

## EVALUASI KINERJA BANGUNAN GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS YAPIS PAPUA AKIBAT PENGARUH GEMPA DI JAYAPURA

<sup>1</sup>Mahdika Putra Nanda, <sup>2</sup>Didik Mabui, <sup>3</sup>Mamik Wantoro

Program Studi Teknik Sipil Universitas Wiralodra Indramayu  
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Yapis Papua  
Jl. DR. Sam Ratulangi No 11 Dok V Atas, Tlp. (0967) 534012, 550355, Jayapura - Papua  
<sup>1</sup>dikananda.ft@unwir.ac.id, <sup>2</sup>didikmabui@gmail.com, <sup>3</sup>mam\_wanto@yahoo.co.id

### ABSTRAK

Gempa berkekuatan 5,4 Skala Richter (berdasarkan laporan BMKG) yang terjadi di kota Jayapura pada 09 Pebruari 2023 yang telah menimbulkan kerusakan bangunan dan korban jiwa. Banyaknya korban jiwa yang timbul dan mengalami luka sebagian besar bukan disebabkan oleh gempa itu sendiri, tetapi karena tertimpa bangunan yang roboh dan kejatuhan material. Keadaan bangunan pasca gempa tentu meninggalkan sisa bangunan yang mengalami kerusakan seperti retak – retak pada bagian dinding, keretakan pada bagian struktural bangunan, bangunan runtuh sebagian, bahkan ada bangunan yang mengalami keruntuhan total yaitu rata dengan tanah. Gedung rektorat universitas yapis papua merupakan salah satu bangunan yang rusak akibat gempa. Gedung tersebut ditentukan jenis kerusakan secara visual maupun menggunakan perhitungan daya dukung struktur setelah terjadinya gempa kemudian dilakukan analisis kemampuan bangunan dalam memikul beban yang bekerja terhadap gempa serta diberikan rekomendasi perbaikan terhadap bangunan. Penelitian ini diawali dengan survey lapangan dan dilakukan test hammer untuk mendapatkan kuat tekan kolom (35 Mpa), balok (35 Mpa), dimensi, serta denah bangunan yang ada dan data yang ada akan diinputkan ke program SAP untuk mengevaluasi struktur bangunan. Berdasarkan hasil dari analisa struktur menggunakan program SAP, output yang diperoleh dimasukkan kedalam grafik Pu dan Mu kolom dan grafik kapasitas geser kolom. Selain itu juga dilakukan pengecekan kapasitas penampang kolom yang bekerja. Selanjutnya dapat disimpulkan penyebab kerusakan untuk memberikan rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan untuk bagian bangunan yang rusak dan lemah dalam memikul gaya yang bekerja. Selanjutnya dilakukan re-analisis untuk memastikan kekuatan bangunan setelah diperkuat dalam memikul beban sehingga bangunan dinyatakan layak untuk digunakan kembali.

*Kata Kunci: Evaluasi, Gedung Rektorat, Yapis Papua.*

### ABSTRACT

An earthquake measuring 5.4 on the Richter Scale (based on the BMKG report) occurred in the city of Jayapura on 09 February 2023 which caused damage to buildings and casualties. The large number of fatalities and injuries that occurred were mostly not caused by the earthquake itself, but because of being hit by collapsed buildings and falling materials. The condition of the buildings after the earthquake certainly left the remains of the building experiencing damage such as cracks in the walls, cracks in the structural parts of the building, partial collapse of the building, and there were even buildings that experienced total collapse, namely being razed to the ground. The Yapis Papua University rectorate building was one of the buildings damaged by the earthquake. The type of damage to the building is determined visually or using calculations of the structure's bearing capacity after an earthquake, then an analysis of the building's ability to carry the loads acting on an earthquake is carried out and recommendations for repairs to the building are provided. This research began with a field survey and a hammer test was carried out to obtain the compressive strength of columns (35 Mpa), beams (35 Mpa), dimensions and plans of the existing building and the existing data will be input into the SAP program to evaluate the building structure. Based on the results of structural analysis using the SAP program, the output obtained is entered into column Pu and Mu graphs and column shear capacity graphs. Apart from that, the cross-sectional capacity of the working column is also checked. Next, we can conclude the cause of the damage to provide recommendations for repairs that can be made for parts of the building that are damaged and weak in bearing the forces at work. Next, a re-analysis is carried out to ensure the strength of the building after being strengthened to carry the load so that the building is declared suitable for reuse.

*Keywords: Evaluation, Rectorate Building, Yapis Papua.*

## A. PENDAHULUAN

Seiring dengan kebutuhan prasarana manusia yang terus berkembang, maka dalam upaya memenuhi kebutuhan prasarana tersebut diperlukan infrastruktur, salah satunya adalah bangunan Gedung. Bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, dan berfungsi sebagai tempat manusia melakukan berbagai aktifitas, baik untuk tempat tinggal, kegiatan keagamaan (beribadah), kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus (UU No. 28 Tahun 2002). Dalam usaha memenuhi kebutuhan infrastruktur bangunan Gedung, faktor keselamatan pengguna bangunan terhadap pengaruh gempa merupakan prioritas utama. Oleh karena itu suatu gedung harus memiliki ketahanan dan kekuatan untuk menjamin keselamatan bagi orang yang beraktifitas di dalamnya ketika terjadinya bencana alam gempa.

Gempa adalah salah satu gejala alam yang tidak dapat diprediksi kapan akan terjadi dan berapa besar gempa tersebut, pada umumnya gempa terjadi pada pertemuan dua buah lempeng tetapi lokasi yang tepat sulit diprediksi. Gempa tidak dapat dicegah dan dapat menyebabkan dampak bagi manusia seperti kematian, kerusakan pada bangunan rumah tinggal, fasilitas umum, dll.

Manusia dapat mengurangi dampak dari gempa, baik korban manusia maupun tingkat kerusakan yang timbul pada bangunan pada umumnya. Untuk mengurangi dampak dari gempa, maka bangunan harus dirancang tahan terhadap gempa. Konfigurasi bangunan baik dalam arah horisontal maupun dalam arah vertikal harus simetris, struktur utama seperti kolom-kolom harus dirancang lebih kuat dibandingkan dengan balok, dengan demikian keruntuhan balok dapat dicegah. Apabila kolom hancur lebih dahulu dari balok maka bangunan akan roboh dan penghuni tidak memiliki kesempatan untuk keluar dari gedung. Penyebab lainnya dari kegagalan struktur akibat gempa adalah pelaksanaan yang tidak didasarkan pada pendetailan yang baik seperti pemasangan tulangan yang tidak pada tempatnya. Salah satu cara untuk mendisain bangunan yang memiliki kemampuan menahan gaya gempa adalah dengan mempelajari kerusakan kerusakan pada bangunan akibat gempa. Berdasarkan informasi dari kerusakan kerusakan tersebut maka dapat menambah pengetahuan dan pengalaman untuk tidak lagi melakukan kesalahan-kesalahan yang sama.

Gempa berkekuatan 5,4 Skala Richter (berdasarkan laporan BMKG) yang terjadi di kota Jayapura pada 09 Pebruari 2023 yang telah menimbulkan kerusakan bangunan dan korban jiwa. Banyaknya korban jiwa yang timbul dan mengalami luka sebagian besar bukan disebabkan oleh gempa itu sendiri, tetapi karena tertimpa bangunan yang roboh dan kejatuhan material. Beberapa saat setelah terjadi gempa bumi, perlu diketahui kondisi bangunan dan kerusakan yang timbul akibat gempa bumi. Menurut Satyarno (2011), salah satu permasalahan dilapangan yang terjadi bagaimana memberikan kepastian bagi para penghuni bangunan dalam menentukan apakah bangunan yang telah terkena gempa tersebut aman untuk digunakan kembali atau tidak, terutama apabila bangunan tersebut adalah bangunan publik dan bangunan untuk aktivitas ekonomi. Untuk itu perlu dilakukan evaluasi bangunan dalam rangka mitigasi bencana pasca gempa terutama jika dikaitkan dengan terjadinya gempa susulan yang biasanya akan menambah tingkat kerusakan atau bahkan meruntuhkan bangunan. Program evaluasi kerusakan bangunan pasca gempa biasanya disebut Building Occupancy Resumption Program (BORP) dan mengingat banyaknya bangunan yang harus dievaluasi pasca gempa maka umumnya menggunakan metode evaluasi visual secara cepat (rapid visual screening) yang mengacu dari beberapa pustaka yang ada dan pengalaman di lapangan (Satyarno, 2011). Evaluasi tingkat kerusakan yang ditentukan pada rapidvisual screening hanya dilakukan untuk memperkirakan tingkat keamanan bangunan pasca gempa bagi penghuni tetapi tidak bisa digunakan sebagai acuan untuk menentukan perbaikan, sehingga untuk menentukan apakah bangunan perlu diperbaiki atau diruntuhkan harus dilakukan evaluasi teknik yang lebih mendalam oleh ahli struktur.

Gedung Rektorat Universitas Yapis Papua untuk di evaluasi pada penelitian ini karena Gedung tersebut berfungsi sebagai Gedung publik yang digunakan untuk kantor dan Perkuliahan. Gedung ini terdiri dari 7 tingkat. Ketika terjadi gempa bumi pada 09 Pebruari 2023, gedung ini

adalah salah satu bangunan gedung yang mengalami kerusakan. Bangunan Gedung Rektorat Universitas Yapis Papua yang berlokasi di lingkungan kampus Universitas Gedung Universitas Yapis Papua merupakan bangunan yang mulai dibangun pada tahun 2016 dan diresmikan pada tahun 2017. Gedung yang sekarang berfungsi sebagai gedung perkantoran dan perkuliahan ini didirikan sebelum adanya standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung, baik SNI 03-1726-2002 maupun SNI 03-1726-2012. Oleh karena itu, sangat perlu untuk bangunan Gedung Rektorat Universitas Yapis Papua ini dilakukan tindakan evaluasi dengan menganalisa performa dan kondisinya terhadap beban gempa sekarang. Pentingnya dilakukan evaluasi bangunan eksisting ini juga didukung oleh semakin meningkatnya frekuensi kegempaan di wilayah papua dan setelah terjadinya gempa besar yang mengguncang wilayah jayapura dan sekitarnya pada di tahun 2023. Sehingga dengan dilakukannya evaluasi bangunan ini dapat diketahui kondisi aktual sekarang. Apabila setelah dianalisis ternyata masih memenuhi persyaratan ketahanan terhadap gempa maka masih aman, namun apabila kurang memenuhi persyaratan maka bisa dilakukan langkah antisipasinya.

Evaluasi bangunan Gedung Rektorat Universitas Yapis Papua meliputi analisa ulang kondisi bangunan dan performa bangunan dalam menahan beban gempa sesuai dengan standar peraturan yang berlaku. Sehingga apabila ditemukan bangunan yang kondisinya kurang baik atau sudah mengalami degradasi kekuatan dari kondisi awalnya, bisa dilakukan langkah antisipasi yaitu dengan memberikan perkuatan pada bangunan tersebut.

## **B. TUJUAN STUDI**

Tujuan Studi ini adalah mengetahui kondisi bangunan dan kerusakan yang timbul akibat gempa apabila ditemukan bangunan yang kondisinya kurang baik atau sudah mengalami degradasi kekuatan dari kondisi awalnya, dapat dilakukan langkah antisipasi yaitu dengan memberikan perkuatan pada bangunan tersebut

## **C. TINJAUAN PUSTAKA**

Gempa bumi adalah suatu peristiwa pelepasan energi gelombang seismic yang terjadi secara tiba-tiba. Pelepasan energi ini dapat diakibatkan karena adanya deformasi lempeng tektonik yang terjadi pada kerak bumi (Hartuti, 2009).

Gempa bumi dapat diklasifikasikan dalam beberapa kategori. Berdasarkan proses terjadinya, gempa bumi diklasifikasikan menjadi lima sebagai berikut (Hartuti, 2009):

1. Gempa tektonik, yaitu gempa yang terjadi akibat tumbukan lempeng-lempeng di lapisan litosfer kulit bumi oleh tenaga tektonik.
2. Gempa vulkanik, yaitu gempa yang terjadi akibat aktivitas gunung berapi sehingga hanya dapat dirasakan di daerah sekitar gunung berapi tersebut.
3. Gempa runtuh, yaitu gempa yang terjadi karena runtuh tanah atau batuan. Gempa ini sering terjadi di kawasan tambang akibat runtuhnya dinding tambang yang mengakibatkan getaran yang bersifat lokal.
4. Gempa jatuhnya, yaitu gempa yang terjadi sebagai akibat dari jatuhnya benda langit seperti meteor. Meteor yang jatuh ini mengakibatkan getaran pada permukaan bumi jika massa meteor cukup besar.
5. Gempa buatan, yaitu gempa yang sengaja dibuat oleh manusia. Gempa ini sebagai akibat dari kegiatan manusia seperti percobaan peledakan nuklir bawah tanah ataupun ledakan dinamit di bawah permukaan bumi yang menimbulkan efek getaran.

Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung SNI-03-2847-2002 mengatur mengenai evaluasi kekuatan struktur yang telah berdiri sebagai berikut :

- Bila timbul suatu keraguan mengenai keamanan dari suatu struktur atau komponen struktur pejabat bangunan yang berwenang boleh meminta suatu penilaian terhadap kekuatan struktur dengan cara analitis ataupun dengan uji beban, atau dengan kombinasi analisis dan uji beban.
- Bila pengaruh defisiensi kekuatan struktur diketahui dengan baik dan bila dimensi struktur serta sifat bahan yang dibutuhkan untuk tujuan analisis dapat diukur nilainya, maka evaluasi

kekuatan struktur secara analitis berdasar data hasil pengukuran tersebut dianggap sudah memadai.

- Bila pengaruh defisiensi kekuatan struktur tidak diketahui dengan baik atau bila dimensi struktur serta sifat bahan yang dibutuhkan untuk tujuan analisis tidak memungkinkan untuk diukur nilainya, maka uji beban harus dilakukan bila struktur tersebut diinginkan untuk tetap berfungsi.
- Bila keraguan terhadap keamanan struktur atau bagian struktur adalah terkait dengan penurunan kinerja struktur sebagai fungsi waktu, dan bila respon struktur selama uji beban ternyata masih memenuhi kriteria penerimaan, maka struktur atau bagian dari struktur tersebut boleh tetap digunakan untuk jangka waktu tertentu. Pemeriksaan secara berkala harus dilakukan jika dianggap perlu oleh konsultan penilai.

### **Evaluasi Kekuatan Struktur Bangunan Existing dengan cara analitis berdasar pada SNI 03-2487- 2002.**

Dalam melakukan evaluasi kekuatan struktur dengan cara analitis dilakukan pengumpulan data. Data-data yang diperlukan adalah data dimensi komponen struktur serta kualitas bahan yang meliputi antara lain : Kuat tekan beton Sebagai data masukkan dalam melakukan analisis struktur, maka perlu diketahui kualitas beton, terutama kuat tekannya. Untuk mengetahui kuat tekan beton dapat dilakukan uji non-destructive test (uji tidak merusak) dengan pengambilan sampel bor inti (core case), Schmidt Hammer Test, UPV (Ultrasonic Pulse Velocity) dan lain-lain. Baja Tulangan Tegangan leleh baja tulangan ditentukan berdasar data mutu baja yang digunakan pada pelaksanaan pembangunan (as build drawing).

### **Evaluasi Kerusakan**

Metode yang digunakan dalam mengevaluasi kerusakan struktur dan non-struktur Gedung Rektorat Universitas Yapis Papua awalnya dilakukan secara visual atau pemeriksaan langsung di lapangan, berdasarkan data eksisting yang datanya diambil dari data sekunder maupun foto-foto setelah gedung akibat terdampak gempa 09 Pebruari 2023. Pada kerusakan struktur selanjutnya dianalisa menggunakan sap 2000. Pada saat pemodelan struktur Peraturan Dan Standar Perencanaan Struktur yang digunakan adalah:

1. SKSNI 03 – 2002 : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung
2. SNI 03 – 1726 – 2002 : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung
3. SNI 1726 - 2012 : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan non Gedung.
4. SKSNI T – 15 – 1991 – 03 : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung 1991
5. SKSNI T – 15 – 1991 – 03 : Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa

### **Metode Perbaikan**

Menurut Christiawan (2011), ada dua jenis perbaikan yang dapat dilakukan dalam pekerjaan Retrofitting yaitu repairing dan strengthening. Istilah repairing diterapkan pada bangunan yang sudah rusak, yang telah mengalami penurunan kekuatan, untuk dikembalikan seperti semula, sedangkan strengthening adalah suatu tindakan modifikasi struktur, mungkin belum terjadi kerusakan, dengan tujuan untuk menaikkan kekuatan atau kemampuan bangunan untuk memikul beban-bebanyang lebih besar akibat perubahan fungsi bangunan dan stabilitas.

Beberapa metode perbaikan yang dapat digunakan yaitu antara lain (Christiawan, 2011):

1. Drypacking yaitu bagian beton yang rusak atau berongga dibersihkan atau dibuang kemudian diisi dengan mortar atau beton yang mempunyai kandungan air yang rendah untuk mengurangi susut.
2. Injeksi (grouting), digunakan untuk perbaikan elemen atau bagian elemen yang retak. Bahan injeksi, misalnya epoxy resin yang bersifat encer dimasukkan pada celah/retak dengan cara dipompa (diberi tekanan).

3. Shotcrete, dilakukan dengan cara menyemprotkan mortar atau beton (biasanya dengan ukuran agregat yang kecil) pada permukaan beton yang diperbaiki dengan suatu alat bertekanan
4. Jacketing, bahan berupa selubung yang dapat melindungi beton terhadap kerusakan. Bahan selubung ini dapat berupa metal baja, karet, beton, komposit. Metoda ini umum digunakan untuk perbaikan perkuatan kolom.
5. Penambahan tulangan (externalreinforcement), digunakan untuk memperkuat elemen struktur balok, pelat atau kolom) yang rusak cukup parah atau membutuhkan perkuatan, agar dapat berfungsi lagi memikul beban atau beban baru yang harus dipikul. Perkuatan pada balok dilakukan apabila balok sudah melendut dan/atau berdasarkan analisis kekuatan sisa tidak mampu lagi memikul beban rencana atau beban baru yang dibebankan akibat perubahan dari fungsi bangunan. Tulangan tambahan tersebut dapat berupa tulangan longitudinal ataupun transversal. Penambahan tulangan pada kolom juga dapat dilakukan bersamaan dengan metoda *jacketing* diatas. Akan tetapi yang perlu diperhatikan pada kolom adalah bahwa tulangan tambahan harus di ankerkan pada fondasi, balok atau pelat.

#### **D. METODE PENELITIAN**

Tinjauan yang dilakukan berupa visualisasi elemen struktur, melakukan tinjauan mutu beton, kondisi tulangan baja, kondisi retak dan melakukan penentuan tingkat kerusakan bangunan gedung sesuai dengan Peraturan Menteri PU No. 24/PRT/M/2008 tentang Pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung dan Peraturan Menteri PU No. 16/PRT/M/2010 tentang Pedoman Teknis Pemeriksaan Berkala Bangunan Gedung.

Metode yang dilakukan pada kegiatan Pemeriksaan kerusakan bangunan Gedung Rektorat Universitas Yapis Papua berupa peninjauan ke lokasi dengan melihat secara langsung terhadap elemen bangunan (pengumpulan data primer). Setelah dilakukan tinjauan awal terhadap bangunan kemudian dilakukan pengumpulan data sekunder berupa tipe konstruksi, bagian bangunan yang rusak dan foto-foto bagian yang rusak.

Pengambilan data primer di lakukan dengan meninjau gedung yang ada. Data kerusakan diambil dengan metode:

1. Foto bagian gedung atau elemen struktur yang mengalami kerusakan
2. Tinjauan terhadap perpindahan, pergeseran, tekukan atau lendutan elemen struktural bangunan seperti kolom, balok, lantai dan lain-lain.
3. Pencatatan elemen bangunan non struktural yang mengalami kerusakan, seperti pintu, jendela, plafon, dinding dan kelengkapan lainnya.
4. Pengujian non-destructive terhadap mutu beton (strength) dengan menggunakan alat "concrete hammer test" type N/NR.

Tinjauan terhadap kondisi bangunan dilakukan juga dengan memerhatikan kondisi retak yang timbul. Hartono, (2007) menyatakan bahwa rendahnya mutu beton yang digunakan pada gedung menjadi salah satu penyebab kerusakan pada struktur bangunan, karena sifat utama dari bahan beton sangat kuat menerima beban tekan, maka untuk mengetahui mutu beton, pada umumnya ditinjau terhadap kuat beton tersebut. Kuat tekan beton akan menurun apabila terjadi kerusakan pada beton, seperti retak (crack). Crack adalah retak pada permukaan beton karena mengalami penyusutan, lendutan akibat beban hidup (live load)/ beban mati (dead load), akibat gempa bumi maupun perbedaan temperatur yang tinggi pada waktu proses pengeringan, crack dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) macam yaitu :

1. Retak kecil dengan lebar retakan kurang dari 0,5 mm.
2. Retak sedang dengan lebar retakan antara 0,5 mm sampai 1,2 mm.
3. Retak besar dengan lebar retakan lebih dari 1,2 mm.

Pengujian mutu beton di lapangan pada bangunan Gedung Rektorat Universitas Yapis Papua dilakukan dengan menggunakan alat Concrete Hammer Test (Schmidt Rebound Hammer type: N/NR Kapasitas 10 - 70 MPa). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi kekuatan beton

secara tidak merusak struktur (Non-Destructive test). Anggraeini (2013), menyatakan bahwa pengujian tidak merusak adalah aktivitas pengujian atau inspeksi terhadap suatu benda/material untuk mengetahui adanya cacat, retak atau discontinuity lain tanpa merusak benda yang kita uji. Pengujian cara non destructive dilakukan tanpa merusak benda uji, pelaksanaannya dapat dilakukan ditempat kerja (insitu), hasilnya berupa data kekuatan beton yang bersifat perkiraan. Bentuk alat Schmidt Rebound Hammer dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 3. Schmidt Rebound Hammer type N/NR

Prosedur pengujian Hammer dilakukan dengan meletakkan Hammer tegak lurus terhadap permukaan beton, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2. Plunger ditekan dengan penambahan beban secara bertahap hingga mencapai tumbukan. Pembacaan skala rebound diambil dari grafik yang terdapat pada alat pengujian Hammer



Prosedur pengolahan data dilakukan dengan pengambilan rata-rata dari 12 titik pembacaan. Pembacaan data dapat diabaikan apabila terdapat angka yang melebihi nilai rata-rata + 6 atau nilai rata-rata - 6. Menghitung nilai rata-rata yang baru dan tentukan hasil dari kuat tekan beton. Jika lebih dari 2 pembacaan dari 12 titik pembacaan berbeda melebihi dari nilai rata-rata + 6 atau kurang dari nilai rata-rata - 6, seluruh data pada titik tersebut dapat dibuang dan 12 pembacaan titik yang baru diambil pada lokasi wilayah pengujian yang baru.

Pengujian mutu beton hanya dilakukan pada beberapa bagian elemen struktural bangunan gedung. Elemen-elemen struktural yang di uji yaitu balok dan kolom. Pengambilan sampel pengujian tersebut dipilih pada bagian elemen struktural yang terlihat secara langsung. Sedangkan bagian yang tertutup elemen non-struktural tidak diuji agar tidak merusak elemen non-struktural tersebut. Pengujian dilakukan pada kolom dan balok setiap lantai sesuai dengan penamaan masing-masing elemen struktur berdasarkan lantai, baris elemen dalam sumbu X dan baris elemen dalam sumbu Y dari denah bangunan yang ada.

Evaluasi dan kajian yang dilakukan pada pemeriksaan ini hanya difokuskan pada keselamatan struktur bangunan gedung. Selain dari hal tersebut di atas, juga dilihat dari segi non struktural pada bangunan tersebut terutama pada bagian dinding bangunan, plafond dan keramik lantai. Dari hasil evaluasi dan analisa data yang dikumpulkan dari lapangan, maka ditentukan tingkat kerusakan bangunan dan direkomendasikan tindak lanjut terhadap bangunan Gedung Rektorat Universitas Yapis Papua.

## E. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan pelaksanaan evaluasi bangunan Gedung Rektorat Universitas Yapis Papua dimulai dengan tinjauan lapangan, untuk mengumpul data-data primer pada sebagian besar bangunan. Dalam pelaksanaan, evaluasi ini hanya dilakukan terbatas pada bagian kolom dan balok yang terlihat langsung (expose). Sedangkan bagian yang tertutup dengan plafond dan bahan penutup lainnya, tidak dilihat agar tidak merusak bagian non-struktural yang sudah ada tersebut

### Model Struktur Bangunan

Obyek Penelitian : Gedung Rektorat Universitas Yapis Papua  
 Jenis Struktur : Struktur Beton  
 Jumlah Lantai : 7  
 Mutu beton ( $f^c$ ) : K- 420  
 Mutu Baja ( $f_y$ ) : 250 Mpa

Berdasarkan data yang didapatkan dan peninjauan lapangan, didapatkan dimensi penampang kolom, balok, dan pelat lantai dapat dilihat pada tabel berikut:

Kolom	Dimensi Penampang		Tingkat
	b (cm)	h (cm)	
K1	60	60	1-4
K2	35	35	5-7
K3	20	20	7

Tabel 1. Dimensi Kolom

Balok	Dimensi Penampang		Tingkat
	b (cm)	h (cm)	
B1	40	60	1-4
B2	40	60	1-4
B3	25	50	5-7
B4	25	50	5-7

Tabel 2. Dimensi Balok

Plat Lantai	Tebal
Lantai 1	12 cm
Lantai 2	12 cm
Lantai 3	12 cm
Lantai 4	12 cm
Lantai 5	12 cm
Lantai 6	12 cm
Lantai 7	12 cm
Lantai Atap	10 cm

Tabel 3. Dimensi Plat



Pada pemodelan dengan Sap 2000 dengan data hasil penelitian dilapangan sebagai berikut :

1. Kekuatan Karakteristik beton berdasarkan hasil uji hammer test adalah K – 420, dimana kekuatan silinder  $f^c = 35$  Mpa
2. Modulus elastis beton  $E_c = 27.805,57$  kg/cm<sup>2</sup>
3. Poisson ratio  $\nu = 0,2$
4. Baja polos dengan tegangan leleh  $f_y = 2400$  kg/cm<sup>2</sup>
5. Modulus elastisitas  $E_c = 2,1 \times 10^6$  kg/cm<sup>2</sup>
6. Pembebanan yang digunakan dalam permodelan adalah beton 2400 kg/m<sup>3</sup>, finising lantai 100 kg/m<sup>2</sup>, plafon berikut rangkanya 35 kg/m<sup>2</sup>, partisi 120 kg/m<sup>2</sup> dan beban hidup kantor atau ruang kelas 200 kg/m<sup>2</sup>

### Pembebanan Pada Struktur

Tabel 4. Beban Mati

No	uraian	luas	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/M'
1	keramik	4		0.24	0.96
2	spasi	0.08	21		1.68
3	pelat	0.48	24		11.52
4	balok	0.24	24		5.76
5	plafon	4		0.18	0.72
6	berat mekanikal	4		0.18	0.72
					21.36

Tabel 5. Beban Hidup

No	uraian	luas	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/M'
1	Beban Hidup	4		2	8
					8

Tabel 6. Beban Hidup Tambahan

No	uraian	luas	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/M'
1	Angin	4		0.25	1
2					1

Tabel 7. Beban Gempa

lantai	Z	w	w . Z	Fix=Fiy
7	28	22	616	3.13058
6	24	30	720	3.65912
5	20	30	600	3.04927
4	16	30	480	2.43941
3	12	30	360	1.82956
2	8	30	240	1.21971
1	4	30	120	0.60985

Dari hasil Analisa Momen Struktur dengan bantuan aplikasi sap 2000 Di dapatkan nilai gaya tekan dan momen maksimal sebagai berikut :

$$Mu = 11,77 \text{ kNm}$$

$$Pu = 1125 \text{ kNm}$$

Hasil Analisa Kekuatan Struktur Sesuai Data Investigasi lapangan

Ukuran Kolom : 60 x 60 cm

Luas tulangan Pokok : 3600 mm<sup>2</sup>

$$\beta d = \frac{1,2 D}{1,2 D + 1,6 L}$$

$$\beta d = \frac{1,2 \times 22}{(1,2 \times 22) + (1,6 \times 8)}$$

$$\beta d = 0,67$$

$$Ec = 4700 \sqrt{35} = 27.805,57 \text{ N/mm}^2$$

$$I_g = 0.5 \times 400 \times 600^2 = 43,2 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

$$Ec \times I_g = 27.805,57 \times (43,2 \times 10^9) = 1,2 \times 10^6 \text{ kNm}^2$$

$$EI_k = \frac{Ec \times I_g}{2,5}$$

$$EI_k = \frac{1,2 \times 10^6}{2,5 \times (1 + 0,67)}$$



$$EI_k = 287712,8 \text{ kNm}^2$$

$$\beta d = 0,67$$

$$Ec = 4700 \sqrt{35} = 27.805,57 \text{ N/mm}^2$$

$$I_g = 0,5 \times 600 \times 600^2 = 64,8 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

$$Ec \times I_g = 27.805,57 \times (64,8 \times 10^9) = 1,8 \times 10^6 \text{ kNm}^2$$

$$EI_k = \frac{Ec \times I_g}{5}$$

$$EI_k = \frac{1,8 \times 10^6}{5}$$

$$EI_k = \frac{1,8 \times 10^6}{1 + 0,67}$$

$$EI_k = 215784,58 \text{ kNm}^2$$

Kolom bawah tumpuan terjepit penuh maka nilai  $\Psi = 0$

Untuk nilai  $\Psi$  untuk kolom bagian atas adalah

$$\Psi = \frac{EI_k}{L_k}$$

$$\Psi = \frac{EI_b}{L_b}$$

$$\Psi = \frac{287712,8}{4}$$

$$\Psi = \frac{215784,58}{4}$$

$$\Psi = 1,33$$

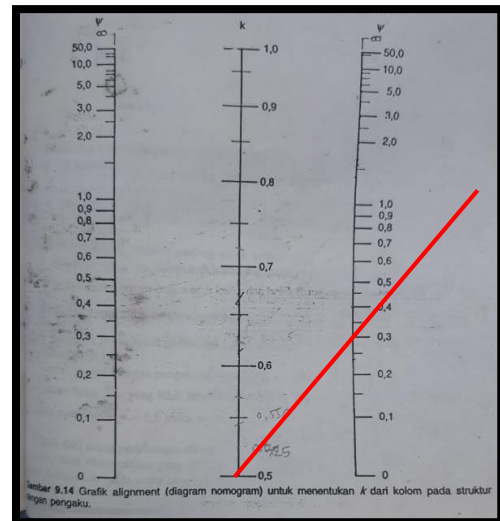
Dari grafik di samping di dapatkan nilai  $k = 0,63$

$$L_k = k \times L$$

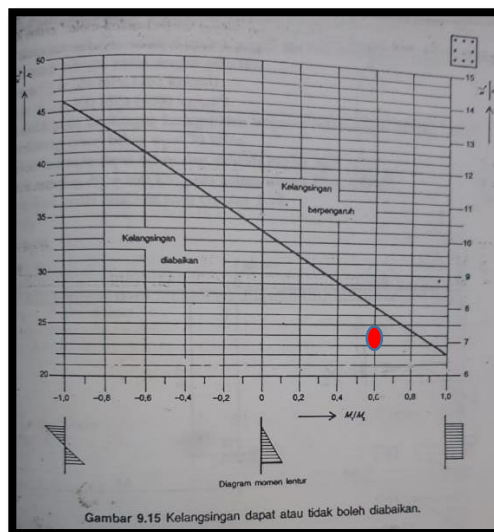
$$L_k = 0,63 \times 4 = 2,52 \text{ m}$$

$$\frac{k \times L}{h} = \frac{2,52}{0,6} = 4,2$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{11,77}{15,99} = 0,736$$



Berdasarkan Grafik di samping dapat di simpulkan bahwa kolom termasuk bukan kolom langsing, sehingga tidak perlu memperhitungkan perbesaran momen



$$Mu = 11.77 \text{ kNm}$$

$$Pu = 1125 \text{ kN}$$

**kontrol apakah pilar hasil perencanaan mampu menerima beban yang bekerja**

$$e_t = \frac{Mu}{Pu} = \frac{11.770}{1,125.00} = 0.0105 \text{ m}$$

$$As = As'$$

$$\frac{c}{d} = \frac{600}{600 + fy}$$

$$c = 592 \times \frac{600}{600 + 400}$$

$$355.20 \text{ cm}$$

$$a = b \cdot C$$

### Hasil Investigasi Struktur Bangunan



Untuk Bagian struktur dan Konstruksi dari hasil tinjauan pada umumnya masih baik. Tinjauan secara langsung yang dilakukan pada bagian elemen struktur bangunan, hanya beberapa bagian elemen struktur pada kolom lantai dasar, balok lantai I dan balok lantai II. Dari hasil investigasi tidak ditemukan kerusakan pada kolom, balok dan plat lantai.

### Hasil Investigasi Non - Struktur Bangunan



Permasalahan yang terjadi pada bangunan Gedung Rektorat Universitas Yapis Papua adalah pada elemen non-struktural. Hasil tinjauan lapangan terhadap elemen non-struktural pada bagian dinding bangunan terbuat dari bata tala. Beberapa bagian dinding penyekat ruangan dan dinding luar ruangan ada yang retak. Retakan terjadi berupa retak pada dinding bata dan lepas ikatan antara dinding bata dengan elemen struktur kolom dan balok di atasnya. Hal ini kemungkinan terjadi akibat tidak ada penghubung geser antara dinding dengan kolom. Kemungkinan lain juga akibat luasnya area dinding tersebut yang tidak dipisahkan oleh kolom praktis atau balok lantai. Hal ini menyebabkan dinding retak saat terjadi gempa bumi. Pada beberapa bagian plafon juga mengalami kerusakan. Ada beberapa bagian list plafon yang lepas dan jatuh. Namun ada beberapa bagian struktural dan non struktural bangunan tersebut tidak dapat dilihat secara langsung karena ditutup dengan elemen non struktural yang berfungsi sebagai bagian arsitektural bangunan.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil tinjauan lapangan dan analisa terhadap kekuatan struktur dan non struktur bangunan gedung Gedung Rektorat Universitas Yapis Papua, sesuai dengan hasil evaluasi di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Kerusakan yang terjadi akibat gempa pada bangunan gedung tersebut tergolong dalam kategori kerusakan ringan.

2. Bangunan tersebut tidak mengalami kerusakan pada bagian struktural namun ada kerusakan pada bagian non struktural yang masih bisa diperbaiki sehingga bias kembali baik seperti semula.

### **Saran**

Untuk perbaikan pada elemen non struktural seperti pada dinding hanya bersifat perbaikan ringan berupa plester ulang dan menggunakan angker pada sambungan dinding dengan kolom atau diberi perkuatan dari luar

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Chopra, Anil K., Dynamics of Structures, University of California, Berkeley. USA.
- Ertugrul Taciroglu dan Payman Khalili Tehrani, 2008, Concrete Older Buildings, Reinforced University California, Los Angeles. of
- Farzad Naeim, The Seismic Design Handbook, Structural Engineering an Reinhold New York.
- Guna Selvaduray dan Jessica Tran, The San Simeon Earthquake of December 2003, A Reconnaissance Report, San Jose State University.
- Koji Yoshimura dan Masayuki Kuroki, 2000, Damage to Building Structure Caused by the 1999 Athens Eartquake in Greece, University of Oita, Japan. 6. Mizuo Inukai dan Namihiko Inoue. 2008. 2008 Wenchuan Eartquake and Building Damage.
- Muntafi, Y. (2012). Evaluasi Kinerja Bangunan Gedung DPU Wilayah Kabupaten Wonogiri dengan Analisis Pushover.
- Dewobroto, W. (2006). Evaluasi Kinerja Bangunan Baja Tahan Gempa dengan SAP2000. Jurnal Teknik Sipil, 3(1), 7-24.
- Simbolon, L. N. S. (2021). Evaluasi Kinerja Bangunan Gedung Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas, 5(2).
- Aisyah, Siti N dan Megantara Yoga. (2011). Pemodelan Struktur Bangunan Gedung Bertingkat Beton Bertulang Rangka Terbuka Simetris di Daerah Rawan Gempa dengan Metoda Analisis Pushover. Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3, Palembang.
- Aguirre, Carlos. (2004). Spectrum Reduction Factor in Steel Building. Universidad tecnica Federico. Santa Maria.
- Akbar, Santoso. (2010). Menentukan Level Kinerja Struktur Beton Bertulang Pasca Gempa. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Univesitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Anonim. (1983). Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung .
- Anonim. (2012). SNI 1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Badan Standarisasi Nasional (BSN). Jakarta