasumsikan beban pelat lantai itu sendiri di define berat jenis beton sebesar 2.400 kg/m³ dan dinding eksterior 487,5 kg/m³ dimasukan ke program ETABS yang terdapat pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik Respon Spektrum Mamuju.

Hasil data struktur pada program bantuan ETABS Reaksi total berat struktur pada desain skenario 1 hasil reaksi struktur memiliki berat 4.725.316 ton. Dengan mengganti pelat lantai dengan beton pracetak sebagai ganti beton cor biasa, mencapai pengurangan berat yang signifikan sebesar ± 4.725 ton.

Dari hasil perhitungan ETABS terlihat adanya perbedaan penempatan struktur dan respon bobot dari desain ke desain. Dapat dilihat perbedaan dalam respons peletakan keseluruhan.

Tabel 1. Rekapitulasi Bobot Struktur

DESAIN	BOBOT STRUKTUR (kgf)	PERSENTASE PENGURANGAN
Asli	12,927,624	-----
Skenario 1	5,933,15	54,10%
Skenario 2	4,725,316	63,44%

Periode Getar Fundamental

Persyaratan yang harus dipenuhi dalam analisis ini adalah sebagai berikut :

- Time Periode Tc
- Partisipasi massa > 90 %.
- Pola ragam gerak : Dominan dalam translasi pada mode ke - 1 dan ke - 2 (tidak terjadi rotasi pada mode ke - 1 dan ke - 2)

Apabila diperlukan, sebagian atau mungkin keseluruhan sistem struktur perlu diubah dan disesuaikan sehingga memenuhi kriteria persyaratan tersebut di atas.

Tabel 2. Periode getar fundamental

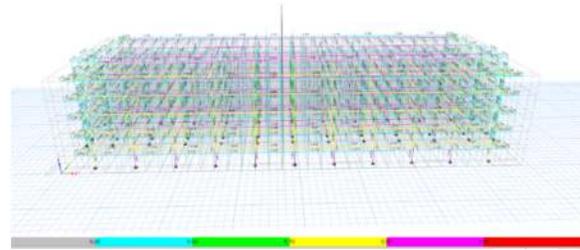
Gedung	seismic weight	Periode Getar Fundamental	Pola Ragam Gerak	Partisipasi Massa
Desain Asli (5lt; H=20m)	126133 kN	M1: 0.679 detik M2: 0.628 detik	Uy,Ux	>90%
Skenario 1 (5lt; H=20m)	88216 kN	M1: 0.568 detik M2: 0.529 detik	Uy,Ux	>90%
Skenario 2 (5lt; H=20m)	81226 kN	M1: 0.675 detik M2: 0.628 detik	Uy,Ux	>90%

Pada Tabel 2 pola ragam gerak mode - 1 dan mode - struktur gedung Asli, Alternatif 1 dan Alternatif 2 didominasi oleh translasi, dan untuk partisipasi massanya masing-masing arah horisontal ortogonal dari respon yang ditinjau oleh model sudah melebihi 90%, hal ini berarti sistem struktur sudah memberikan kestabilan yang cukup selama gempa berlangsung (tidak terpuntir).

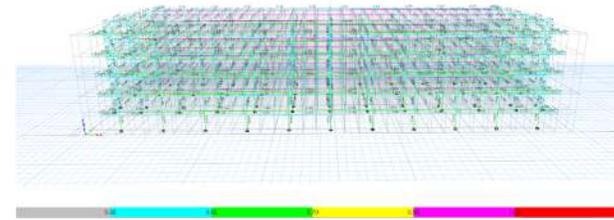
Stress Ratio

Berdasarkan hasil analisis menggunakan aplikasi batntuan Etabsbisa di lihat hasil $i/(R)$ adalah rasio antara gaya atau momen ultimate pada penampang yang terjadi yang sudah dilakukan sebelumnya dapat dilihat hasil dari

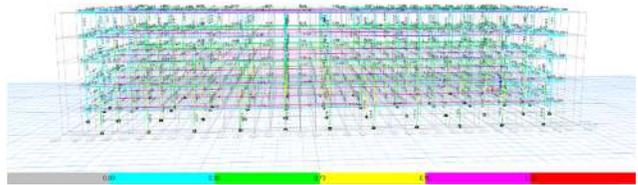
permodelan struktur pada Desain asli, Skenario 1 dan Skenario 2 dalam pengetesan *Stress Ratio* Pada bangunan gedung dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 7. Stress Ratio Hasil Etabs Perencanaan Desain Asli



Gambar 8. Stress Ratio Hasil Etabs Perencanaan Skenario 1.

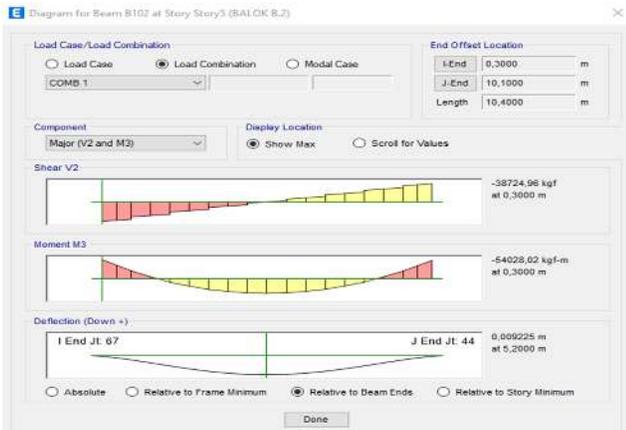


Gambar 9. Stress Ratio Hasil Etabs Perencanaan Skenario 2.

Setelah melakukan *Test Concrete frame design* dan pengecekan Colum P-M-M Interaction Ratios $R > 1$ merupakan indikasi numeral terkait kondisi kekuatan (strength) struktur. Dapat dilihat bahwa Hasil stress ratio rata-rata berwarna hijau dimana menandakan kekuatan struktur sangat bagus dan beberapa titik terdapat warna ungu namun hasil *Capacity ratio* atau R tidak melebihi dari 1 dapatdikatakan masih aman.

Lendutan

Defleksi/lendutan atau kelenturan adalah perubahan bentuk pada struktur material dalam arah y akibat terjadinya gaya vertikal yang diterima pada batang material. Sesuai SNI 1726 - 2019 tabel perhitungan lendutan izin maksimum hal 554, untuk bangunan gedung lendutan izin yang di haruskan $(l/240 \times \text{panjang bentang})$ untuk bentangan pendek dan $(1/480 \times \text{panjang bentang})$ untuk bentang panjang.
Desain Asli



Gambar 10 Lentutan Hasil Analisis ETABS Desain Asli.

Dari gambar di atas diperoleh lentutan balok sebesar 0,9225 mm, berdasarkan perhitungan lentutan izin dengan nilai $\Delta_{izin} = 0,0216$ mm maka:
 $\Delta_{ETABS} = 0,00922$ mm < 0,0216 dari hasil tersebut lentutan dinyatakan aman.

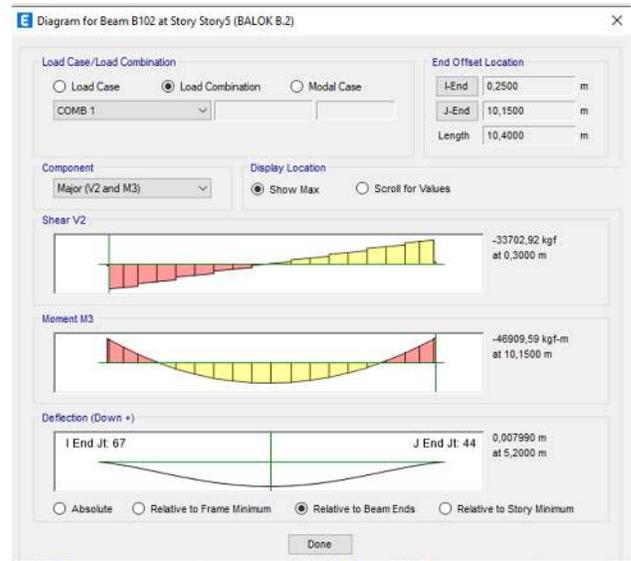
Skenario 1



Gambar 11 Lentutan Hasil Analisis ETABS Skenario 1

Dari gambar di atas diperoleh lentutan balok sebesar 0,006494 mm, berdasarkan perhitungan lentutan izin dengan nilai $\Delta_{izin} = 0,0216$ mm maka:
 $\Delta_{ETABS} = 0,006494$ mm < 0,0216 dari hasil tersebut lentutan dinyatakan aman.

Skenario 2



Gambar 12 Lentutan Hasil Analisis ETABS Skenario 2

Dari gambar di atas diperoleh lentutan balok sebesar 0,799 mm, berdasarkan perhitungan lentutan izin dengan nilai $\Delta_{izin} = 0,0216$ mm maka:
 $\Delta_{ETABS} = 0,00799$ mm < 0,0216 dari hasil tersebut lentutan dinyatakan aman.

Analisa Kebutuhan Tulangan

Dari hasil Perhitungan Kebutuhan tulangan dimana mencakup untuk desain struktur eksisting, Alternatif 1 dan Alternatif 2 kebutuhan tulangan dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 3 Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Balok Dan kolom

Struktur Gedung	Desain Asli	Skenario 1	Skenario 2
BALOK	12D19 - 100 mm	10D19 - 100 mm	10D19 - 100 mm
KOLOM	24D22 - 100 mm	22D22 - 100 mm	20D22 - 100 mm

Dari hasil Tabel Perhitungan Kebutuhan tulangan di atas dapat di lihat bahwa ada penurunan kebutuhan tulangan balok dari sebelumnya desain struktur eksisting 12D19 - 100 mm turun pada skenario 1 dan 2 menjadi 10D19 - 100 mm, tulangan kolom yang sebelumnya Desain Asli 24D22 - 100 mm turun pada skenario 1 dan 2 menjadi 22D22 - 100 mm.

Analisis Kebutuhan Tiang Pancang

Dari hasil Perhitungan Kebutuhan tiang pancang di atas dimana mencakup untuk desain eksisting, Alternatif 1 dan Alternatif 2 dibuat kesimpulan Komparasi tiang pancang yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 4 Analisa Desain Tiang Pancang

DESAIN	JUMLAH TIANG PANCANG	PERSENTASE PENGURANGAN
Desain Asli	320 Buah	----
Desain Skenario 1	200 Buah	37,5 %
Desain Skenario 2	182 Buah	43,12 %

Dari hasil Analisa perhitungan kebutuhan tiang pancang pada perhitungan Desain struktur eksisting, skenario 1, dan skenario 2 dapat dilihat pada tabel 4 untuk desain struktur eksisting menggunakan jumlah total tiang pancang 320 buah dan menjadi lebih kecil untuk scenario 1 menjadi 182 buah tiang pancang presentase pengurangan yang terjadi antara desain asli menjadi skenario 2 adalah 43,12%.

Tahap Rekomendasi

Tabel 5 Summary Analisis Rekayasa Desain

No	Elemen Bangunan	Desain Asli	Skenario 1	Skenario 2
1	Dinding	Bata Ringan	Panel Precast	Panel Precast
	• Dinding Eksterior			
2	Pelat Lantai	Cor in situ	Pelat (AAC)	Pelat (AAC)
	Dimensi			
3	Kolom	80x80	80x80	70x70
	• Lantai 1	80x80	80x80	70x70
	• Lanati 2	80x80	80x80	70x70
	• Lantai 3	70x70	70x70	60x60
	• Lantai 4	70x70	70x70	60x60
	• Lantai 5			
	• CB.15			
4	Balok	400x800	400x800	400x800
	• G.1	400x850	400x850	400x850
	• G.2	400x650	400x650	400x650
	• G.3	400x700	400x700	400x700
	• B.1	400x750	400x750	400x750
	• B.2	400x400	400x400	400x400
	• B.3	350x600	350x600	350x600
	• B.4	250x400	250x400	250x400
	• B.5	400x700	400x700	400x700
	• CB.15			
5	Berat Struktur (Kg)	12,927,624	5,933,15	4,725,316
6	Tiang pancang	320 TP	200 TP	182 TP

Dapat dilihat rancangan yang didapatkan untuk melihat Efisiensi Material pada item pengerjaan dinding dan pelat lantai adalah Skenario 2. Dengan dapat dilihat hasil presentase pengurangan beban struktur mencapai 63,44%.

KESIMPULAN

Setelah melakukan analisis dan juga perhitungan yang dilakukan hasil perhitungan yang dilakukan melalui analisis pada ETABS v.19.1.1 maka dapat disimpulkan bahwa skenario 2 adalah alternatif desain yang paling optimal dalam membuat perencanaan kontruksi struktur yang akan

dipakai. Dari Hasil analisis perhitungan terdapat perbedaan perencanaan struktur yang terjadi pada tiap – tiap opsi yang direncanakan. Dimana terlihat pada tiap – tiap analisis perencanaan untuk desain asli, skenario 1, dan skenario 2 dimana jika beban yang menopang berkurang maka perencanaan dan kebutuhan tulangan untuk tiap skenario juga akan berkurang. Setelah dilakukan perhitungan untuk perencanaan kebutuhan tiang pancang dimana dari sebelumnya perencanaan desain asli membutuhkan 320 buah titik berkurang yang terkecil pada skenario 2 menjadi 182 buah berkurang sebanyak 43,12 % dari perencanaan sebelumnya.

Terdapat perbedaan dimana Pelat lantai pada Perencanaan struktur shopdrawing asli menggunakan beton bertulang diganti dengan menggunakan pelat panel lantai *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC). Saat dilakukan aplikasikan pada skenario 2 dimana terdapat pengurangan beban untuk perencanaan desain struktur asli berkurang 63,44%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] INDAH O.V. SELAH. “TINJAUAN KEKUATAN STRUKTUR KOLOM BALOK DAN PELAT PANEL RUSUN ASN PROVINSI SULAWESI UTARA” POLITEKNIK NEGERI MANADO. 2019.

[2] Restu Faizah. “PENGARUH FREKUENSI GEMPA TERHADAP RESPONS BANGUNAN BERTINGKAT” *Seminar Nasional Teknik Sipil V – UMS ISSN : 2459-9727 S-59*. Yogyakarta, Universitas Muhammadiyah. 2015.

[3] Saputra, Alfin Azis. Winarto, Sigit. Ridwan, Ahmad. “PERENCANAAN STRUKTUR BAJA PADA KONSTRUKSI EMPAT LANTAI PADA HOTEL JAYA BAYA” *JURMATEKS*, Vol. 1, No. 2. Fakultas Teknik Universitas Kadiri 2018.

[4] PUPR. “KONSTRUKSI PRACETAK UNTUK RUMAH SEDERHANA”. Jakarta. 2016.

[5] Dewi, Sari Utama Dewi. Kusmila, Widya. “ANALISIS STRUKTUR PELAT LANTAI BETON KONVENSIONAL DAN PELAT LANTAI BONDEK (GEDUNG KULIAH FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN UIN RADEN INTAN LAMPUNG)”. *TAPAK* Vol. 8 No. 1. Universitas Muhammadiyah Metro. 2018.

[6] Uji, Andi Tenri. “PERBANDINGAN BIAYA PELAKSANAAN PELAT BETON MENGGUNAKAN BOUNDECK DAN PELAT KONVENSIONAL PADA GEDUNG GRAHA SURACO”. Universitas Hasanuddin. 2012.

[7] BADAN STANDARDISASI NASIONAL. “Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung”, SNI 03 – 2847 – 2013.

- [8] Pratama, M Mirza Abdillah. "Analisis Kinerja Bangunan Gedung Tinggi Dengan Penambahan Dinding Geser (Studi Kasus : Bangunan 8 Lantai)" SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil p- ISSN 2443- 1729 e- ISSN