

Evaluasi Kapasitas Elemen Struktur Eksisting Food Court Untuk Perencanaan Cinemaxx Mal Pekanbaru

The Evaluation of Existing Food Court Structural Capacity for Cinemaxx Renovation Desain in Mal Pekanbaru

Rony Ardiansyah^{1,*}

¹ Teknik Sipil, Universitas Islam Riau, Jl. Kaharuddin Nasution 113, Pekanbaru, Riau

* Penulis korespondensi : ronyardiansyah@eng.uir.ac.id

Tel.: +62-81-175-1063

Diterima: 27 Agustus 2020; Direvisi: 28 Oktober 2020; Disetujui: 28 Oktober 2020

DOI: 10.25299/saintis2020.vol20(02).5514

Abstrak

Evaluasi Kapasitas Struktur Eksisting Area Food Court seluas 1024m² yang dialihfungsikan sebagai Cinemaxx. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kapasitas izin dari elemen struktur eksisting pada elemen balok dan pelat lantai dengan memberikan beban hidup beragam. Struktur dimodelkan dengan menggunakan bantuan program ETABS 2015 untuk menganalisis gaya dalam pada elemen balok. Sedangkan untuk menganalisis gaya dalam pada elemen pelat menggunakan bantuan program SAP 2015. Adapun area yang ditinjau pada evaluasi ini yaitu pelat lantai-3 As-J s/d As-R dan As-2 s/d As-5. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pelat lantai eksisting pada bentang X dengan dan tanpa memperhitungkan defleksi balok, dinyatakan aman (OK) untuk beban hidup 400 & 500 kg/m², untuk beban hidup 600 kg/m² dinyatakan KRITIS dan untuk beban hidup 700 kg/m² dinyatakan tidak aman (NO-OK). Pada pelat lantai, pelat bentang Y hanya beban hidup 400 kg/m² yang dinyatakan aman (OK), beban hidup 500 kg/m² dinyatakan KRITIS, dan beban hidup 600 kg/m² dinyatakan tidak aman (NO-OK). Pelat lantai tanpa memperhitungkan pengaruh defleksi dari balok sekelilingnya atau dengan asumsi pelat sebagai beban, untuk semua beban hidupnya mulai dari 400, 500 dan 600 kg/m² dinyatakan aman (OK). Momen lentur balok induk 350 x 650 pada tumpuan dinyatakan aman (OK) untuk semua beban hidup mulai dari 500 kg/m² s/d 800 kg/m². Sedangkan area lapangan dinyatakan (OK) untuk beban hidup 500 & 600 kg/m²; untuk beban hidup 700 kg/m² dinyatakan tidak aman (NO-OK).

Kata Kunci: Kapasitas, defleksi, beban hidup, momen,

Abstract

The evaluation of existing food court structural capacity with area size 1024m² planned to be transformed to Cinemax. This research is purposed to determine permit capacity of existing structural elements on the beam and slab elements by providing various live loads. The structure is modeled using the ETABS 2015 program to analyze the internal forces on the beam elements. Then to analyze forces within slabs structures were modeled using the SAP 2015. The area covered in this evaluation is the floor slab-3 column centre J-R, and 2-5. The evaluation show for floor slab case in x-axis span, ignoring deflection of the beam, in response to 400 - 500 kg/m² live load is considered to be safe (OK), 600 kg/m² live load is considered to be critical, 700 kg/m² live load is considered to be unsafe (NO-OK). In y-axis span, in response to 400 kg/m² live load, it is considered safe (OK), 500 kg/m² live load is considered critical, 600 kg/m² live load is considered unsafe (NO-OK). All slabs assumed as its sole load without putting beam deflection into equation are considered safe in response to 500 - 600 kg/m² live load. For main beams case (350x650), bending moment in support section is considered to be safe (OK) in all case of live load ranging from 500 - 800 kg/m². While bending moment in midspan section, in response to 500-600 kg/m² live load is considered to be safe (OK), 700 kg/m² live load is considered to be unsafe (NO-OK).

Keywords: (capacity, deflection, live load, moment,)

PENDAHULUAN

Cinemaxx adalah salah satu jaringan bioskop Indonesia milik Lippo Group melalui PT Cinemaxx Global Pasifik yang pertama kali didirikan pada Agustus 2014. Bioskop pertamanya berlokasi di Plaza Semanggi, Jakarta dan sekarang telah berkembang menjadi 19 bioskop yang terbesar di seluruh Indonesia. Daerah atau area yang akan dijadikan Gedung Bioskop Cinemaxx merupakan eks *Area Food Court* yang terletak di lantai 3 (tiga) Gedung Mal Pekanbaru Jl. Jenderal Sudirman.

Elemen-elemen struktur bangunan bekerjasama untuk menciptakan kestabilan. Stabilitas yang diharapkan harus memenuhi stabilitas secara menyeluruh, stabilitas sambungan serta stabilitas yang berkaitan dengan kekuatan dan kekakuan komponen [1]. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui bagaimana kemampuan dari struktur eksisting khusus balok dan pelat lantai terhadap beberapa variasi besarnya beban hidup. Adapun Lingkup Evaluasi Kapasitas Struktur Eksisting *Area Food Cort*, mencakup:

1. Menganalisis kapasitas beban yang diizinkan bekerja pada pelat lantai (pelat lantai-3 As-J s/d As-R dan As-2 s/d As-5) dalam ton/m².
2. Menghitung kapasitas momen (M_n) dan geser (V_n) yang diizinkan pada elemen struktur balok Induk (350 x 650) dan Balok Anak (300 x 550), serta beban izin dan rasio kekuatannya.
3. Burtir 1 & 2 di atas dinalisis berdasarkan: Gambar kerja/Gambar Struktur (Fernandus & Associates Consulting Engineer) dan Mutu baja tulangan sesuai Gambar Struktur (Fernandus & Associates Consulting Engineer), U-39 atau fy 390 Mpa (Diameter > 13 mm); U-24 atau fy 240 Mpa (Diameter < 13 mm); Mutu beton K-300 atau $F_c' = 24,9$ Mpa.



Gambar 1. Pengujian Mutu Beton dengan Alat Non Destructive (*Hammer Test*)

Pembebanan struktur, meliputi: gaya dan aksi lainnya yang ada di dalam gedung, efek lingkungan, selisih perpindahan, dan gaya kekaangan akibat perubahan dimensi [2]. Standar evaluasi kinerja penampang elemen struktur disusun berdasarkan Persyaratan Beton struktural untuk Bangunan Gedung, Standar ini memberikan persyaratan minimum untuk desain dan komponen struktur yang dibangun menurut persyaratan peraturan bangunan gedung secara umum yang diadopsi secara legal dimana standar ini merupakan bagiannya. Di daerah tanpa peraturan bangunan gedung yang diadopsi secara legal, standar ini menentukan standar minimum yang dapat diterima untuk bahan, desain, dan praktek konstruksi. Standar ini juga memuat evaluasi kekuatan struktur beton yang sudah dibangun [3].

Tegangan-tegangan izin baja tulangan yang digunakan dalam mengevaluasi elemen struktur bangunan eksisting *area food court*. Sesuai jenis tegangan yang bekerja pada struktur mengacu pada SNI 2052: 2017 tentang Baja Tulangan Beton. Standar ini menetapkan acuan normatif, istilah, dengan memperhatikan aspek-aspek keselamatan dan keamanan [4].

Perilaku dari struktur yang mengalami pembebanan sebagian besar tergantung pada definisi, bahan baku, dan cara pengambilan contoh, cara uji, syarat penandaan, syarat lulus uji, dan pengemasan baja tulangan beton yang digunakan untuk keperluan penulangan konstruksi beton, cara

uji, syarat penandaan, syarat lulus uji, dan pengemasan baja tulangan beton yang digunakan untuk keperluan penulangan konstruksi beton hubungan regangan-regangan material pembentuknya, sesuai dengan jenis tegangan yang bekerja pada struktur [5]. Dalam balok-balok beton bertulang, tegangan tekan bervariasi dari nol di sumbu netral sampai maksimum pada atau di dekat serat ekstrim. Bagaimana tegangan ini bervariasi dan di mana sumbu netral sebenarnya terletak, bergantung pada besarnya beban dan riwayat pembebanan-pembebanan sebelumnya [6].

METODOLOGI

Pengumpulan data dilakukan dengan dua metode yaitu metode random dan non random dengan uraian sebagai berikut. Pengambilan data *mix design* dilakukan dengan secara acak (*simple random sampling*), yaitu pengambilan dilakukan secara acak tanpa strata dan memberikan peluang yang sama pada setiap unsur (elemen) populasi. Teknik ini dipilih berdasarkan asumsi bahwa metode yang dipergunakan pada laboratorium formal bersifat standar atau homogen [7].

Beberapa tahapan penelitian dilakukan yaitu: survey dan investigasi di lapangan dengan tujuan mengumpulkan data dan informasi untuk kelengkapan penelitian dan studi pustaka dan literatur yang berkaitan dengan topik penelitian.

Sebelum pengujian terlebih dahulu diadakan investigasi terhadap kerusakan beton, apakah ada pengupasan (*spalling*) elemen struktur beton bertulang eksisting. *Spalling* adalah bagian permukaan beton yang terlepas dalam bentuk kepingan atau bongkahan kecil. Kerusakan ini disebabkan oleh korosi tulangan, kebakaran dll. Volume tulangan yang terkorosi membesar menimbulkan tegangan dalam tarik pada beton sekeliling tulangan, jika tegangan ini melampaui kekuatan beton yang mengelilinginya, terjadilah *spalling*. Pada saat kebakaran, *spalling* disebabkan oleh perbedaan pemuaian antara agregat dan mortal yg saling kontradiktif. Pada suhu tinggi, agregat akan memuai, setelah suhu menjadi normal kembali ukuran agregat akan kembali seperti semula. Sedangkan mortal memuai hnaya sampai sekitar suhu 200° C, setelah itu menyusut kembali. Perbedaan ini menimbulkan tegangan lokal pada bidang batas antara kedua batas bahan ini, jika tegangan lekat melabahi kuat lekatnya kan terjadi retak/pecah, yang berlanjut dengan *spalling* [8]. Dari hasil *survey* investigasi tidak didapat elemen struktur atau bagian elemen struktur eksisting yang mengalami *spalling*.

Pengujian Non Destructive

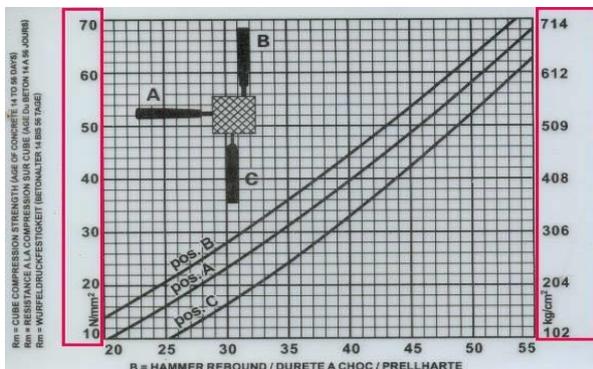
Pengujian ini dilaksanakan dengan maksud untuk memperoleh mutu beton bangunan eksisting (*area food court*), lingkup kegiatan investigasi ini dilakukan sebagai berikut:

1. Menentukan titik-titik pengujian di lapangan.

- Melakukan pengujian hammer test pada 10 (sepuluh) segmen atau elemen struktur, yaitu: Kolom sebanyak 3 (tiga) elemen; balok Induk sebanyak 2 (dua) elemen; balok anak sebanyak 2 (dua) elemen, dan pelat lantai sebanyak 2 (dua) elemen.
- Mutu beton eksisting adalah K-300. K-300 diartikan dengan kekuatan tekan beton yang diperoleh dari pemeriksaan benda uji kubus yang bersisi 15 (+0,06) cm pada umur 28 hari. Sedangkan f_c'' adalah kuat tekan beton yang disyaratkan (dalam Mpa), didapat berdasarkan pada hasil pengujian benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Penentuan nilai f_c'' boleh juga didasarkan pada hasil pengujian pada nilai f_{ck} yang didapat dari hasil uji tekan benda uji kubus bersisi 150 mm. Dalam hal ini f_c'' didapat dari perhitungan konversi berikut ini. $f_c'' = (0,76 + 0,2 \log f_{ck} / 15)$ f_{ck} , dimana f_{ck} adalah kuat tekan beton (dalam MPa), didapat dari benda uji kubus bersisi 150 mm [9].
- Langkah selanjutnya dapat dilakukan audit atas kualitas konstruksi beton terpasang dengan melakukan uji karakteristik mutu beton terpasang. Untuk menguji sesuatu beton dapat dilakukan pertama-tama dengan teknik *non-destructive tools* seperti hammer test [10]. Salah satu alat yang bisa kita gunakan untuk mengetahui kekuatan tekan beton adalah hammer test. Hammer test yaitu suatu alat pemeriksaan mutu beton tanpa merusak beton.



Gambar 2. Alat Hammer Test



Gambar 3. Grafik pada Alat Hammer Test

Hasil pengujian mutu beton dengan alat Non Destructive atau *Hammer Test* dapat dilihat pada Tabel 1.

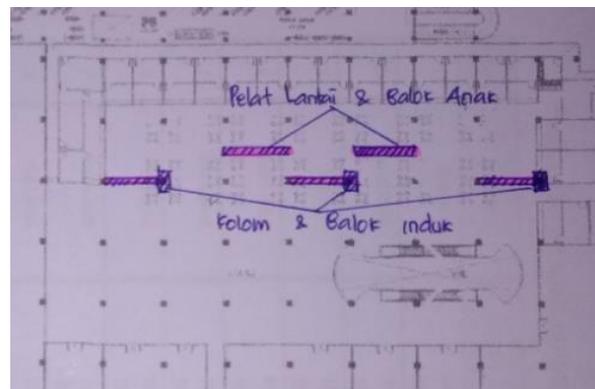
Tabel 1. Hasil Pengujian *Hammer Test*

Elemen	σ'_{bk}	Rata-rata σ'_{bk}
Kolom	370.11	363.98
	354.84	
Balok Induk	383.51	383.92
	384.33	
Kolom	373.97	383.35
	392.72	
Balok Induk	401.07	381.88
	362.70	
Balok Anak	337.05	350.58
	364.12	
Plat Lantai	325.97	291.05
	256.13	
Balok Anak	374.51	380.15
	385.79	
Plat Lantai	375.68	314.10
	252.51	
Kolom	391.91	390.21
	388.52	
Balok Induk	366.67	343.5
	320.33	

Dari hasil uji dengan alat *non destructive tools* pada Tabel 1, dapat digunakan mutu beton untuk evaluasi, struktur pelat diambil K-250 dan untuk elemen struktur kolom K-350 dan balok diambil K-300. Faktor reduksi yang digunakan untuk evaluasi menurut SNI 2847-2019 dapat digunakan faktor reduksi 0,8; 0,9; dan 1,0 sesuai dengan jenis tegangan yang bekerja.

Data Struktur

Berlawanan dengan mekanika, kekuatan bahan (*Strength of Materials*) berkaitan dengan hubungan antara gaya luar yang bekerja dan pengaruhnya terhadap gaya dalam elemen struktur. Selanjutnya, elemen struktur tidak lagi dianggap kaku sebagai kaku ideal; deformasi, meskipun kecil, merupakan sasaran utama. Sifat bahan untuk struktur mempengaruhi pemilihan dan ukuran yang memenuhi kekuatan dan kekakuan [11].



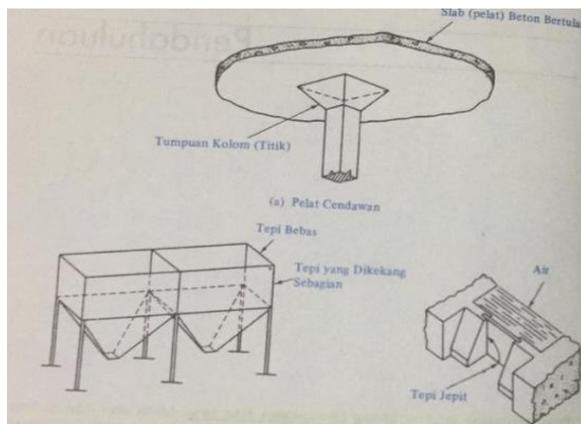
Gambar 4. Denah Eksisting Food Court

Deskripsi struktur pada balok dan pelat lantai 3 As J s/d As R dan As 2 s/d As 5, yang dipakai untuk evaluasi adalah: beton yang digunakan adalah K300 atau $f_c' 25$; Mutu baja

tulangan adalah f_y 390 (ulir) dan f_y 240 (polos); dan Balok yang ditinjau adalah balok induk 35×65 , balok anak 30×55 dan pelat lantai $t = 12$ cm.

Berat struktur langsung hitung dalam program analisis, beban mati yang digunakan dalam mengevaluasi elemen struktur bangunan eksisting *area food court* [1]. Beban dinding $(6-0,65) \times 250 = 1337,5$ kg/m; Beban finising lantai (keramik/granit) Spasi = $3 \times 21 = 63$ kg/m²; Ubin = $1 \times 24 = 24$ kg/m²; Total = 87kg/m²; Beban plafond = 20kg/m²; Beban MEP = 5kg/m².

Pelat merupakan struktur bidang (permukaan) yang lurus, (datar atau tidak melengkung) yang tebalnya jauh lebih kecil dibanding dengan dimensinya yang lain. Geometri suatu pelat bisa dibatasi oleh garis lurus atau garis lengkung. Ditinjau dari segi statika, kondisi tepi (*boundary condition*) pelat bisa *supported bebas (free)*, bertumpu sederhana (*simply supported*) dan jepit, termasuk tumpuan elastis dan jepit/pengekang (*restraint*) elastis, atau dalam beberapa hal bisa berupa tumpuan titik/terpusat. Beban statis atau dinamik yang dipikul oleh pelat umumnya tegak lurus permukaan pelat [12].



Gambar 5. Berbagai Kondisi Pelat

Dimensi balok induk 350×650 dengan pembesian tumpuan $A_s = 8$ D22; pembesian lapangan $A_s' = 4$ D22 & begel D10-100. Dimensi balok anak 300×500 dengan pembesian tumpuan dan lapangan $A_s = 5$ D22; $A_s' = 3$ D22 & begel = D10-200. Sedangkan pelat lantai ketebalan $t = 12$ cm, dengan pembesian $A_{lx} = A_{ly} = A_{tx} = A_{ty} =$ D10-150.

Permodelan Struktur

Struktur dalam hubungannya dengan bangunan bahwa struktur merupakan sarana untuk menyalurkan beban dan akibat penggunaan dan atau kehadiran bangunan ke dalam tanah. Yang penting dalam studi tentang struktur tentu saja menyangkut pemahaman prinsip-prinsip dasar yang menunjukkan dan menandai perilaku objek-objek fisik yang dipengaruhi oleh gaya. Secara lebih mendasar, ia bahkan menyangkut penentuan apa gaya itu sendiri karena istilah yang sangat dikenal ini menyajikan suatu konsep yang agak abstrak.

Studi tentang struktur dalam hubungannya dengan bangunan juga menyangkut penanganan pokok persoalan yang jauh lebih luas tentang ruang dan ukuran [13].

Struktur beton dapat didefinisikan sebagai bangunan beton yang terletak di atas tanah yang menggunakan tulangan atau tidak menggunakan tulangan (ACI 318-89, 1990: 1-1). Struktur beton sangat dipengaruhi oleh komposisi dan kualitas bahan-bahan pencampur beton, yang dibatasi oleh kemampuan daya tekan beton (*in a state of compression*) seperti yang tercantum dalam perencanaan [14].

Struktur dimodelkan dengan menggunakan bantuan program. Untuk melakukan analisa gaya-gaya dalam yang terjadi pada balok menggunakan bantuan program ETABS 2015, sementara untuk melakukan analisa gaya-gaya dalam yang terjadi pada pelat lantai menggunakan bantuan program SAP 2015.

Pada desain struktur juga dikenal dengan dua kelompok besar yaitu *Working Stress Design (WSD)* dan *Ultimate Strength Design (USD)*. Walaupun WSD relative jarang dibahas tetapi masih diperlukan suatu peralihan antara prinsip-prinsip *elastic* dengan prinsip-prinsip *plastis*. Analisis tegangan bahan merupakan pembahasan tegangan bahan pada level beban kerja atau *working load level*. Oleh karena itu tegangan maksimum yang boleh terjadi harus lebih kecil daripada tegangan ijin bahan, sedangkan pada USD didasarkan pada tegangan *ultimate/leleh* bahan. Dengan demikian analisis Tegangan Bahan dapat merupakan jembatan peralihan dari *working stress* ke bahasan *ultimate stress*. Walau bagaimanapun alasannya, bahasan analisis tegangan bahan merupakan bahasan yang penting yang menjembatani antara analisis struktur dan disain yang menunjukkan kontrol tegangan bahan [15].

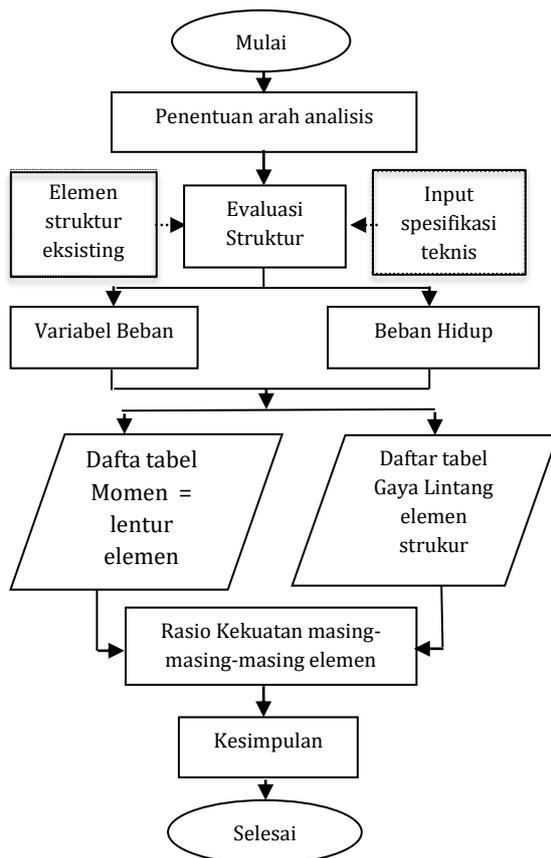
Penelitian ini dimulai dengan mendapatkan sekalian menetapkan mutu beton hasil investigasi di lapangan, dan mengasumsikan berdasarkan observasi spesifikasi mutu material elemen struktur lainnya.

Beban hidup berbeda dengan beban mati karena sifatnya: beban ini berubah-ubah dan sulit diperkirakan. Perubahan beban hidup terjadi tidak hanya sepanjang waktu, tetapi juga sebagai fungsi tempat. Perubahan ini bisa berjangka pendek ataupun berjangka panjang sehingga menjadi hampir mustahil untuk memperkirakan beban-beban hidup secara statik [16].

Beban hidup adalah beban yang terjadi akibat penghuni atau penggunaan suatu bangunan, dan di dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat dipindah (*moveable equipment*), mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari bangunan dan dapat diganti selama masa hidup dari bangunan itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai [17].

Beban mati terdiri dari berat sendiri komponen termasuk bagian-bagian atau kelengkapan bangunan yang melekat permanen kepadanya. Beban mati pelat lantai dilengkapi dengan material pelapis, langit-langit, pelat atap, dinding partisi yang menetap, serta sumber beban mati lain yang bekerja pada lantai. Demikian pula beban mati dinding penyekat lengkap dengan material pelapisnya. Beban mati material yang biasa bisa dipakai dapat diperoleh dari peraturan-peraturan atau dapat pula dihitung tersendiri berdasarkan nilai-nilai satuan beratnya [18].

Lebih lanjut, beban mati dapat dibagi menjadi: Beban Mati Utama (*The Main Dead Load, DL*) dan Beban Mati Tambahan (*The Supplementary Dead Load, SDL*). Beban mati utama adalah seluruh beban yang diterima oleh bangunan dalam jangka waktu Panjang, sehingga secara dominan dipengaruhi oleh gaya Tarik menarik bumi (gravitasi). Besaran beban gravitasi ditentukan oleh berat spesifik bahan bangunan yang digunakan. Beban mati tambahan adalah beban yang diakibatkan oleh penutup lantai seperti plesteran, keramik, marmer, plafond dan lain-lain [19].



Gambar 6. Bagan Alir Penelitian

Pembebanan Struktur

Beban mati

1. Berat struktur (langsung dari program)
2. Beban dinding $(6-0,65) \times 250 = 1337,5 \text{ kg/m}$
3. Beban finising lantai (keramik/granit)

$$\text{Spasi} = 3 \times 21 = 63 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Ubin} = 1 \times 24 = 24 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total} = 87 \text{ kg/m}^2$$

$$4. \text{ Beban plafond} = 20 \text{ kg/m}^2$$

$$5. \text{ Beban MEP} = 5 \text{ kg/m}^2$$

$$6. \text{ Beban hidup dimodelkan dari } 500 \text{ kg/m}^2 \text{ s/d } 800 \text{ kg/m}^2$$

Evaluasi dilakukan secara simultan dengan mengubah besar beban hidup yang bekerja pada lantai struktur eksisting, dimulai dari 400 kg/m^2 , 500 kg/m^2 , 600 kg/m^2 dan 700 kg/m^2 .

Setelah diperoleh momen lentur dan gaya lintang masing-masing elemen struktur eksisting, baru ditentukan rasio kekuatan elemen struktur.

Penilaian hasil yang merupakan kesimpulan penelitian dengan memberikan batasan rasio sebagai berikut: rasio di bawah 0,9 dinyatakan OK; rasio 0,9 dan di atasnya, tetapi di bawah 1,0 dinyatakan "KRITIS"; Rasio 1,0 dan di lebih dari 1,0 dinyatakan NO OK.

Reduksi Kekuatan

Untuk bangunan eksisting diperbolehkan memperbesar nilai faktor reduksi ϕ , menurut Pasal 27.3.2 SNI 2847: 2019 ϕ boleh diperbesar dari nilai desain yang ditetapkan pada bagian lain dalam standard ini, tetapi ϕ tidak boleh lebih besar dari Tabel 2 atau ketentuan Tabel 27.3.2.1 SNI 2847: 2019 [20].

Tabel 2 Faktor Reduksi Kekuatan Maksimum yang Diizinkan

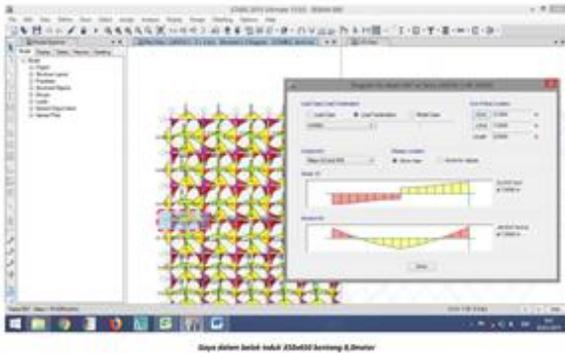
Kekuatan	Klasifikasi	Tulangan	Maks
		Transversal	Izin ϕ
Lentur, Aksial atau keduanya	Terkontrol Tarik	Semua Kasus	1.0
	Terkontrol Tekan	Spiral ^[1]	0.9
		Lainnya	0.8
Geser, Torsi atau Keduanya			0.8
	Tumpu		0.8

[1] Tulangan spiral harus memenuhi 10.8.6.3, 20.2.2 dan 25.7.3

Evaluasi elemen struktur eksisting langsung menggunakan Faktor Reduksi maksimal pada Tabel 2, mengingat dari hasil observasi dan investigasi kondisi elemen struktur eksisting masih dalam kondisi baik, tidak ada cacat secara visual dan mutu beton kolom bisa melebihi K-350; balok melebihi K-300 dan pelat melebihi K-250.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil analisis seperti apa yang diuraikan pada metode penelitian, hasil analisis rasio dan beban izin dengan asumsi pelat terletak atas empat perletakan atau sistem tilangan dua arah (*two way slab*), tidak memperhitungkan pengaruh lendutan/*deflection* balok terhadap pelat.



Gambar 6. Output Moment ETABS 2015

Tabel 3. Rekapitulasi Moment yang Terjadi pada Bentang X

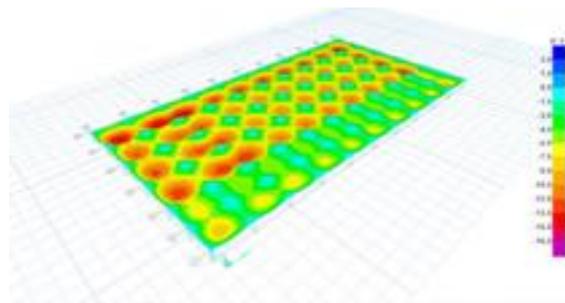
Beban Hidup (kg/m ²)	Momen Rencana (Mr)ton.m	Momen Ultimate pada Plat Lantai				Keterangan
		Tumpuan		Lapangan		
		ton.m	Rasio	ton.m	Rasio	
800	0.916	1.01	1.11	1.01	1.11	not ok
700	0.916	0.92	1.01	0.92	1.01	not ok
600	0.916	0.83	0.91	0.83	0.91	ok
500	0.916	0.74	0.81	0.74	0.81	ok

Tabel 4. Rekapitulasi Moment yang Terjadi pada Bentang Y

Beban Hidup (kg/m ²)	Momen Rencana (Mr)ton.m	Momen Ultimate pada Plat Lantai				Keterangan
		Tumpuan		Lapangan		
		ton.m	Rasio	ton.m	Rasio	
800	0.816	1.01	1.24	1.01	1.24	not ok
700	0.816	0.92	1.13	0.92	1.13	not ok
600	0.816	0.83	1.02	0.83	1.02	not ok
500	0.816	0.74	0.9	0.74	0.9	ok

Hasil evaluasi pada Tabel 3 menunjukkan bahwa pelat lantai eksisting untuk arah X masih bisa mendukung beban hidup sampai 600 kg/m². Untuk bentang X dengan beban hidup 500 dan 600 kg/m² masih memenuhi, sedangkan untuk bentang Y pada Tabel 4 hanya untuk beban hidup 500 kg/m² saja yang memenuhi.

Hasil evaluasi pada Tabel 4 menunjukkan bahwa pelat lantai eksisting untuk arah Y masih bisa mendukung beban hidup sampai 500 kg/m². Interpretasi penilaian untuk momen lentur pada elemen struktur adalah berdasarkan besarnya momen resistan ($M_R = \phi M_n$) lebih besar dari momen ultimate (M_u), dan dinyatakan elemen struktur memenuhi. Dengan nilai ϕ untuk lentur balok sebesar 0,80.



Gambar 7. Tegangan Pelat Output ETABS 2015

Dari Tabel 5 dapat dilihat rekapitulasi gaya momen dan gaya lintang (geser) pada balok dan pelat lantai. Pada balok 35 x 65, untuk momen lentur lapangan dibebani dengan beban hidup 500 & 600 kg/m² masih memenuhi. Sedangkan pada momen lentur tumpuan semua beban hidup dalam penelitian mulai beban 500, 600, 700 dan 800 kgm² masih memenuhi. Pada balok 30 x 55, untuk momen lentur lapangan dan tumpuan untuk semua beban hidup dalam penelitian mulai beban 500, 600, 700 dan 800 kgm² masih memenuhi.

Pada balok 35 x 65, untuk gaya geser lentur tumpuan dan lapangan dibebani dengan beban hidup 500 & 600 kg/m² masih memenuhi, sedangkan pada Balok 30 x 55, untuk gaya geser lapangan dan tumpuan untuk semua beban hidup dalam penelitian mulai beban 500, 600, 700 dan 800 kgm² masih memenuhi. Untuk Pelat Lantai baik arah X maupun arah Y untuk tumpuan hanya dengan beban hidup 250 kg/m² saja yang memenuhi, sedangkan untuk tumpuan yang beban hidupnya lebih dari 250 kg /m² dan semua momen lapangan tidak memenuhi.

Tabel 5. Momen dan Gaya Lintang (Geser) pada Balok & Pelat Lantai

1. Balok Lantai

Momen Lentur Yang Terjadi Pada Balok

Beban Hidup	Balok 350x650				Balok 300x550			
	Lapangan		Tumpuan		Lapangan		Tumpuan	
	Ton.m	Rasio	Ton.m	Rasio	Ton.m	Rasio	Ton.m	Rasio
800	44.2739	1.11	-46.4541	0.89	12.643	0.47	-24.2448	0.89
700	40.8029	1.03	-42.8107	0.82	11.6221	0.43	-22.3533	0.82
600	37.332	0.94	-39.1672	0.75	10.6011	0.39	-20.4619	0.75
500	33.861	0.95	-35.5238	0.68	9.5801	0.35	-18.5704	0.68

Kekuatan Lentur Balok

Balok 350x650 (ton.m)		Balok 300x550 (ton.m)	
Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan
39.731	52.348	27.18	27.18

Gaya Geser Yang Terjadi

Beban Hidup	Balok 350x650				Balok 300x550			
	Tumpuan		Lapangan		Tumpuan		Lapangan	
	Ton	Rasio	Ton	Rasio	Ton	Rasio	Ton	Rasio
800	33.5337	1.11	24.3327	1.13	17.0218	0.72	12.3475	0.75
700	30.9048	1.03	22.4312	1.04	15.6786	0.67	11.3643	0.69
600	28.2759	0.94	20.5298	0.95	14.3353	0.61	10.381	0.63
500	25.6469	0.85	18.6284	0.86	12.9921	0.55	9.3978	0.57

Kekuatan Geser Balok

Balok 350x650 (ton.m)		Balok 300x550 (ton.m)	
Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
30.087	21.065	23.51	16.442

2. Pelat Lantai

Momen Lentur Yang Terjadi Pada Pelat Lantai

Beban Hidup	Balok 350x650				Balok 300x550			
	Lapangan		Tumpuan		Lapangan		Tumpuan	
	Ton.m	Rasio	Ton.m	Rasio	Ton.m	Rasio	Ton.m	Rasio
800	1.9435	2.1	1.248	1.35	1.924	2.08	1.25	1.35
700	1.785	1.93	1.144	1.24	1.77	1.91	1.158	1.25
600	1.628	1.76	1.06	1.15	1.601	1.73	1.034	1.12
500	1.47	1.59	0.947	1.02	1.45	1.57	0.93	1.01
250	1.07	1.16	0.666	0.72	1.065	1.15	0.656	0.71

Kekuatan Lentur Pelat Lantai t=12 cm

Tumpuan (ton.m)	Lapangan (ton.m)
0.925	0.925

Tabel 6. Interpretasi Terhadap Elemen Struktur Eksisting

No	Elemen Struktur	Asumsi	Keterangan		
1	Pelat Lantai Tulangan D10-15 Tplat= 12 cm	Tanpa	Bentang X		
		memperhitungkan deflection balok	Beban 400 kg/m ² OK		
			Beban 500 kg/m ² OK		
			Beban 600 kg/m ² KRITIS		
			Beban 700 kg/m ² NO OK		
		Dengan memperhitungkan deflection balok	Bentang Y		
			Beban 400 kg/m ² OK		
			Beban 500 kg/m ² KRITIS		
			Beban 600 kg/m ² NO OK		
			Semua Beban NO OK		
2	Balok Induk 350x650	Tumpuan	Lentur		
			As = 8D22	Beban 500 kg/m ² OK	
			As' = 4D22	Beban 600 kg/m ² OK	
			D10-100	Beban 700 kg/m ² OK	
				Beban 800 kg/m ² OK	
			Geser	Beban 500 kg/m ² OK	
				Beban 600 kg/m ² KRITIS	
				Beban 700 kg/m ² NO OK	
			Lapangan	Lentur	
As = 6D22	Beban 500 kg/m ² OK				
As' = 4D22	Beban 600 kg/m ² OK				
D10-200	Beban 700 kg/m ² NO OK				
Semua Beban OK					
3	Balok Anak 300x550	Tumpuan	Lentur		
			As = 5D22	Semua Beban OK	
			As' = 3D22	Geser	
			D10-100	Semua Beban OK	
			Lapangan	Lentur	
				As = 5D22	Semua Beban OK
				As' = 3D22	Geser
				D10-200	Semua Beban OK
Semua Beban OK					

Hasil analisis yang didasarkan pada data-data primer maupun sekunder, dianalisis dengan permodelan struktur yang menghasilkan suatu nilai ekstrim, dan sistematis dapat dilihat pada Tabel 6, antara lain: Pelat lantai arah X akan mencapai beban batas dengan beban hidup 600 kg/m²; sedangkan untuk arah Y untuk beban hidup 500 kg/m². Balok Induk 350 x 650 akan mencapai beban batas pada beban hidup 600 kg/m² dan Balok anak 300 x 550 akan mencapai beban batas pada beban hidup 700 kg/m².

KESIMPULAN

Dari hasil evaluasi dan analisis berdasarkan data-data yang ada, bila rasio > 0,9 sudah masuk kondisi kritis, maka hasil evaluasi elemen struktur existing area Food Court dapat diberi interpretasi sebagai berikut: Pertama, pelat lantai dengan tanpa memperhitungkan defleksi balok, pada bentang X untuk beban hidup 400 & 500 kg/m² dinyatakan Ok, untuk beban hidup 600 kg/m² dinyatakan KRITIS dan untuk beban hidup 700 kg/m² dinyatakan NO OK. Sedangkan untuk bentang Y hanya beban hidup 400 kg/m² yang dinyatakan OK, beban hidup 500 kg/m² dinyatakan KRITIS, dan beban hidup 600 kg/m² dinyatakan NO OK. Kedua, Bila pelat lantai tanpa memperhitungkan pengaruh defleksi dari balok sekelilingnya atau dengan kata lain pelat lantai hanya diasumsikan sebagai beban, maka untuk semua beban hidup mulai dari 400, 500

dan 600 kg/m² dinyatakan OK. Ketiga, Balok Induk 350 x 650 untuk momen lentur pada tumpuan dinyatakan Ok pada pembebanan semua beban hidup mulai dari 500 kg/m² s/d 800 kg/m². Sedangkan untuk untuk lapangan dinyatakan Ok hanya pada beban hidup 500 & 600 kg/m²; untuk beban hidup 700 kg/m² dinyatakan NO OK. Gaya Geser untuk semua beban hidup dari 500 s/d 700 kg/m² dinyatakan OK. Keempat, Balok Anak 300 x 500 baik lentur maupun geser dinyatakan OK untuk semua pembebanan beban hidup mulai dari 500 s/d 700 kg/m².

REFERENSI

- [1] A. Subrianto, Puryanto and F. Fadhila, "Evaluasi Kapasitas Penampang Kolom Beton Bertulang Menggunakan Diagram Interaksi," *PILAR J. Tek. SIPIL*, vol. Vol.15 No., pp. 12-18, 2020.
- [2] S. N. Indonesia and B. S. Nasional, "Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain," *Bandung Badan Stand. Indones.*, p. 196, 2013, doi: 10.1103/PhysRevB.81.115316.
- [3] 2847:2013 SNI, "Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung," *Bandung Badan Stand. Indones.*, pp. 1-265, 2013.
- [4] B. S. Nasional, "Baja tulangan beton (SNI 2052:2017)," *Standar Nas. Indones.*, p. 15, 2017.
- [5] George Winter and Arthur H. Nilson, *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 1993.
- [6] Phil M . Ferguson and Henry J. Cowan, *Reinforced Concrete Fundamentals SI Version*, Fourth Edi. Texas, 1981.
- [7] Ardiansyah Rony, "Beton Mutu Yang Lebih Tinggi Sangat Mempengaruhi Kekuatan Dan Efisiensi Biaya Komponen Struktur Beton Bertulang," 2020. [Online]. Available: <https://ronymedia.wordpress.com/2020/04/11/>.
- [8] Ardiansyah Rony, "Cracks Pasca Konstruksi," 2010. [Online]. Available: <https://ronymedia.wordpress.com/2010/05/20/cracks-pasca-konstruksi/>.
- [9] Ardiansyah Rony, "Perbedaan Nilai Karestistik K Dan Mpa Pada Beton." [Online]. Available: <https://wordpress.com/page/ronymedia.wordpress.com/2150>.
- [10] Hendra Susanto & Hediani Makmur, *Auditing Proyek-Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: ANDI, 2013.
- [11] Ferdinand L Singer and Andrew Pytel,

- Kekuatan Bahan (Teori Kokoh-Strength of Materials)*. Jakarta: Erlangga, 1981.
- [12] Rudolph Szilard, *Teori dan Analisis Pelat Metode Klasik dan Numerik*. Jakarta: Erlangga, 1989.
- [13] Daniel L. Schodek, *Struktur*. Bandung: PT Eresco, 1991.
- [14] Tri Mulyono, *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset, 2004.
- [15] Widodo Pawirodikromo, *Analisis Tegangan Bahan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar (Anggota IKAPI), 2014.
- [16] Wolfgang Schueller, *Struktur Bangunan Bertingkat Tinggi (High Rise Building Structures)*. Jakarta: PT. Eresco-Anggota IKAPI, 1989.
- [17] Jimmy S. Juana, *Panduan Sistem Bangunan Tinggi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka utama anggota IKAPI, 2001.
- [18] Dipohusodo Istimawan, *Analisis struktur Jilid 1*. Jakarta: Erlangga, 2005.
- [19] Sjafei Amri, *Teknologi Audit Forensik Repair Dan Retrofit Untuk Rumah & Bangunan Gedung*. Jakarta: Yayasan John Hi-Tech Idetama, 2006.
- [20] B. S. Nasional, "SNI 03-2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan Sebagai Revisi Dari Standar Nasional Indonesia 2847 : 2013," *Badan Standarisasi Nas.*, no. 8, pp. 1-695, 2019.