

Evaluasi Bangunan Gedung *Existing* terhadap Penambahan Beban Cathlab (Studi Kasus: RSAU Antariksa Halim Perdana Kusuma)

Gede Arya Wibawa^{1*}, Yanto²,

¹Prodi Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya Jakarta Jalan Jendral Sudirman 51 Jakarta 12930

²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya Jakarta Jalan Raya Cisauk-Lapan No. 10, Sampora, Cisauk, Tangerang, Banten 15345

Article Info	Abstract
<p><i>Article history:</i></p> <p>Received 30 November 2024</p> <p>Accepted 08 December 2024</p> <p><i>Keywords:</i> <i>Analysis, Cathlab, additional equipments, building structure</i></p>	<p>Rumah Sakit Angkatan Udara (RSAU) Antariksa Halim Perdana Kusuma is a type B hospital equipped with a Cath Lab. In 2022, the management planned to add more Cath Lab equipment and supporting facilities, prompting a structural evaluation according to SNI 1726:2019 and SNI 2847:2019. This analysis employed various methods and field data, aiming to recommend service improvements while ensuring safety compliance. The study investigated the building's structural condition through visual inspection and concrete quality audits using Hammer and UPV tests. The results showed no structural damage but varied concrete quality. The analysis using the lowest concrete quality confirmed the building's load-bearing capacity according to standards, though it did not meet SMRF requirements, necessitating reinforcement. Additional analysis revealed shear capacity failures due to the increased load. It is advised not to expand the Cath Lab area at the specified location.</p>

Info Artikel	Abstrak
<p><i>Histori Artikel:</i></p> <p>Diterima: 30 November 2024</p> <p>Disetujui: 08 Desember 2024</p> <p><i>Kata Kunci:</i> <i>Analisis, Cathlab, penambahan alat, struktur bangunan</i></p>	<p>Rumah Sakit Angkatan Udara (RSAU) Antariksa Halim Perdana Kusuma adalah rumah sakit tipe B dengan fasilitas Cath Lab. Tahun 2022, manajemen berencana menambah alat Cath Lab dan sarana pendukung, sehingga perlu dilakukan evaluasi struktur sesuai SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019. Analisis menggunakan berbagai metode dan data lapangan. Hasilnya digunakan untuk rekomendasi peningkatan layanan dengan memastikan keamanan sesuai peraturan. Penelitian ini menyelidiki kondisi struktural bangunan melalui investigasi visual dan audit mutu beton dengan <i>Hammer test</i> dan <i>UPV test</i>. Hasil menunjukkan tidak ada kerusakan struktural, meskipun terdapat variasi mutu beton. Analisis dengan mutu beton terendah menunjukkan bangunan mampu menahan beban sesuai standar, namun tidak memenuhi syarat SPRMK sehingga diperlukan penguatan. Analisis tambahan menunjukkan kegagalan kapasitas geser akibat penambahan beban Cathlab. Disarankan tidak menambah area Cathlab di lokasi yang ditentukan.</p>

*Corresponding author. Gede Arya Wibawa
Email address: gede.12024003634@student.atmajaya.ac.id

X1. PENDAHULUAN

Bangunan Rumah Sakit Angkatan Udara (RSAU) Antariksa Halim Perdana Kusuma merupakan fasilitas medis eksisting dengan status rumah sakit tipe B. Rumah sakit tipe B ini dilengkapi dengan fasilitas Cath Lab (Catheterization Laboratory), yaitu ruang khusus dengan peralatan canggih untuk melaksanakan prosedur diagnostik dan terapeutik yang berkaitan dengan jantung dan pembuluh darah.

Pada tahun 2022, pihak manajemen rumah sakit memutuskan untuk meningkatkan kualitas dan fasilitas pelayanan dengan menambahkan alat Cath Lab serta sarana pendukungnya. RSAU Antariksa Halim Perdana Kusuma telah berdiri sejak tahun 2005 dan telah mengalami berbagai perubahan sejak pertama kali dibangun pada tahun 1957. Mengingat usia bangunan dan frekuensi gempa yang cukup sering terjadi, diperlukan evaluasi terhadap struktur bangunan guna menilai kelayakan penambahan beban Cath Lab.

Evaluasi tersebut harus mematuhi peraturan yang ditetapkan dalam SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019. Proses evaluasi dilakukan melalui analisis dengan beberapa metode pendekatan serta pengumpulan data bangunan di lapangan. Diharapkan bahwa hasil evaluasi ini dapat menjadi acuan atau rekomendasi bagi RSAU Antariksa Halim Perdana Kusuma dalam meningkatkan layanan dan fasilitas rumah sakit dengan tetap memastikan aspek keamanan dan kenyamanan sesuai peraturan yang berlaku.

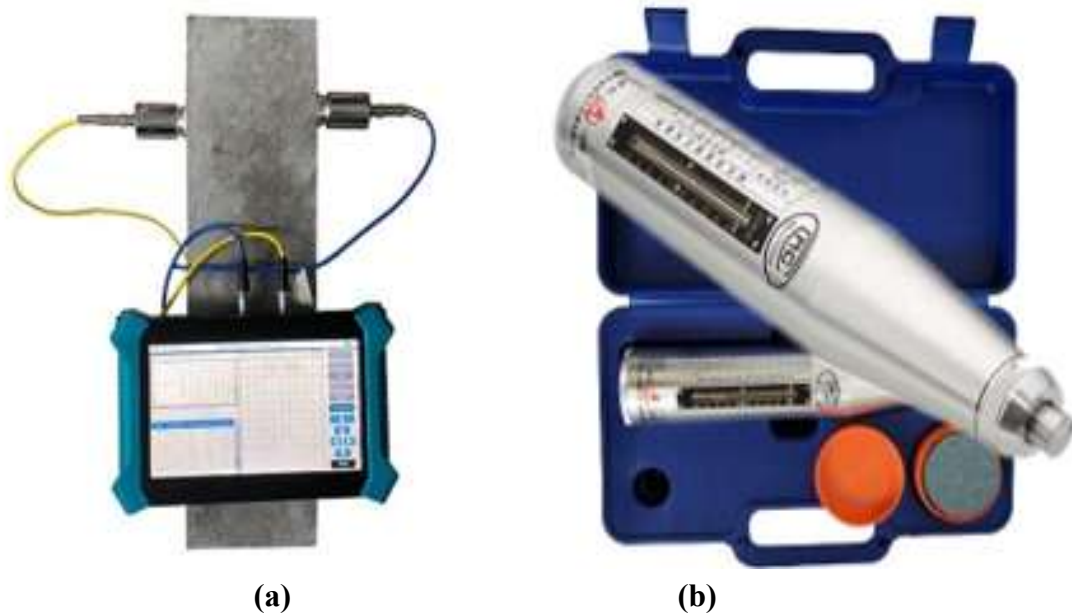
2. METODE PELAKSANAAN

Dalam konteks bangunan ini, untuk memastikan bahwa bangunan dapat menanggung penambahan beban cathlab, diperlukan penelitian dan pendataan terhadap elemen-elemen struktur bangunan rumah sakit, khususnya pada ruang cathlab. Elemen-elemen struktur yang diperiksa meliputi balok induk, balok anak, kolom, dan pelat lantai. Langkah ini diperlukan sebagai data awal evaluasi struktur, sehingga data tersebut dapat diolah untuk menilai kemampuan, kelayakan, serta kapasitas struktur bangunan. Hal ini juga bertujuan untuk memastikan elemen-elemen struktur yang memerlukan perbaikan dan penguatan, jika diperlukan.

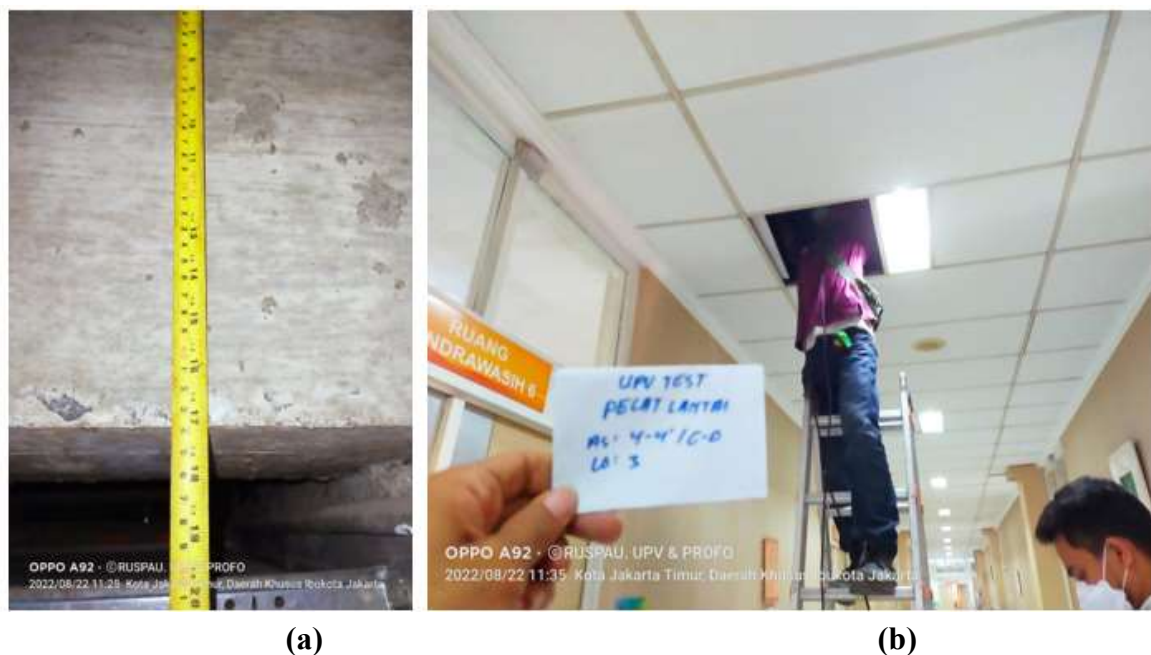
Metode dalam evaluasi bangunan ini meliputi pekerjaan persiapan, penyelidikan struktur bangunan, dan evaluasi struktur bangunan berdasarkan data yang diperoleh. Untuk prosedur dan metode penyelidikan lapangan, dilakukan melalui pengamatan dan penyelidikan secara visual terhadap elemen struktur bangunan existing, serta melalui penyelidikan mutu/ kualitas beton (kolom, balok dan pelat). Penelitian dan pengamatan visual secara menyeluruh terhadap bangunan ini bertujuan untuk mendeteksi dan mengamati secara langsung elemen struktur yang ada. Pengamatan tersebut mencakup posisi dan dimensi struktur, terutama pada elemen-elemen seperti kolom, balok, dan pelat lantai, serta aspek-aspek lain yang terkait dengan sistem struktur bangunan yang ada. Hasil pengamatan dan data gambar struktur eksisting digunakan untuk mengevaluasi kondisi struktur, sehingga dapat diketahui kelayakan struktur tersebut dalam mendukung beban aktual di lapangan. Proses evaluasi mencakup analisis dimensi, posisi elemen struktur, kondisi material, dan koneksi antar elemen untuk memastikan kemampuan struktur dalam menahan beban yang diperlukan dan mengidentifikasi kebutuhan perbaikan atau penguatan. Sementara itu, penelitian dan penyelidikan mutu/ kualitas beton (kolom, balok dan pelat) dalam kasus ini menggunakan bantuan alat yaitu: *Ultrasonic Pulse Velocity Test* (Gambar 1a) dan *Hammer Test* (Gambar 1b).

Untuk prosedur dan Metode Pengolahan Data Lapangan, dilakukan Analisa struktur serta penarikan kesimpulan hasil analisa struktur. Setelah mendapatkan data-data lapangan

seperti sistem struktur, mutu beton dari masing-masing elemen struktur, maka dilakukan analisa struktur dengan menggunakan parameter data tersebut. Dalam analisa tersebut dimasukan pembebanan sesuai dengan peraturan SNI 1726:2019 dan 1727:2020 serta beban *cathlab* tambahan. Hasil dari analisa struktur akan memberikan informasi terhadap evaluasi dari bangunan tersebut terhadap beban yang bekerja serta terhadap peraturan yang berlaku. Dari hasil tersebut akan disimpulkan terhadap kelayakan bangunan tersebut akibat dari adanya penambahan beban. Gambar 2 dan Gambar 3 menyajikan ilustrasi kegiatan pengambilan data yang dilakukan.



Gambar 1.
Ultrasonic Pulse Velocity Test (a) dan Hammer Test (b)



Gambar 2.
Pengukuran balok (a) dan kegiatan UPV test pelat lantai (b)



Gambar 3.

Hammer test untuk kolom (a) dan Profometer pelat lantai (b)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

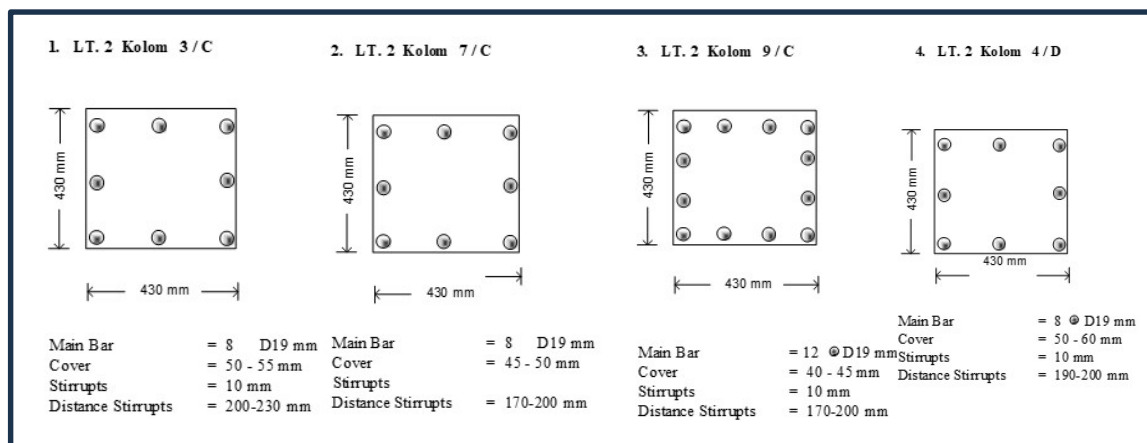
Hasil pengujian UPV Test dan Hammer Test disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Penulangan Kolom, Balok, dan Pelat disajikan pada Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6. Pemodelan struktur dengan program ETABS disajikan pada Gambar 7. Sementara hasil analisis struktur kondisi existing dan dengan penambahan beban Cathlab disajikan pada Gambar 8 dan Gambar 9. Perbandingan balok hasil analisis dengan kondisi beban aktual diberikan pada Gambar 10. Berdasarkan data output yang dihasilkan oleh software ETABS ver.20, terlihat bahwa perbandingan kondisi elemen kolom aktual terhadap elemen kolom dari hasil analisis yang telah dilakukan mengalami kenaikan persentase rebar/baja tulangan sebesar 0,23%. Kenaikan persentase rebar sebesar 23% mengharuskan penambahan rebar/baja tulangan pada elemen kolom untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Oleh karena itu, elemen kolom pada area terdampak harus dilakukan perkuatan. Selain itu, terdapat peringatan terhadap elemen #34 pada hasil analisis, yang menunjukkan bahwa terdapat kondisi di mana sambungan geser antara elemen kolom dan elemen balok melebihi batas yang diizinkan. Hal ini disebabkan oleh ukuran kolom dan lebar balok yang hampir sama, sehingga sambungan geser tidak maksimal. Berdasarkan SNI 1726:2019, dapat disimpulkan bahwa bangunan ini tidak memenuhi syarat SPRMK dan perlu dilakukan perkuatan agar gaya gempa yang terjadi pada bangunan dapat diserap dengan baik oleh struktur bangunan.

Tabel 1.
Hasil pengujian UPV Test

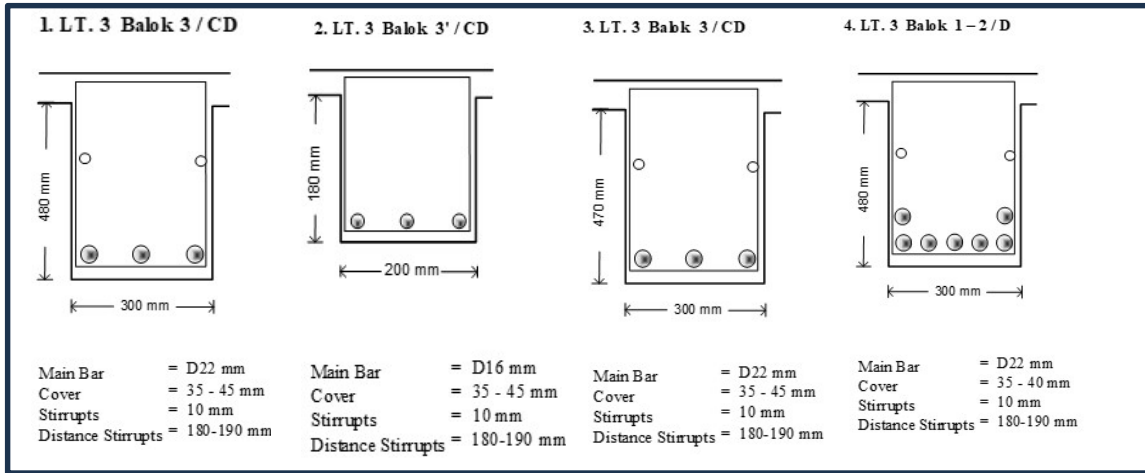
No.	Structure	Test	Distance (cm)	Time (µsec)	Velocity (m/sec)	Equiv. Cube Compr. Strength (kg/cm ²)	Equiv. Cyl. Compr. Strength	Average Strength Cube (kg/cm ²)	Average Strength Cyl. (Mpa)
1	LT. 2, Kolom 3/C	1	43,0	116,3	3.697,3	304,8	24,8	305,5	24,9
		2	43,0	113,4	3.791,9	315,6	25,7		
		3	43,0	118,4	3.631,8	297,5	24,2		
		4	43,0	116,2	3.700,5	305,1	24,9		
		5	43,0	116,4	3.694,2	304,4	24,8		
2	LT. 2, Kolom 4/D	1	43,0	112,3	3.829,0	319,9	26,1	309,6	25,2
		2	43,0	115,6	3.719,7	307,3	25,0		
		3	43,0	114,7	3.748,9	310,6	25,3		
		4	43,0	115,6	3.719,7	307,3	25,0		
		5	43,0	116,8	3.681,5	303,0	24,7		
3	LT. 2, Kolom 7/C	1	43,0	118,1	3.641,0	298,5	24,3	294,0	23,9
		2	43,0	119,3	3.604,4	294,5	24,0		
		3	43,0	120,6	3.565,5	290,3	23,6		
		4	43,0	119,2	3.607,4	294,8	24,0		
		5	43,0	120,1	3.580,3	291,9	23,8		
4	LT. 2, Kolom 7/B	1	20,0	58,2	3.436,4	276,8	22,5	270,6	22,0
		2	20,0	60,1	3.327,8	266,0	21,7		
		3	20,0	60,4	3.311,3	264,3	21,5		
		4	20,0	58,5	3.418,8	275,0	22,4		
		5	20,0	59,2	3.378,4	271,0	22,1		
5	LT. 3, Balok 3/CD	1	20,0	55,0	3.636,4	298,0	24,3	291,8	23,8
		2	20,0	56,2	3.558,7	289,6	23,6		
		3	20,0	56,5	3.539,8	287,6	23,4		
		4	20,0	54,3	3.683,2	303,2	24,7		
		5	20,0	57,6	3.472,2	280,5	22,8		
6	LT. 3, Balok 3/CD	1	30,0	86,9	3.452,2	278,4	22,7	281,1	22,9
		2	30,0	87,4	3.432,5	276,4	22,5		
		3	30,0	86,3	3.476,2	280,9	22,9		
		4	30,0	85,8	3.496,5	283,0	23,1		
		5	30,0	84,9	3.533,6	286,9	23,4		
7	LT. 3, Balok 3-4/C	1	20,0	63,2	3.164,6	250,4	20,4	257,9	21,0
		2	20,0	62,8	3.184,7	252,3	20,6		
		3	20,0	61,7	3.241,5	257,6	21,0		
		4	20,0	59,8	3.344,5	267,6	21,8		
		5	20,0	60,9	3.284,1	261,7	21,3		
8	LT. 3, Balok 4/CD	1	30,0	86,2	3.480,3	281,3	22,9	278,9	22,7
		2	30,0	87,1	3.444,3	277,6	22,6		
		3	30,0	86,7	3.460,2	279,3	22,7		
		4	30,0	86,2	3.480,3	281,3	22,9		
		5	30,0	87,8	3.416,9	274,8	22,4		
9	LT. 3 Plat 3'-4/CD	1	20,0	59,3	3.372,7	270,4	22,0	271,6	22,1
		2	20,0	58,5	3.418,8	275,0	22,4		
		3	20,0	59,6	3.355,7	268,7	21,9		
		4	20,0	58,5	3.418,8	275,0	22,4		
		5	20,0	59,6	3.355,7	268,7	21,9		
10	LT. 3, Balok 4-4/CD	1	20,0	58,2	3.436,4	276,8	22,5	273,8	22,3
		2	20,0	57,6	3.472,2	280,5	22,8		
		3	20,0	60,1	3.327,8	266,0	21,7		
		4	20,0	59,6	3.355,7	268,7	21,9		
		5	20,0	58,2	3.436,4	276,8	22,5		

Tabel 2.
Hasil pengujian Hammer Test

Jenis Lantai	B.Anak Lt.2 3'/C-D	B.Induk Lt.2 3-4/C	Pelat Lt.2 3'-4/C-D	B.Induk Lt.2 4/C-D	Pelat Lt.2 4-4'/C-D	B.Induk Lt.2 4'-5/C	Kolom Lt.2 7/B	Kolom Lt.3 7/C	Kolom Lt.3 3/C	Kolom Lt.3 4/D
α	0	0	+90	0	+90	0	0	0	0	0
No.Test	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	505	505	485	485	485	505	435	400	470	400
2	505	435	485	435	525	505	400	470	505	435
3	470	435	525	435	485	400	470	505	470	470
4	505	400	525	505	525	435	505	400	470	470
5	470	435	485	470	485	505	470	435	435	400
6	470	400	485	435	525	505	435	505	505	400
7	470	435	485	435	485	470	435	470	505	365
8	505	435	525	470	485	470	435	505	470	325
9	505	400	525	505	485	435	470	505	505	400
10	505	400	525	505	485	435	435	505	435	365
11	505	470	485	435	525	470	400	505	435	365
12	470	470	485	470	485	505	435	400	470	470
13	470	470	485	435	485	505	435	470	505	365
14	470	505	525	435	525	435	505	505	505	435
15	505	470	525	470	485	400	505	470	505	400
16	505	470	565	470	485	470	400	470	505	365
17	505	505	525	505	525	470	435	505	505	400
18	505	505	485	505	565	400	505	505	400	400
19	470	470	525	505	565	435	470	470	470	470
20	470	505	565	435	525	470	470	505	505	400
σ_{BM} (kg/cm ²)	515.00	480.00	537.89	491.84	533.68	461.25	452.50	475.25	478.75	405.00
SD (kg/cm ²)	32.68	46.76	39.43	40.03	38.15	37.45	35.00	38.13	31.87	41.86
σ_{BK} (kg/cm ²)	461.40	403.32	473.24	426.19	471.13	399.84	395.10	412.72	426.49	336.34

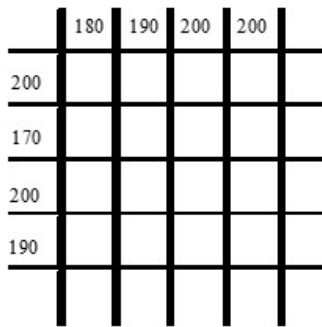


Gambar 4.
Penulangan kolom



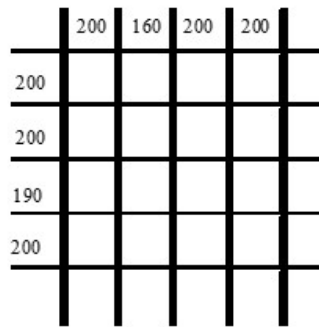
Gambar 5.
 Penulangan balok

2. LT. 3, Plat 3' - 4' / CD



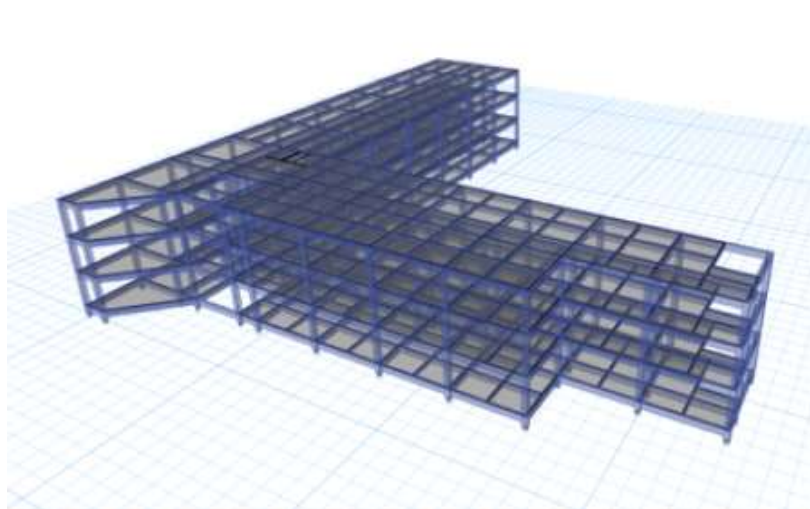
Ø = 10 mm
 Cover = 30 - 35 mm

2. LT. 3, Plat 4 - 4' / CD

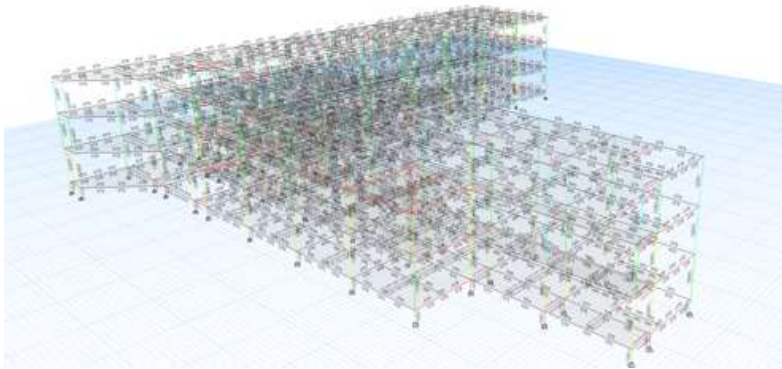


Ø = 10 mm
 Cover = 35 - 40 mm

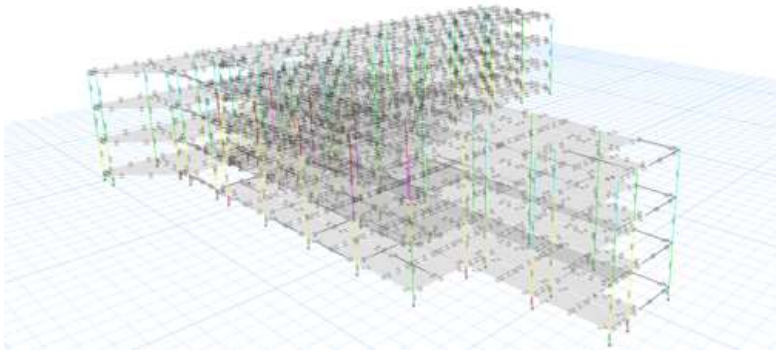
Gambar 6.
 Penulangan pelat



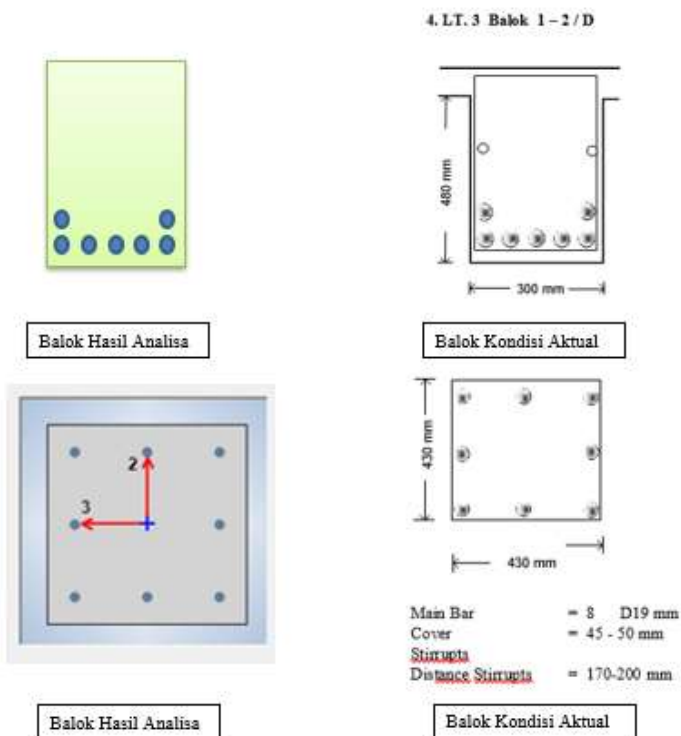
Gambar 7.
 Pemodelan Struktur dengan Program ETABS



Gambar 8.
Hasil analisis struktur kondisi existing



Gambar 9.
Hasil analisis struktur kondisi penambahan beban Cathlab.



Gambar 10.
Perbandingan balok hasil analisis dengan kondisi beban aktual

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil investigasi secara visual terlihat tidak terdapat tanda-tanda adanya kerusakan structural. Hasil audit mutu beton dengan menggunakan Hammer test terlihat menunjukkan nilai sebesar K-400 atau secara dengan $f'c = 35$ MPa, namun hasil audit mutu beton dengan menggunakan alat UPV test terlihat menunjukkan nilai sebesar $f'c = 24$ MPa atau setara dengan K-300 pada kolom sedangkan $f'c = 22,46$ MPa atau setara K-250 pada balok dan slab. Dalam analisa struktur ini mutu beton yang digunakan adalah mutu beton dengan nilai terkecil yaitu $f'c = 24$ MPa pada kolom sedangkan $f'c = 22,46$ MPa pada balok dan kolom. Berdasarkan hasil analisa struktur yang telah dilakukan disimpulkan bahwa bangunan Rumah Sakit AU Antariksa Halim dengan kondisi existing masih mampu menahan beban sesuai dengan SNI-1726:2019; SNI-1727-2020. Menurut SNI-2847:2019 bangunan rumah sakit yang memiliki tingkat kepentingan (I) 1,5 pada daerah Katagori Design Seismik (KDS) D harus direncanakan dengan system SPRMK (Sistem Pemikul Rangka Momen Khusus), namun melihat kondisi kondisinya bangunan rumah sakit ini tidak memenuhi syarat dalam system bangunan SPRMK, sehingga untuk memenuhi syarat agar bangunan termasuk bangunan ber-SNI maka perlu dilakukan perkuatan. Berdasarkan hasil analisa struktur dengan kondisi dilakukan penambahan beban CATHLAB pada elemen balok terjadi kegagalan pada kapasitas geser, namun pada elemen pelat masih mampu menahan. Sedangkan pada elemen kolom terjadi indikasi kegagalan pada kapasitas penampang hal ini terlihat meningkatnya ratio tulangan pada element kolom dari yang terpasang 1% meningkat menjadi 1,23% yang artinya bahwa baja tulangan terpasang memiliki kekurang sebesar 0,23%. Sehingga disimpulkan bahwa tidak dapat dilakukan penambahan beban CATHLAB. Tidak disarankan untuk melakukan penambahan area CATHLAB pada lokasi yang ditentukan dengan merujuk pada hasil analisa diatas. Hal ini berdasarkan pada resiko kegagalan struktur kolom dan balok yang timbul akibat penambahan beban. Dari analisis tersebut, saran yang dapat diberikan yaitu perlu dilakukan analisis lebih lanjut berdasarkan kinerja struktur.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 1726:2019 – *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: BSN.
2. Badan Standarisasi Nasional. (2020). SNI 1727:2020 – *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: BSN.
3. Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 2847:2019 – *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. Jakarta: BSN.
4. American Society of Civil Engineers. (2016). *ASCE 7-16: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*. Reston, VA: ASCE.
5. American Concrete Institute. (2014). *ACI 318M-2014: Building Code Requirements for Structural Concrete (and Commentary)*. Farmington Hills, MI: ACI.