

PERHITUNGAN KEKUATAN STRUKTUR GEDUNG PT. RODA INDOTRED MENGGUNAKAN ETABS

Satria, Darmadi, Tri Rahmat Utama

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Jayabaya, Indonesia

E-mail: satriakannu@gmail.com

Abstract

The rapid development of buildings at this time is often not supported good maintenance. This study aims to obtain security level data structure in the existing condition of PT. Indotred wheels. The stages of the assessment used, namely the initial assessment stage and the detailed assessment. Stages of analysis carried out on condition of the strength of the structural components. The assessment process is carried out through field testing and laboratory. Tests in the field using Ultrasonic Pulse Velocitymeter and equipment Core Drill to find out the compressive strength of concrete and Rebar Locator/R-bar meter to find out number and diameter of reinforcing steel installed. Testing in the laboratory for sample pressure test Core Concrete. Data analysis used the ETABS v9.7.4 program. It is known that the plate structure used in this office building using reinforced concrete floor slabs conventional with a thickness of 12 cm at Lt. 1 to 2 and using additional bondeck formwork on Lt. 3 to 4 with typical double layer reinforcement Ø8-150. Reinforced concrete beam & profile structures conventional steel. Based on the results of the capacity analysis of reinforced concrete & steel beams according with the results of field investigations, that all beam elements Lt. 1 to 4 moment force ratio or shift ≤ 1.0 . Column structural elements in this building use reinforced concrete and conventional steel. Based on the analysis results of reinforced concrete columns with PCA Column that Column capacity is able to withstand the combined load that occurs in the building. Results data calculation using ETABS and manual is known that the Column structure elements, Beams and slabs are able to support combined loads according to their respective floor functions – respectively.

Keywords: assessment, testing, residual strength, structural analysis, ETABS v9.7.4

1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi yang serba digital seperti sekarang, banyak sekali teknologi maju yang dapat memudahkan manusia dalam berbagai bidang, tidak terkecuali dalam bidang Teknik Sipil. Dalam bidang Teknik Sipil, ada berbagai macam software yang sengaja diciptakan untuk mempermudah, mempercepat, dan memperakurat segala bentuk perkerjaan, baik dalam “scope” perencanaan bangunan, penggeraan bangunan di lapangan, maupun pasca penggeraan.

PT. Sucofindo (2010) menjelaskan Building Structure Assessment merupakan kegiatan pemeriksaan dan penilaian kondisi struktur bangunan eksisting yang difokuskan pada analisis keabndalan atau kekuatan struktur bangunan pasca gempa sesuai kondisi saat dilakukan pemeriksaan dengan mempertimbangkan SNI Kegempaan tahun 2012.

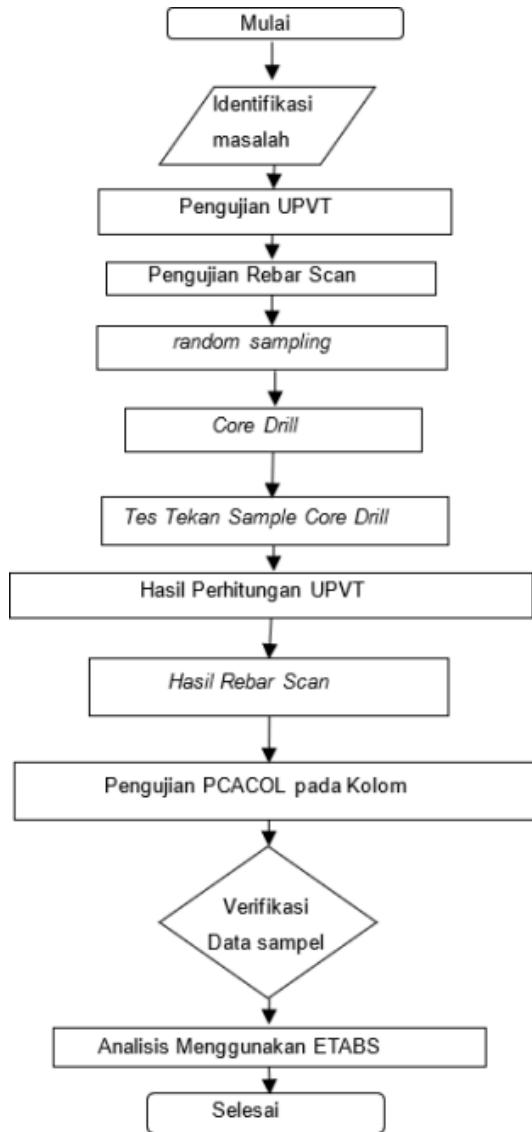
Bangunan Gedung yang sudah dioperasikan dalam kurun waktu tertentu memungkinkan mengalami penurunan (degradasi) keandalan bangunan Gedung. Penurunan keandalan meliputi aspek berupa mutu beton dan mutu baja. Hal ini akan berpengaruh terhadap aspek keselamatan, Kesehatan dan kenyamanan dan keamanan pengoperasian Gedung.

Bintarto Purwo Seputro (2008) menjelaskan kinerja bangunan dapat menurun dengan bertambahnya usia bangunan. Penurunan kinerja bangunan umumnya disebabkan pengaruh lingkungan sekitar bangunan yang mengakibatkan kerusakan bahan bangunan. Aplikasi yang sudah sangat umum digunakan di Indonesia adalah AutoCAD yang digunakan untuk membuat gambar dua dimensi maupun tiga dimensi, serta dibantu aplikasi lainnya seperti SAP2000 atau ETABS untuk menganalisa kekuatan strukturnya (Fajar Meidiansyah et al., 2014).

2. METODOLOGI

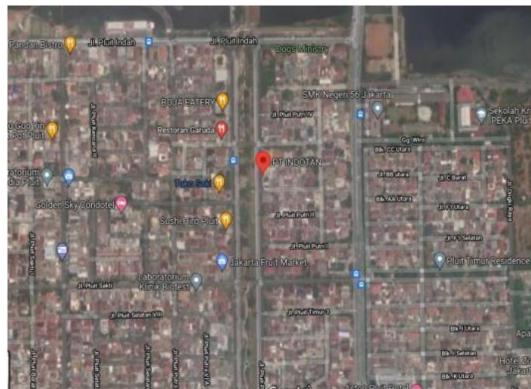
Dikarenakan tidak adanya gambar detail perencanaan Gedung, dibutuhkan tahapan asesmen awal dan asesmen detail. Tahapan analisis dilakukan terhadap kondisi kekuatan komponen struktur. Proses asesmen dilakukan melalui pengujian lapangan dan laboratorium. Pengujian di lapangan menggunakan peralatan Ultrasonic Pulse Velocitymeter dan Core Drill (pengambilan sample beton) untuk mengetahui kuat tekan beton, Rebar Locator/R-bar untuk mengetahui jumlah dan diameter baja tulangan terpasang. Pengujian di laboratorium untuk uji tekan

sample beton. Analisis data menggunakan software ETABS v9.7.4 mulai dari permodelan struktur, input data, sampai running analysis.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

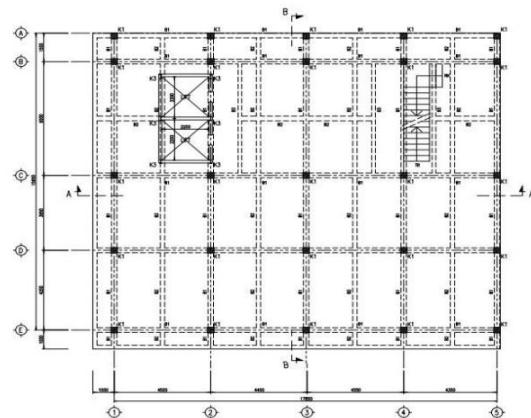
3. HASIL DAN PEMBAHASAN



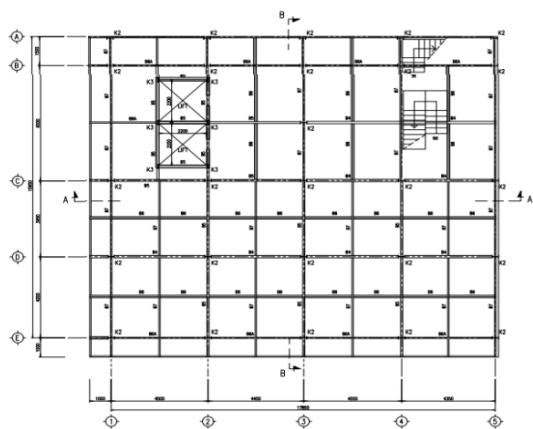
Gambar 2 Lokasi Gedung



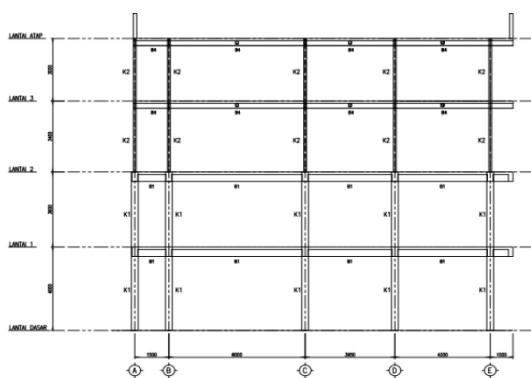
Gambar 3 Gambar Gedung



Gambar 4 Denah Lantai 1



Gambar 5 Denah Lantai 3



Gambar 6 Potongan Gedung

Kombinasi Pembebatan

Struktur dan komponen struktur direncanakan sehingga semua penampang mempunyai kekuatan rencana minimum sama dengan kuat perlu, yang dihitung berdasarkan kombinasi beban dan gaya terfaktor sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku. Di dalam peraturan SNI 2847:2013 diperhitungkan sebagai berikut :

$$U = 1,4 \text{ DL}$$

$$U = 1,0 \text{ DL} + 1,0 \text{ LLR}$$

$$U = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LLR}$$

$$U = 1,2 \text{ DL} + \text{Lr} + E$$

$$U = 0,9 \text{ DL} + E$$

$$U = 0,9 \text{ DL} + 1,2 \text{ LL} + 1,2 \text{ WL}$$

$$U = 0,9 \text{ DL} + 1,3 \text{ WL}$$

Perancangan Struktur

Sistem Struktur Atas dan Struktur Bawah
Sistem struktur yang direncanakan pada Lt. 1 sampai Lt. Atap adalah sistem balok dan kolom. Struktur dianalisis dengan model 3 dimensi menggunakan program ETABS versi 9.7.4 secara keseluruhan dari struktur atas sampai struktur bawah yang dibantu oleh program-program lainnya yaitu PCACOL untuk analisis kolom dengan mengeluarkan diagram interaksi, dan EXCEL untuk perhitungan-perhitungan yang lebih umum.

Sistem Struktur

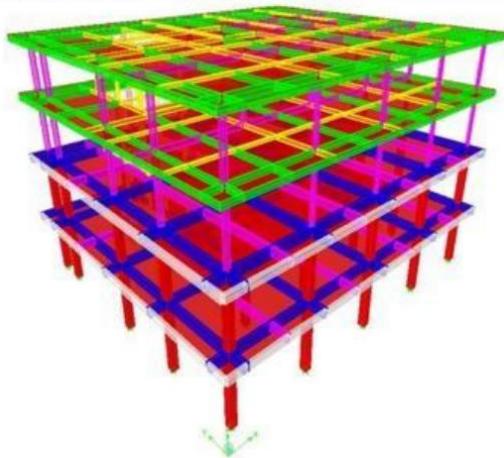
Struktur atas dan struktur bawah gedung ini dianalisis terhadap pengaruh gempa, dimana struktur atas dianggap sebagai struktur 3D yang terjepit pada taraf lantai dasar. Pada dasarnya sistem struktur atas dibuat dari kombinasi struktur beton bertulang dan struktur baja merupakan kombinasi dari kolom, balok dan pelat. Secara keseluruhan sistem struktur ini adalah simetris.

Perhitungan beban Lt. 1 s/d Lt. 3

a. Beban Mati			
- Finishing Screed	= 5 x 21	=	105 kg/m ²
- Partisi		=	150 kg/m ²
- Homogenous Tile		=	24 kg/m ²
- Ducting M/E		=	22 kg/m ²
- Plafond + Hanger		=	18 kg/m ²
		=	319 kg/m ²
b. Beban Hidup		=	250 kg/m ²
Perhitungan beban Lt. 4 (Lapangan Futsal)			
a. Beban Mati			
- Finishing Screed	= 5 x 21	=	105 kg/m ²
- Waterproofing		=	20 kg/m ²
- Ducting M/E		=	22 kg/m ²
- Plafond + Hanger		=	18 kg/m ²
		=	165 kg/m ²
b. Beban Hidup		=	400 kg/m ²

Modeling Struktur

Seluruh elemen struktur utama dimodelkan dengan menggunakan program struktur yaitu Etabs v9.7.4 secara 3 Dimensi. Modeling struktur ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 7 Modeling Gedung

Analisis Pelat

Berdasarkan hasil penyelidikan lapangan yang telah dilakukan diketahui bahwa struktur pelat yang digunakan pada bangunan Kantor ini menggunakan pelat lantai beton bertulang konvensional

dengan tebal 12 cm pada Lt. 1 & 2, sementara pelat pada Lt. 3 & 4 menggunakan bekisting bondeck. Semua area pelat Lt. 1 s/d 3 dilapisi dengan screed dan homogenous tile, area pelat Lt. Atap dilapisi waterproofing. Adapun analisa pelat lantai dengan input beban gravitasi (beban hidup dan mati) dan kombinasi pembebanan ulimit (1,2DL + 1,6LL) akan menimbulkan momen-momen pada pelat lantai untuk mengetahui tulangan pelat lantai yang terpasang memang mampu menahan beban yang direncanakan. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan pelat lantai sesuai rencana:

Analisis Pelat Lt. 1 s/d 3

Data material:

f'_c	= 20.675 MPa
f_y	= 240 MPa = 2400kg/cm ²
tebal pelat	= 120 mm
d_{eff}	= 120 -20
	= 100 mm
ρ_{min}	= 0.0025
Beban mati	= 300 kg/m ²
Beban hidup	= 250 kg/m ²
W_u	= 1.2 DL + 1.6 LL
	= 1.2 x 300 + 1.6 x 250
	= 760 kg/m ²

Analisis Pelat Lt. 4

Data material:

f'_c	= 20.675 MPa
f_y	= 240 MPa = 2400kg/cm ²
tebal pelat	= 120 mm
d_{eff}	= 120 - 20
	= 100 mm
ρ_{min}	= 0.0025
Beban mati	= 165 kg/m ²
Beban hidup	= 400 kg/m ²
W_u	= 1.2 DL + 1.6 LL
	= 1.2 x 165 + 1.6 x 400
	= 838 kg/m ²

Tabel 1. Analisis kekuatan pelat lt. 1-4

Mutu Beton K-
250 kg/cm² atau setara dengan $f'_c =$
diketahui tebal pelat 120 mm
20.8 Mpa

Beban Mati (Lt. 1 s/d 3)SDL 300 kg/m² Kombinasi pembebatan adalah sebagai berikut
Beban Mati (Roof) SDL 165 kg/m² a. U = 1.2 DL + 1.6 LL = 1106 kg/m² (Area Lt 1 s/d 3)
Beban Hidup LL 250 kg/m² b. U = 1.2 DL + 1.6 LL = 1184 kg/m² (Area Roof)
Beban Hidup (Roof) LL 400 kg/m²

Jarak tulangan maksimum 300 mm Pembulatan 25 mm									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Area Lt. 1 s/d 3	1105.6	3	25	2	1.2	46	M _{uLx} 318	100	0.0017
						38	M _{uly} 263	100	0.0014
						64	M _{utx} 442	100	0.0023
						56	M _{uty} 387	100	0.0020
Area Roof	1183.6	3	25	5	1.2	40	M _{uLx} 296	100	0.0016
						20	M _{uly} 148	100	0.0008
						76	M _{utx} 562	100	0.0030
						20	M _{uty} 148	100	0.0008

Pada Tabel 1 di atas terlihat bahwa secara teoritis semua pelat luas tulangannya memenuhi luas tulangan yang diperlukan, maka dapat disimpulkan bahwa pelat lantai eksisting mampu memikul beban rencana sesuai peruntukan sebagai Kantor.

Analisis Balok Beton Bertulang

Balok dianalisis sesuai dengan input beban kombinasi gravitasi (beban hidup dan beban mati) yang dibantu program analisis struktur ETABS v.9.7.4. kemudian disesuaikan dengan Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 2847:2013.

Data material $f'_c = 20.75$ Mpa (K-250) f_y tulangan ulir = 4000 kg/cm² = 400 MPa $\rho_{min} = 0.0044$

Berdasarkan analisis kapasitas balok beton bertulang sesuai dengan hasil penyelidikan lapangan, bahwa semua elemen balok Lt. 1 & Lt. 2 rasio gaya momen atau gesernya $\leq 1,0$, sehingga dapat disimpulkan semua balok beton bertulang eksisting pada bangunan ini mampu menahan beban kombinasi.

Analisis Balok Baja

Balok baja dianalisis sesuai dengan input beban kombinasi gravitasi (beban hidup dan beban mati) yang dibantu program analisis struktur ETABS v.9.7.4. kemudian disesuaikan dengan Tata Cara

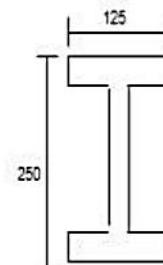
Tabel 2. Kontrol kapasitas dengan gaya dalam balok

Tipe Balok	Stress Point	Combo	Gaya Geser	Momen	Gaya Geser Maks	Momen Maks	Kontrol	
			Wn	Wn	V Ultimit	M Ultimit	Gaya Geser	Gaya Momen
			kg	kg-m	kg	kg-m		
B1.25 x 45	TUNPUAN KIRI	U1	13867.55	13090.42	-14312.56	-13003.073	OK	OK
	LAPANGAN		11255.35	13090.42	7392.16	13070.11	OK	OK
	TUNPUAN KANAN		13867.55	13090.42	13498.59	-12894.554	OK	OK
B2.20 x 45	TUNPUAN KIRI	U1	10049.16	7944.89	-2635.07	-2484.135	OK	OK
	LAPANGAN		8743.06	7944.89	169.37	173.613	OK	OK
	TUNPUAN KANAN		10049.16	7944.89	4315.76	-5803.493	OK	OK
B3.17 x 45	TUNPUAN KIRI	U1	7028.54	3903.35	-3182.8	-2084.415	OK	OK
	LAPANGAN		6044.14	3903.35	-245.18	2812.271	OK	OK
	TUNPUAN KANAN		7028.54	3903.35	3080.56	-1743.287	OK	OK

Analisis WF 250x125x6x8

Profil WF 250x125x6x8 merupakan profil balok induk Lt. 3 & Atap. Detail dimensi penampang sebagai berikut:

Properti	Penmp.	satuan
	Normal	
Wx	324.00	cm ³
Wy	47.00	cm ³
Luas area	37.66	cm ²



Tabel 3. Hasil analisis balok baja dengan beban kombinasi

Tipe Balok	A (cm ²)	b (cm)	Zx (cm ³)	Zy (cm ³)	P (Kg)	V2 (Kg)	M3 (Kg.cm)	M3 (Kg.cm)	Tegangan Geser (Kg/cm ²)	Tegangan Lentur (Kg/cm ²)	Check Geser	Check Lentur
WF250x125x6x8	37.66	0.6	324	47	-96.47	-4768.54	1.69	-401802.68	317.90	1240.13	OK	OK
					-115.04	2656.80	-11.56	-149451.92	177.12	461.27	OK	OK
					-201.62	3918.55	-2.17	-227550.98	261.24	702.32	OK	OK
WF200x100x6.5x8	27.16	0.55	184	26.8	1.87	3440.77	-1.24	-277155.68	312.80	1506.28	OK	OK
					-23.24	309.93	22.60	-134705.19	28.18	732.09	OK	OK
					-61.71	-1365.95	2.85	206078.54	124.18	1119.99	OK	OK
CNP150x65x20x3.2 (KOPEL)	17.51	0.32	94	85	-0.03	-1628.39	2.44	-125807.77	339.25	1338.38	OK	OK
					-4.89	-1119.83	26.49	-38168.98	233.30	406.05	OK	OK
					-45.07	252.10	2.69	28367.10	52.52	301.78	OK	OK
CNP150x65x20x3.2 (BERSUSUN)	17.51	0.32	131	25	13.16	-2963.49	-0.05	-199204.37	308.70	1520.64	OK	OK
					-3.80	-688.18	-23.83	-54682.65	71.69	417.42	OK	OK
					-91.52	925.29	-1.61	180906.19	96.38	1380.96	OK	OK

Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung SNI 1729:2015. Kombinasi beban yang digunakan dalam analisis balok 1.0 DL +1.0 LL.

Berdasarkan hasil analisis balok baja di atas diketahui bahwa balok baja bangunan ini mampu mendukung beban kombinasi sesuai dengan fungsi lantainya masing – masing.

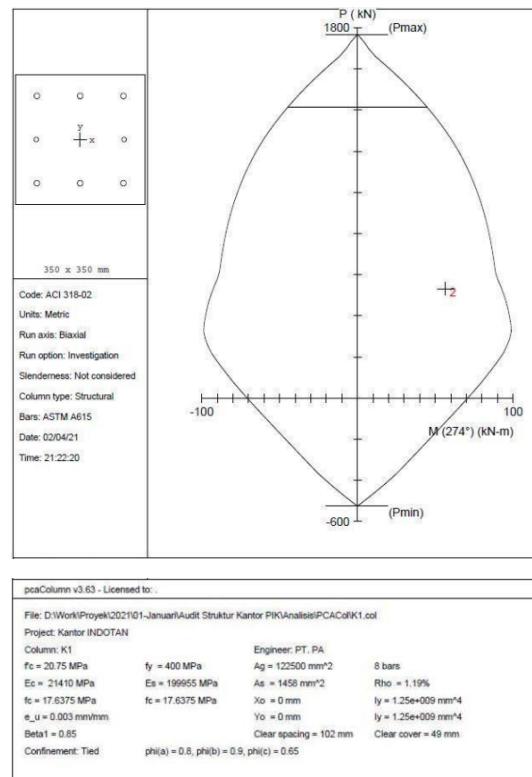
Analisis Kolom Beton Bertulang

Kolom dianalisis menggunakan program ETABS versi 9.7.4 dengan beban kombinasi (mati + hidup + gempa) dengan penjelasan dibawah. Kolom yang dianalisis adalah kolom Lt. 1 As 8/P & 12/P yang merupakan kolom yang diperkuat, analisis dengan menggunakan program PCACOL input material beton dan tulangan adalah sebagai berikut : Kuat tekan beton, $f'_c = 20.75$ Mpa (K-250) Modulus elastisitas beton, $E_c = 21400$ Mpa Kuat tarik baja, $f_y = 400$ Mpa Modulus elastisitas baja, $E_s = 200000$ Mpa Regangan beton, $\nu = 0.003$ Faktor reduksi kekuatan material (Pasal 20.2.5 SNI 2847:2013)

$$\phi_{aksial} = 0.9$$

$$\phi_{lentur} = 0.9$$

$$\phi_{geser} = 0.8$$



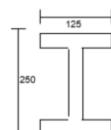
Gambar 8 Analisa PCACOL

Berdasarkan hasil analisis kolom dengan PCA Column bahwa kapasitas semua tipe kolom beton bertulang masih mampu menahan gaya maksimum yang dihasilkan oleh pembebanan kombinasi.

Analisis Kolom Baja

Analisis WF 250x125x6x8

Profil WF 250x125x6x8 merupakan profil kolom Lt. 2 & Atap. Detail dimensi penampang sebagai berikut:



Properti	Penmp.	satuan
	Normal	
Wx	324.00	cm³
Wy	47.00	cm³
Luas area	37.66	cm²

Tabel 4. Hasil analisis kolom baja dengan beban kombinasi

Tipe Balok	A (cm ²)	b (cm)	Z _x (cm ³)	Z _y (cm ³)	P (kg)	V2 (kg)	M3 (kg.cm)	M3 (kg.cm)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Tegangan Lentur (kg/cm ²)	Check Geser	Check Lentur
WF250x125x69	37.66	0.6	324	47	-6674.47	1618.91	3919.99	-228127.40	107.93	964.73	OK	OK
					-10040.69	-141.83	-33172.47	-19305.57	9.46	1032.00	OK	OK
					-30459.89	-22.04	1251.30	-7892.40	1.47	806.55	OK	OK
WF200x100x5.5x8	27.16	0.55	184	26.8	-2769.86	508.11	-4356.62	-72891.97	46.19	548.76	OK	OK
					-2542.22	-119.25	27737.70	-16478.20	10.84	851.83	OK	OK
					-10096.84	13.62	0.00	0.00	1.24	371.75	OK	OK

Berdasarkan hasil analisis kolom baja di atas diketahui bahwa kolom baja bangunan ini mampu mendukung beban kombinasi sesuai dengan fungsi lantainya masing – masing.

4. KESIMPULAN

Pelat Lantai Berdasarkan hasil penyelidikan lapangan dan yang telah dilakukan diketahui bahwa struktur pelat yang digunakan pada bangunan Kantor ini menggunakan pelat lantai beton bertulang konvensional dengan tebal 12 cm pada Lt. 1 s/d 2 dan menggunakan tambahan bekisting bondeck pada Lt. 3 s/d 4 dengan tulangan tipikal dua lapis Ø8- 150. Secara perhitungan teoritis semua pelat luas tulangannya memenuhi luas tulangan yang diperlukan, maka dapat disimpulkan bahwa pelat lantai eksisting mampu memikul beban rencana sesuai peruntukan sebagai Kantor.

Balok Pada bangunan ini struktur balok beton bertulang & profil baja konvensional. Berdasarkan hasil analisis ETABS kapasitas balok beton bertulang & baja sesuai dengan hasil penyelidikan lapangan, bahwa semua elemen balok Lt. 1 s/d 4 rasio gaya momen atau gesernya $\leq 1,0$, sehingga dapat disimpulkan semua elemen struktur balok pada bangunan ini mampu menahan beban kombinasi.ini. Kolom Elemen struktur kolom pada bangunan ini menggunakan beton bertulang dan baja konvensional. Berdasarkan hasil analisis kolom beton bertulang dengan PCA Column dan ETABS bahwa kapasitas kolom mampu menahan beban kombinasi yang terjadi pada bangunan. Dan hasil analisis kolom baja diketahui bahwa kolom baja bangunan ini mampu mendukung beban kombinasi sesuai dengan fungsi lantainya masing – masing.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ACI 318M-95, Building Code Requirements for Reinforced Concrete, American Concrete Institute, 1995.
- [2] ACI 318RM-95, Building Code Requirements for Reinforced Concrete, American Concrete Commentary, American Concrete Institute, 1995.
- [3] American Standard Testing Materials, American Society for Testing and Materials, USA.
- [4] Agus, S., 2008. Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD. Edisi Kedua berdasarkan SNI 03- 1729-2002. Jakarta : Erlangga
- [5] Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 03- 2847-2019 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton. Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- [6] Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 03- 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [7] Badan Standarisasi Nasional. (2013). SNI 03- 1727-2013 tentang Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- [8] Dipohusodo, Istimawan, 1999, Struktur Beton Bertulang. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- [9] Computer and Structures, Inc. (2007), "ETABS version 9 Manual", Computer and Structures, Inc., Berkeley, C.A.
- [10] Ilham., Noer, 2013. Analisis Struktur Gedung Bank Bri Aceh dengan ETABS. Jakarta.
- [11] Jasman, F. B. (2015). Desain Dan Pemodelan Upper Structure Proyek Pembangunan Perkantoran 7 Lantai Kabupaten Tangerang, Banten [Bogor Agricultral University (IPB)]. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/7818>
- [12] Kusuma, Gideon. (1993). Dasardasar perencanaan beton bertulang. Jakarta: Erlangga.