

DESAIN BASE ISOLATOR TYPE LEAD RUBBER BEARING (LRB) PADA GEDUNG ANUTAPURA MEDICAL CENTER (AMC) RUMAH SAKIT ANUTAPURA PALU

Annisa Retno Palupi^{1*}, Arzal M. Zain², Budi Setiawan³

^{1*}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Kec. Kartasura, Kota Surakarta
Email: d100190218@student.ums.ac.id

Abstrak

Gedung Anutapura Medical Center (AMC) merupakan salah satu gedung rumah sakit Anutapura Palu yang mengalami kerusakan akibat gempa Palu-Sigi-Donggala tahun 2018 silam. Kemudian dilakukan rekonstruksi atau pembangunan kembali gedung ini pada tahun 2020-2023. Perencanaan gedung ini menggunakan sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang dikombinasikan dengan Base Isolator. Base isolator sendiri merupakan suatu teknologi sebagai peredam momen gempa. Base isolator yang digunakan adalah tipe Lead Rubber Bearing (LRB). Adapun perencanaan sistem SRPMK mengacu pada SNI 1726-2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk gedung, dan SNI 1727-2020 tentang beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. Sedangkan perencanaan base isolator mengacu pada UBC 97 Vol-2. Dari perencanaan yang telah dilakukan diperoleh tebal plat LRB sebesar 25 mm, diameter LRB 1,349 m, diameter karet LRB 1,299 m, dan tinggi LRB 680 mm. Dengan dimensi yang ada diketahui kekuatan saat perpindahan desain sebesar 19,913 kN, kuat leleh sebesar 22,126 kN, kekakuan efektif LRB sebesar 1954,432 kN/m, simpangan leleh LRB sebesar 0,001155 m, dan simpangan desain sebesar 0,522 m.

Kata Kunci : Perencanaan, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), Lead Rubber Bearing (LRB)

Abstract

The Anutapura Medical Center (AMC) is one of the Anutapura Palu hospital buildings damaged by the 2018 Palu-Sigi-Donggala earthquake. Reconstruction of this building will be carried out in 2020-2023. The design of this building uses a Special Moment Frame (SMF) system combined with Base Isolator. The base isolator itself is a technology such as an earthquake moment damper. The base isolator used is the Lead Rubber Bearing (LRB) type. The design of SMF system refers to SNI 1726-2019 about the procedure for design of earthquake resistance for buildings, and SNI 1727-2020 about minimum design loads and related criteria for buildings and other structures. The base isolator design refers to UBC 97 Vol-2. From the planning that has been done, it is obtained that the LRB plate thickness is 25 mm, the LRB diameter is 1.349 m, the LRB rubber diameter is 1.299 m, and the LRB height is 680 mm. With the existing dimensions, it is known that the force at design displacement is 19.913 kN, the yield strength is 22.126 kN, the LRB effective stiffness is 1954.432 kN/m, the LRB yield displacement is 0.001155 m, and the design displacement is 0.522 m.

Keyword : Design, Special Moment Frame (SMF), Lead Rubber Bearing (LRB).

1. PENDAHULUAN

1.1 Tinjauan Pustaka

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki aktivitas kegempaan yang cukup tinggi. Kota Palu sendiri terletak pada patahan sesar-koro sehingga aktivitas kegempaan sering terjadi. Gempa dengan kekuatan 7,7 SR (sumber: BMKG.go.id)

mengguncang kota Palu pada tahun 2018 silam yang menyebabkan rusaknya gedung dan fasilitas sosial. Salah satu gedung yang memiliki dampak cukup parah adalah Gedung *Anutapura Medical Center (AMC)* Rumah Sakit Anutapura Palu. Sehingga pada tahun 2020 gedung AMC direncanakan dibangun kembali menggunakan

perencanaan Struktur Pemikul Rangka Momen Khusus dikombinasikan dengan teknologi baru berupa base isolator dengan tipe *Lead Rubber Bearing*.

Struktur Pemikul Rangka Momen Khusus

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) adalah sistem perencanaan yang digunakan pada suatu gedung dimana materi struktur serta join-joinnya dapat menahan momen yang bekerja, seperti momen geser, aksial dan lentur. Pada daerah dengan tingkat resiko gempa tinggi yaitu berada pada zona 5 hingga zona 6 wajib menggunakan perencanaan SRPMK. Hal ini dikarenakan perencanaan ini memiliki daktalitas yang tinggi.

Struktur bersifat daktail ini dimaksudkan struktur yang mengalami deformasi tetap mampu mempertahankan kekuatannya agar struktur tetap mampu untuk berdiri, sehingga mengurangi jumlah korban jiwa dan kerugian materi.

Pada kategori desain seismik D,E, dan F perencanaan gedung juga harus menggunakan sistem SRPMK. Struktur akan bersifat daktail jika telah memenuhi prinsip sebagai berikut:

- Pada balok, kolom dan join tidak terjadi kegagalan geser
- *Weak-Beam and Strong-Column*

Adapun nilai faktor untuk perencanaan Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus adalah sebagai berikut:

- Faktor kuat lebih sistem, Ω_0^b adalah 3
- Faktor pembesaran defleksi, C_d^c adalah $5\frac{1}{2}$
- Nilai Koefisien modifikasi respons, R^a adalah 8

Pada perencanaan gedung *Anutapura Medical Center* menggunakan Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus dikarenakan lokasi pembangunan terletak pada patahan aktif sesar palu-koro dengan kategori gempa D.

Base Isolator

Base isolator tipe *Lead Rubber Bearing* (LRB) adalah alat anti *seismic* yang terdiri dari karet yang memiliki lapisan serta dikombinasikan dengan pelat baja pada atas dan bawahnya, serta pada tengah LRB terdapat *lead* (perunggu). Cara

kerja dari LRB di rencanakan dapat menahan gerakan gempa dari semua arah horizontal. Desain dari LRB sendiri berbentuk tabung dengan bahan utama terbuat dari karet serta diapit oleh lapisan baja pada atas dan bawahnya. Pelat baja ini difungsikan untuk menopang beban aksial dari bangunan. *Perunggu (Lead)* yang terletak di tengah LRB difungsikan untuk menyerap energi sehingga dapat mereduksi gaya gempa.

Kelebihan dari *Lead Rubber Bearing* (LRB) yaitu memiliki kapasitas redaman yang cukup tinggi (*high damping capacity*) serta dapat mengembalikan posisi struktur seperti semula setelah gempa berakhir.

Penggunaan LRB pada dasarnya bertujuan untuk menambahkan redaman dan meningkatkan periode alami struktur. Hal ini dapat meminimalisir kerusakan struktur. Analisa perencanaan base isolator yang digunakan mengacu pada UBC 97 Vol-2.

Pemasangan *base isolator* ini sendiri terletak diatas pilecap dan dibawah kepala kolom, kemudian dapat dilanjutkan dengan pembuatan balok, kolom dan lantai kerja.

ETABS

Aplikasi ETABS adalah suatu aplikasi perencanaan struktur yang dibuat oleh perusahaan *software Computers and Structures, Incorporated* (CSI).

Aplikasi ETABS digunakan sebagai aplikasi pembantu dalam melakukan Analisa struktur, terutama struktur *high rise building*. Adapun jenis perencanaan struktur yang menggunakan aplikasi ETBAS antara lain, analisis dinding geser, analisis baja rangka batang, analisis balok komposit, analisis frame beton, dan analisis *frame* baja. Aplikasi ini sering digunakan oleh perencana struktur dikarenakan menghasilkan output dengan ketepatan yang baik serta memiliki keefektifan waktu dalam proses analisisnya.

Kelebihan aplikasi ETABS antara lain:

1. Memiliki fitur ringan, simple, dan mudah dioperasikan.
2. Proses *input* data karakteristik gedung lebih mudah, cepat, dan praktis.
3. Pemodelan elemen balok, kolom, dan plat lain cenderung mudah dilakukan.

Beton Bertulang

Merupakan material yang terdiri dari dua bahan utama, yaitu tulangan baja dan beton. Beton merupakan bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Dalam perencanaan gedung *Anutapura Medical Center* (AMC), menggunakan bahan utama berupa beton bertulang dikarenakan memiliki kekuatan tarik yang cukup besar. Tulangan baja dengan elastisitas tinggi, serta mampu menahan gaya tarik dan beton yang memiliki kuat tekan yang tinggi menjadikan suatu struktur lebih kuat dan elastis. Tulangan terbuat dari baja yang dirakit untuk kemudian dilakukan pengecoran beton. Penggunaan beton bertulang sendiri dilakukan agar struktur dapat menahan tegangan yang dihasilkan, sehingga bangunan dapat terhindar dari keretakan dan kegagalan struktur.

1.2 Tujuan Penelitian

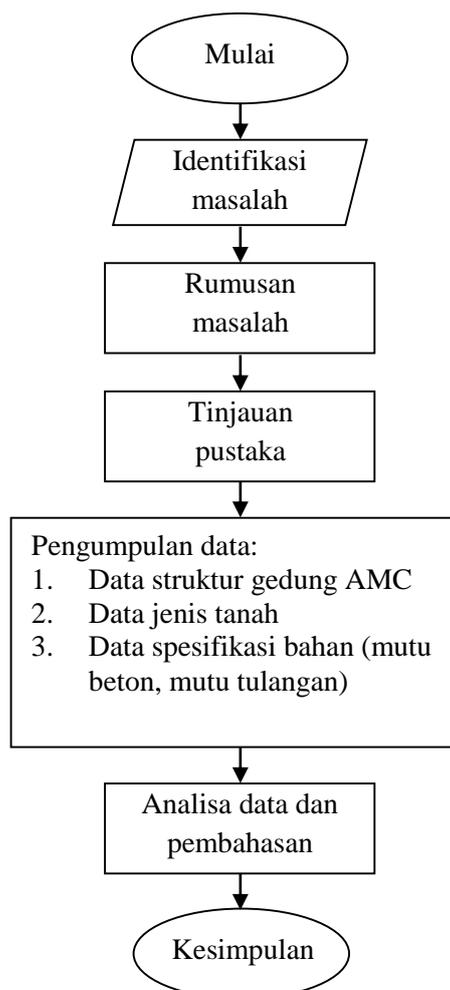
1. Mengetahui ukuran dan dimensi struktur gedung *Anutapura Medical Center* (AMC)
2. Mengetahui spesifikasi base isolator

1.3 Batasan Masalah

1. Tidak memperhitungkan biaya
2. Tidak menganalisa perbandingan LRB *base* dengan *fix base*
3. Penelitian ini hanya menggunakan metode linear dengan menggunakan respon spektrum sebagai beban gempa untuk melakukan desain SRPMK. Analisa kebutuhan *base isolator* tipe LRB dilakukan dengan mengacu pada UBC 97 vol-2.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian kali ini adalah metode observasi dan analisis. Observasi dilakukan untuk mendapatkan data struktur bangunan, dan analisis digunakan untuk menentukan dimensi dan spesifikasi *Lead Rubber Bearing*. Data struktur gedung bersumber dari PT. Yodya Karya (Persero) selaku manajemen konsultan pada proyek pembangunan Gedung *Anutapura Medical Center* (AMC) Rumah Sakit Anutapura Palu. Metode penelitian yang dilakukan digambarkan dalam diagram alir berikut:



Gambar 2.1 Diagram Alur Metode Pelaksanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur gedung *Anutapura Medical Center* (AMC) menggunakan struktur beton bertulang. Pemodelan dilakukan dengan bantuan *software ETABS*, serta mengacu pada SNI 1726-2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk gedung, dan SNI 1727-2020 tentang beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. Kondisi yang ditinjau dari penelitian ini adalah *base isolator type Lead Rubber Bearing*. Adapun data struktur dan data material disajikan dalam tabel 3.1 dan tabel 3.2.

Tabel 3.1
Data Struktur Gedung AMC

Data Struktur	
Fungsi Gedung	Rumah Sakit
Jenis Gedung	Struktur Beton
Kondisi Tanah	Tanah Lunak
Jumlah Lantai Kerja	7 Lantai
Tinggi Elevasi Lantai	5 m dan 4,2 m
Lokasi Bangunan	Palu
Dimensi Bangunan (PxL)	93,6 x 37,1 m
Sistem Struktur Bangunan	SRPMK

Dari data struktur dapat diketahui bahwa jenis bangunan dari Rumah Sakit Anutapura Palu adalah struktur beton, dengan jumlah lantai sebanyak 7 lantai terdiri dari 1 lantai semi basement 5 lantai kerja dan 1 lantai DAK. Gedung *Anutapura Medical Center* (AMC) dibangun pada kondisi tanah lunak kategori E. Data pengujian tanah diperoleh dari PT. Yodya Karya (Persero)-PT. Arci Pratama Konsultan KSO selaku manajemen konsultan proyek.

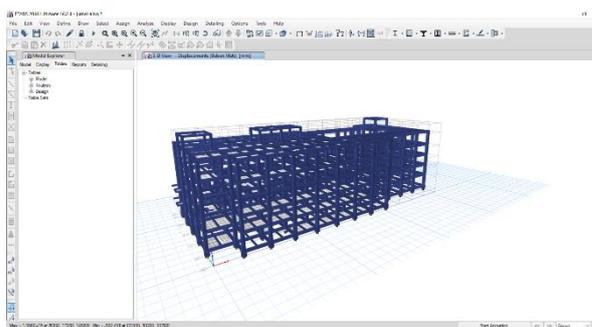
Tabel 3.2
Data Material

Data Material	
Mutu Beton	$f_c' 30 \text{ Mpa}$
Mutu Tulangan	BJTS 420B

Tabel 3.3
Data Penampang

Data Penampang	
Dimensi Balok	200 x 300 mm
	200 x 400 mm
	300 x 400 mm
	300 x 500 mm
	300 x 550 mm
	400 x 600 mm
	400 x 700 mm
	500 x 600 mm
	500 x 650 mm
	500 x 700 mm
	500 x 750 mm
Dimensi kolom	700 x 700 mm
	700 x 900 mm
	950 x 950 mm
Tebal plat	120 mm
	150 mm

Adapun disajikan gambar pemodelan dari aplikasi ETABS yang telah dilakukan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Pemodelan Gedung AMC di ETABS

(Hasil Analisa)

Dari data struktur kemudian dimasukkan data berupa data tanah, jumlah lantai serta ketinggiannya, fungsi bangunan untuk menentukan faktor resiko serta jenis bangunan yang merupakan bangunan beton bertulang. Dimasukkan juga mutu dari beton yang digunakan dan mutu baja tulangnya. Kemudian di-input data material berupa balok, kolom dan plat lantai.

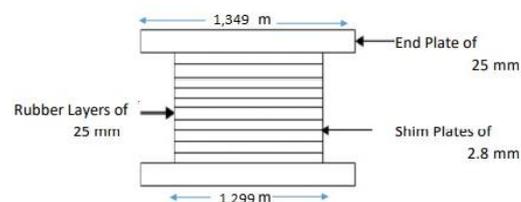
Dimasukkan juga data-data pembebanan berupa beban hidup, beban mati, dan beban gempa. Data beban mati dan hidup diperoleh dari data perencanaan gedung AMC. Sedangkan data beban gempa diperoleh dari data respon spectrum. Setelah semua data dimasukkan di pilih juga jenis perletakan dari pemodelan gedung AMC. Adapun jenis perletakan yang digunakan adalah perletakan jepit penuh.

Dari perhitungan data-data dan pemodelan pada aplikasi ETABS, kemudian diperoleh nilai beban vertikal maksimum yang dapat ditahan oleh kolom. Nilai ini kemudian dijadikan dasar perhitungan untuk memperoleh dimensi dan spesifikasi *base isolator* tipe *Lead Rubber Bearing*.

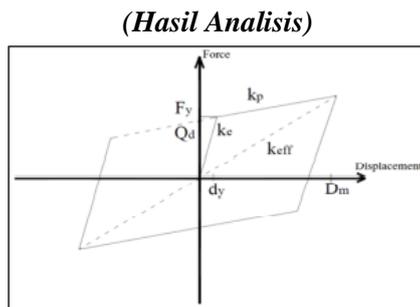
Perhitungan *Lead Rubber Bearing* mengacu pada standar UBC 97 Vol-2. Hasil perhitungan disajikan dalam tabel 3.4

Tabel 3.4
Analisa LRB Gedung AMC

Hasil Analisa <i>Lead Rubber Bearing</i>	Nilai
<i>Design Time Period, T_D</i>	2,5 Sec
<i>Effective Damping, β</i>	5 %
<i>Force at Design Displacement</i>	19,913 kN
<i>Design Displacement, D_d</i>	0,522 m
<i>Rubber Shear Modulus, G</i>	0,7 m/s ²
<i>Effective Stiffness, K_{eff}</i>	1954,432 kN/m
<i>Yield Displacement, D_y</i>	0,001155 m
<i>Yield Strength, F_y</i>	22,126 kN
<i>Thickness of Rubber, t_r</i>	0,522 m
<i>Diameter LRB, D_{LRB}</i>	1,349 m
<i>Bonded Diameter</i>	1,299 m
<i>Height of LRB</i>	680 mm



Gambar 3.2 Dimensi *Lead Rubber Bearing*



Gambar 3.3 Diagram displacement dan force LRB (Hasil Analisis)

4. KESIMPULAN

Dari Analisa dan pembahasan yang dilakukan ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan perhitungan struktur gedung sudah sesuai dengan standar SNI 1726-2019, dan SNI 1727-2020
2. Analisa Struktur menggunakan aplikasi ETABS sudah sesuai dan tidak terjadi over stress.
3. Diperoleh dimensi *Lead Rubber Bearing external*:
 - Diameter LRB 1,349 m
 - Diameter karet LRB 1,299 m
 - Tebal plat atas dan bawah 25 mm
 - Tebal total karet LRB 0,522 m
 - Tinggi total LRB 680 mm
4. Diketahui nilai ketahanan *Lead Rubber Bearing*:
 - *Force at design displacement* 19,913 kN
 - *Yield Strength* 22,126 kN
 - *Effective Stiffness* 1954,432 kN/m
 - *Yield Displacement* 0,001155 m
 - *Design Displacement* 0,522 m

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, puja dan puji syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT karena berkat dan Rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan artikel ini dengan lancar. Tak lupa pula penulis haturkan shalawat serta salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu memberi dukungan sehingga artikel ini dapat selesai dengan baik.
2. Bapak Anto Budi Listyawan, S.T., M.Sc, selaku kepala prodi jurusan Teknik sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Budi Setiawan, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing magang.

4. Bapak Ir. Ahmad Murtafi', S.T. selaku Team Leader Manajemen Konstruksi Proyek Pembangunan Gedung *Anutapura Medical Center* (AMC)
5. Bapak Ir. Arzal M. Zain S.T., M.T., IPM, selaku pembimbing lapangan pada program magang mandiri.
6. Kak Ichwan Kurniadi, S.T, kak Nerius Boka, S.T, serta seluruh staf manajemen konstruksi proyek Gedung AMC yang telah membantu penyelesaian artikel.
7. Serta teman-teman magang sekalian yang selalu memberi semangat dalam penulisan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- Kresmon, K. D., Koespiadi, & Sutowijoyo, H. (2020). Penggunaan Lead Rubber Bearing (Lrb) Sebagai Desain Apartemen 25 Lantai Berbasis Gaya, Dengan Special Momen Frame (Smf). Surabaya: Universitas Narotama.
- Liando, F. J. (2020). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai. Manado: Jurnal Sipil Statik Universitas Sam Ratulangi.
- Sni 1726-2019, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Gedung.
- Sni 1727-2020, Bedan Desain Minimum Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain.
- Sni 2847-2019, Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
- Ubc 97 Volume 2 Uniform Building Code.