

EVALUASI KELAYAKAN BANGUNAN BERTINGKAT PASCA GEMPA 30 SEPTEMBER 2009 SUMATERA BARAT

(Studi Kasus : Kantor Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Provinsi Sumatera Barat)

Zaidir¹, Maizul Nofitra², Laura Masmia Putri³

ABSTRAK

Gempa bumi Sumatera Barat 2009 merupakan salah satu gempa terbesar yang terjadi di Indonesia. 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 dinas perhubungan, komunikasi dan informatika Sumatera Barat salah satu bangunan yang rusak akibat gempa. Gedung tersebut ditentukan jenis kerusakan secara visual maupun menggunakan program SAP 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 (20,62 Mpa), balok (19,74 Mpa), dimensi, serta denah bangunan yang mana 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 balok dalam memikul beban lentur dan geser 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: gempa, kolom dan balok, lentur, geser, rekomendasi perbaikan.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang dilewati oleh lempeng Eurasia , Indo-Australia, Filipina dan Pasifik. Lempeng tersebut terus bergerak sehingga menjadikan Indonesia menjadi rawan gempa. Provinsi Sumatera Barat berada di antara pertemuan dua lempeng benua besar (lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia) dan patahan (sesar) Semangko. Di dekat pertemuan lempeng terdapat patahan Mentawai. Berdasarkan SNI GEMPA SNI-1726-2002 Sumatera Barat tergolong kedalam wilayah yang memiliki intensitas gempa besar.

Gempa bumi Sumatera Barat 2009 merupakan salah satu gempa terdahsyat yang terjadi di Indonesia. Keadaan bangunan pasca gempa meninggalkan sisa bangunan yang mengalami kerusakan. Bangunan yang masih berdiri pascagempa mesti dilakukan investigasi terhadap kelayakan bangunan. Hasil investigasi tersebut maka dapat disimpulkan bahwa bangunan tersebut masih layak atau tidak untuk digunakan atau tidak.

Analisa yang dilakukan terdiri untuk menentukan kapasitas bangunan terutama struktur kolom dan balok dalam memikul beban yang bekerja pada bangunan serta rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan terhadap bangunan tersebut. Salah satu bangunan yang mengalami kerusakan pasca

¹Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Andalas, zaidir@ft.unand.ac.id

²Staf Teknis Pusat Studi Bencana Universitas Andalas, maizul_nofitra@yahoo.com

³Staf Teknis Pusat Studi Bencana Universitas Andalas, lauramasmia Putri@yahoo.co.id

gempa adalah Bangunan Kantor Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Provinsi Sumatera Barat. Untuk menentukan jenis kerusakan yang terjadi serta penyebab kerusakan bangunan maka diperlukan analisis baik secara visual maupun analisis struktur yang akan dibahas pada makalah ini.

2. EVALUASI BANGUNAN

2.1 Kondisi Eksisting Bangunan

Kondisi bangunan Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Sumatera Barat merupakan bangunan dengan struktur beton bertulang. Bangunan tersebut terdiri atas 3 lantai yang mana lantai 1 dan 2 yang digunakan secara efektif sedangkan lantai 3 merupakan lantai atap dengan dak beton. Struktural bangunan terdiri dari kolom, balok dan pelat lantai. Bangunan ini merupakan gedung yang berfungsi sebagai perkantoran. Gedung ini berada di Jalan Raden Saleh No. 12 Padang **Gambar 1.**

Untuk dimensi bangunan secara umum dapat dilihat pada **Tabel 1.** Dengan melakukan uji test hammer pada struktur bangunan, maka dapat diketahui mutu beton yang digunakan. Berdasarkan pengujian yang dilakukan di lapangan diperoleh hasil kuat tekan rata-rata mutu beton seperti **Tabel 2.** Mutu beton pada plat lantai dianggap sama dengan balok karena dalam pelaksanaan dalam pengecoran dikerjakan secara bersamaan agar beton monolit.

2.2 Evaluasi Kerusakan Bangunan

Akibat gempa 30 september 2009 Kerusakan yang terjadi pada Struktural Bangunan Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Provinsi Sumatera Barat terdapat diberbagai tempat dan berbagai jenis macam kerusakannya. Kerusakan mulai dari tingkat yang rendah sampai kerusakan yang besar.

Tabel 1. Data – Data Struktural Bangunan

Data	Ket. Dimensi
Kolom lantai 1 & 2	30/50 cm
Kolom Kanopi	40/40 cm
Balok Memanjang (B1)	40/50 cm
Balok Melintang (B2)	30/50 cm
Balok kantilever lantai 2 & 3	30/50 cm
Kolom Segi enam lantai 1 & 2	Ø 50 cm
Kolom segi delapan lantai 1 & 2	Ø 50 cm
Pelat Lantai	15 cm

2.2.1 Evaluasi Kerusakan Non-Struktural

Pola dan kriteria kerusakan komponen non-struktural berupa dinding yang ditimbulkan akibat gempa 30 September 2009 bermacam kriterianya. Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2003) kriteria kerusakan dapat dijabarkan kedalam 5 tipe seperti yang terlihat pada **Tabel 3.**

Berdasarkan hasil investigasi lapangan pada Bangunan Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Sumatera Barat didapatkan pola kerusakan yang dapat dilihat pada **Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.**



Gambar 1. Gedung Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Provinsi Sumatera Barat di Jl.Raden No.12 Padang

Berdasarkan dari denah kerusakan non-struktural bangunan menunjukkan lokasi kerusakan dengan kerusakan berat sedang sampai dengan kerusakan berat (Rangking ≥ 3), sedangkan daerah yang tidak ditandai dalam denah menunjukkan kerusakan ringan (Rangking 1 – 2).

Tabel 2. Kuat Mutu Struktur Bangunan

Struktur	Mutu (kg/cm^2)
Kolom	$257.7 \times 80 \% = 206,16$
Balok	$246.8 \times 80\% = 197,44$

Tabel 3. Kriteria Kerusakan Untuk Dinding

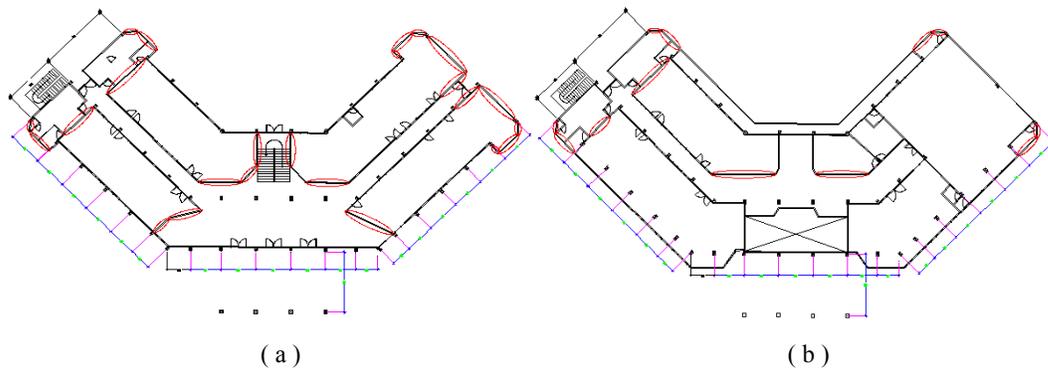
Rangking Kerusakan	Deskripsi Kerusakan Komponen Non - Struktural
I	o Kerusakan Geser dengan Retak Rambut pada Plesteran (Lebar Retak $< 0,2 \text{ mm}$)
II	o Retakan Geser Dapat Terlihat Jelas Pada Pasangan Bata/Batako (Lebar Retakan Kira – Kira $> 0,3 \text{ mm}$)
III	o Retak Lentur Menyebar dan Menerus pada Perimeter Dinding
IV	o Dinding Mengalami Displacement Horizontal (Out Of Plane)
V	o Dinding Jatuh Sebagian atau Total



Gambar 2. Kerusakan Dinding Bangunan



Gambar 3. Kerusakan Non – Struktural Bangunan



Gambar 4. Denah Kerusakan Non – Struktural Bangunan
(a) Lantai 1 , (b) Lantai 2

2.2.2 Evaluasi Kerusakan Struktural Bangunan

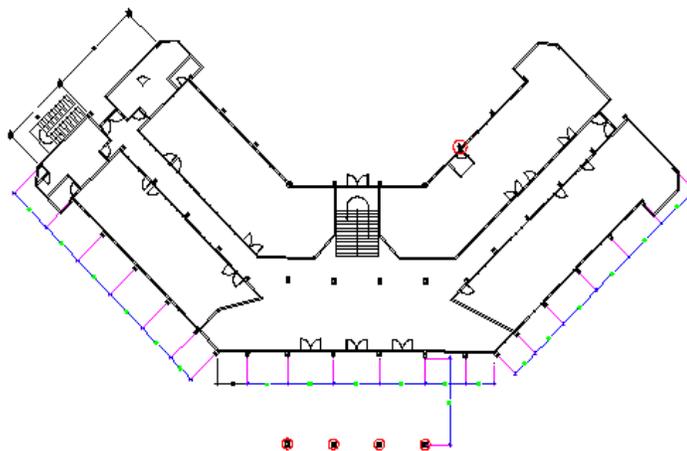
Pola dan kriteria kerusakan komponen struktural yang ditimbulkan akibat gempa 30 September 2009 bermacam kriterianya. Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2003) kriteria kerusakan dapat dijabarkan kedalam 5 tipe seperti pada **Tabel 4**. Berdasarkan hasil investigasi lapangan pada Bangunan Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Sumatera Barat didapatkan pola kerusakan komponen struktural yang dapat dilihat pada **Gambar 5**.

Komponen struktur kolom pada bangunan Dinas Perhubungan, Komunikasi dan informatika Sumatera Barat secara umum mengalami kerusakan ringan. **Gambar 6**. menunjukkan lokasi kerusakan sedang komponen struktural bangunan. Sedangkan lokasi yang tidak ditandai menunjukkan rata – rata kriteria kerusakan bangunan yang tergolong dalam Rangka I dan II (Ringan). Untuk komponen struktur balok mengalami kerusakan ringan, terlihat dari terkelupasnya plesteran balok. **Gambar 7**. menunjukkan bangunan 3 dimensi dengan program SAP 2000.

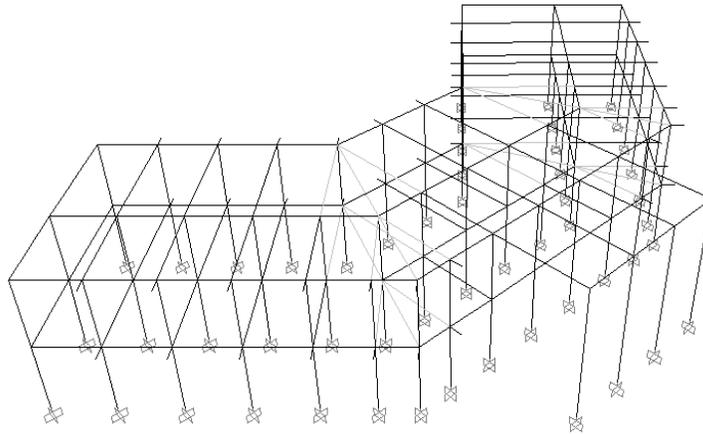
Sedangkan hasil investigasi terhadap komponen bangunan lainnya seperti pondasi dan pelat lantai tidak mengalami kerusakan. Hal ini terlihat dari tidak adanya perubahan yang terjadi akibat gempa 30 September 2009



Gambar 5. Kerusakan Struktural Bangunan



Gambar 6. Denah Kerusakan Struktural Bangunan Lantai 1



Gambar 7. Bangunan 3 Dimensi Dengan Program SAP

Tabel 4. Kriteria Kerusakan Untuk Kolom dan Balok

Rangking Kerusakan	Deskripsi Kerusakan Komponen Struktur
I	o Retak Rambut dapat Terlihat pada Permukaan Beton (Lebar Retak < 0,2 mm)
II	o Retakan Dapat Terlihat Jelas Pada Permukaan Beton (Lebar Retakan Kira – Kira 0,2 – 1,0 mm)
III	o Kehancuran Lokal Pada Selimut Beton o Retakan yang Sangat Jelas (Lebar Retakan Kira-Kira 1 – 2 mm)
IV	o Kehancuran Beton Sangat Nyata dengan Tulangan Beton Terlihat o Selimut Beton Hancur
V	o Tulangan Tertekuk o Inti Penampang Beton Hancur o Deformasi Vertikal Pada Kolom (Dinding) dapat Terlihat o Penurunan dan / atau Kemiringan Lantai Dapat Terlihat

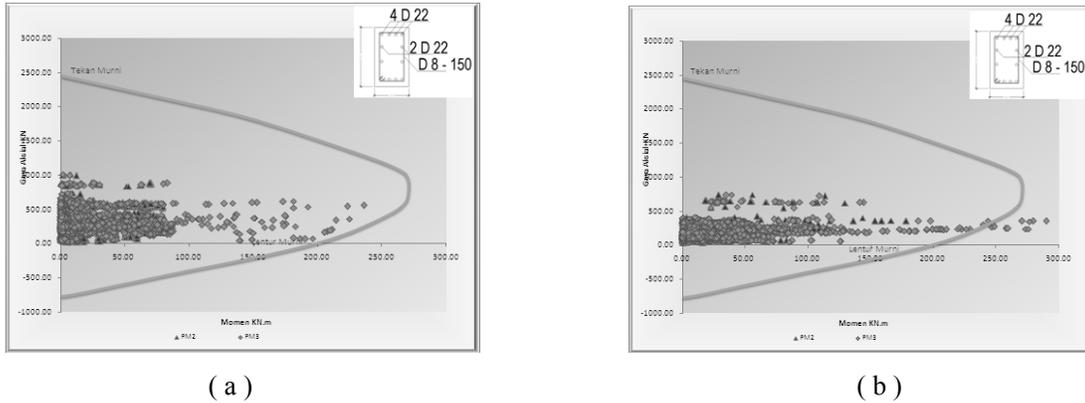
3. ANALISA STRUKTUR BANGUNAN

Untuk mengetahui penyebab kerusakan pada struktur bangunan maka akan dilakukan analisis struktur bangunan menggunakan program yang telah ada, namun kali ini program yang dipakai adalah SAP 2000.

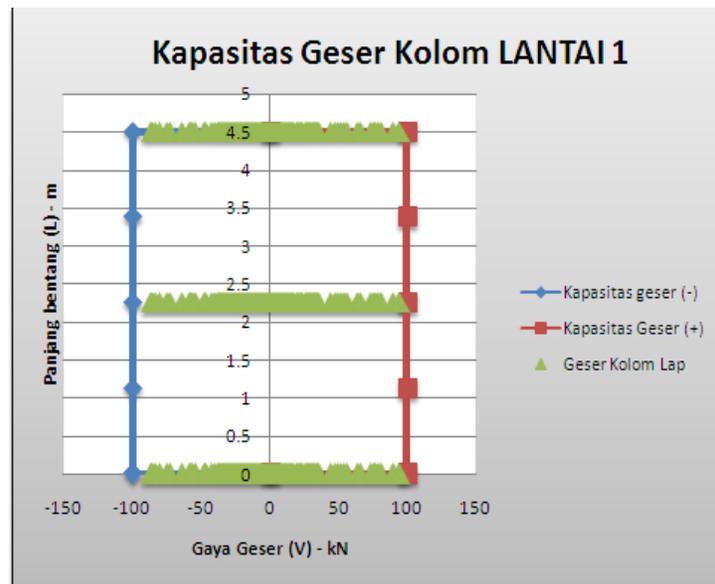
Sedangkan beban gempa yang dihitung disini merupakan beban gempa statik ekuivalen. Gempa yang bekerja terhadap struktur gedung dalam arah masing – masing sumbu utama denah struktur tersebut. Selanjutnya beban geser dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung. Analisis gempa statik ekuivalen merupakan suatu cara analisis statik struktur, dimana pengaruh gempa pada struktur dianggap sebagai beban-beban statik horizontal yang menirukan pengaruh gempa sesungguhnya akibat pergerakan tanah. Dalam menentukan beban gempa kota padang dimasukkan kedalam wilayah gempa dengan zona berbahaya (wilayah zona 5). Selanjutnya dengan menggunakan 10 kombinasi pembebanan dari beban yang ada maka program sudah bisa *dirunning*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa struktur bangunan yang dilakukan sebelumnya akan menghasilkan gaya-gaya dalam yang terjadi pada struktur tersebut. Dengan memanfaatkan gaya-gaya dalam tersebut maka



**Gambar 8. Diagram Interaksi Seluruh kolom
(a) Lantai I, (b) Lantai II**



Gambar 9. Kapasitas Geser Kolom Lantai 1

tahapan selanjutnya yang dapat dilakukan adalah analisis kapasitas struktur bangunan. Komponen struktur yang menjadi titik berat dalam melakukan analisis adalah kapasitas struktur kolom dan balok bangunan. Variabel yang akan dilihat adalah kapasitas lentur serta kapasitas geser baik untuk kolom maupun balok.

Analisa kapasitas lentur kolom akan menghasilkan diagram interaksi kolom yang menunjukkan kapasitas kolom dalam memikul gaya yang bekerja. Sedangkan analisis kapasitas geser akan menghasilkan grafik gaya geser yang terjadi pada penampang kolom bangunan. Untuk balok yang

akan ditinjau adalah kapasitas penampang balok, baik kapasitas penampang balok terhadap lentur maupun geser. Berdasarkan kapasitas penampang balok tersebut akan dilihat kemampuan balok dalam memikul beban yang bekerja terhadapnya.

4.1 Diagram Interaksi Kolom

Setelah dilakukannya analisis struktur bangunan, maka akan diperoleh hasil gaya dalam yang digunakan untuk melihat kemampuan penampang beton bertulang dalam menahan kombinasi gaya aksial dan momen lentur yang digambarkan dalam suatu bentuk kurva interaksi antara kedua gaya tersebut, disebut diagram interaksi P – M kolom.

Diagram interaksi ini dapat dibagi menjadi dua daerah, yaitu daerah yang ditentukan oleh keruntuhan tarik dan daerah yang ditentukan oleh keruntuhan tekan, dengan pembatasnya adalah titik seimbang (*balanced*).

Berdasarkan output gaya - gaya dalam kolom yang diperoleh dari hasil analisis struktur, kemudian di-plot dalam diagram Interaksi Aksial - Momen (P-M). Setiap kombinasi beban P-M kolom yang diperoleh dari hasil analisis struktur diplotkan pada diagram interaksi kolom.

Secara garis besar **Gambar 8** menunjukkan gaya yang bekerja masih terdapat dalam diagram interaksi kolom yaitu terletak pada daerah III atau dimana tarik menentukan. Bila kekuatan tekan P_n lebih kecil dari harga berimbang P_b atau eksentrisitas e lebih besar dari harga berimbang e_b , maka unsur struktur bersifat lebih sebagai suatu balok ketimbang kolom, Keadaan ini dikenal sebagai "tarik menentukan". Regangan di dalam tulangan yang terjauh dari garis netral (di dekat sisi tarik) akan lebih besar dari regangan $\epsilon_y = f_y / E_s$

Dari diagram interaksi kolom pada setiap lantai 1 didapat semua gaya yang bekerja berada dalam kapasitas kolom. Gaya tersebut berada pada kondisi dimana tarik menentukan ($\epsilon > \epsilon_b$) pada daerah III. Hal ini menunjukkan bahwa kolom kuat memikul beban yang bekerja.

Gaya yang bekerja pada kolom lantai 2 berada dalam kapasitas dan beberapa gaya berada diluar kapasitas maksimum kolom. Kolom mengalami keruntuhan tarik karena berada dalam daerah III. Keruntuhan diawali dengan lelehnya baja tulangan tarik. Eksentritas yang terjadi adalah : $e > e_b$ atau $P_n < P_{nb}$

Berdasarkan diagram terlihat ada kolom pada lantai 2 yang tidak mampu memikul beban yang bekerja. Hal ini disebabkan oleh tidak terdapatnya kolom penyangga pada aula lantai 2 sedangkan bentang yang ada cukup besar, hal ini dapat dilihat pada **Gambar 4 (b)**.

4.2 Kapasitas Geser Kolom

Kapasitas geser kolom adalah besarnya gaya geser yang sanggup dipikul atau diterima oleh kolom. Pada bangunan Kantor Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Provinsi Sumatera Barat kerusakan geser tidak terlihat baik pada kolom lantai 1 maupun 2. Namun pengecekan terhadap kapasitas geser kolom tetap dilakukan pada kolom lantai 1 saja.

Gambar 9 menunjukkan kapasitas geser yang ada dan yang terjadi pada seluruh kolom pada lantai 1. Gaya geser yang terjadi pada seluruh kolom lantai 1 masih berada dalam kapasitas geser kolom. Hal ini menunjukkan kolom tidak mengalami kerusakan akibat geser karena gaya yang terjadi lebih kecil daripada kapasitas geser yang tersedia.

4.3 Kapasitas Balok

Pemeriksaan yang dilakukan terhadap kapasitas balok bertujuan untuk mengecek kapasitas penampang balok yang ada. Pengecekan dilakukan dengan mengambil bentang balok terpanjang dalam kondisi melintang maupun memanjang.

4.3.1 Balok Memanjang

Pemeriksaan kapasitas penampang balok memanjang dilakukan dengan pengecekan terhadap kapasitas lentur dan kapasitas geser balok.

Data balok memanjang :

- o Tinggi Balok (h) : 500 mm
- o Lebar Balok (b) : 400 mm
- o Diameter Tulangan (D) : 22 mm
- o Kuat Tekan Beton (f_c') : 19,74 Mpa
- o Tegangan Leleh Baja (F_y) : 250 Mpa

Pemeriksaan Kapasitas Lentur

Nilai Ultimate (M_u) : 27,79917 kN

Berdasarkan dari pemeriksaan kapasitas penampang terhadap kapasitas lentur balok didapatkan bahwa kapasitas lentur balok mampu menerima gaya lentur yang bekerja terhadapnya.

$$\emptyset. M_n \geq M_u$$

Kapasitas Geser Balok

Nilai Ultimate (V_u) : 15,62 kN

Berdasarkan dari pemeriksaan kapasitas penampang terhadap kapasitas geser balok didapatkan bahwa kapasitas geser balok mampu menerima gaya geser yang bekerja terhadapnya.

$$\emptyset. V_n \geq V_u$$

4.3.2 Balok Melintang

Pemeriksaan kapasitas penampang balok memanjang dilakukan dengan pengecekan terhadap kapasitas lentur dan kapasitas geser balok.

Data balok melintang :

- o Tinggi Balok (h) : 500 mm
- o Lebar Balok (b) : 300 mm
- o Diameter Tulangan (D) : 22 mm
- o Kuat Tekan Beton (f_c') : 19,74 Mpa
- o Tegangan Leleh Baja (F_y) : 250 Mpa

Pemeriksaan Kapasitas Lentur

Nilai Ultimate (M_u) : 92,65 KN

Berdasarkan dari pemeriksaan kapasitas penampang terhadap kapasitas lentur balok didapatkan bahwa kapasitas lentur balok mampu menerima gaya lentur yang bekerja terhadapnya.

$$\emptyset. M_n \geq M_u$$

Kapasitas Geser Balok

Nilai *Ultimate* (V_u) : 33,468 kN

Berdasarkan dari pemeriksaan kapasitas penampang terhadap kapasitas geser balok didapatkan bahwa kapasitas geser balok mampu menerima gaya geser yang bekerja terhadapnya.

$$\emptyset. V_n \geq V_u$$

Maka dapat ditarik kesimpulan penyebab kerusakan pada bangunan :

1. Bentuk struktur yang tidak simetris, terdiri dari 3 blok persegi panjang berbentuk U tanpa adanya dilatasi
2. Pada komponen non-struktural disebabkan oleh pelaksanaan yang tidak sesuai dengan standar yang ada. Seperti :
 - a. Kolom praktis yang dipakai kecil atau seadanya
 - b. Tidak adanya angkur untuk pengikat komponen non - struktural
3. Adanya aula lepas yang terdapat pada lantai 2 bangunan
4. Kolom langsing (Kanopi) pada bagian terluar bangunan

5. REKOMENDASI PERBAIKAN (*RETROFITTING*) STRUKTUR BANGUNAN

Berdasarkan hasil investigasi bangunan ini mengalami kerusakan struktural dan non-struktural, sehingga perlu dilakukan perbaikan dan perkuatan agar bangunan bisa digunakan kembali. Berdasarkan hasil pemeriksaan kapasitas penampang kolom pada lantai 2 menunjukkan kolom tidak mampu memikul beban. Untuk mengatasinya dapat dilakukan dengan melakukan perkuatan pada kolom yang lemah yaitu pada aula lantai 2 bangunan. Rekomendasi perkuatan yang diberikan adalah melakukan kombinasi perkuatan (**Gambar 10.**) seperti menambah kolom pada lantai 2 yaitu pada aula bangunan dengan dimensi, mutu beton serta tulangan yang digunakan sama dengan kolom yang sudah ada

Sedangkan pada kolom terluar bangunan yaitu kanopi bangunan dilakukan perkuatan dengan memperbesar dimensi kolom. Selain itu untuk menambah kekakuan bangunan juga ditambahkan dinding geser pada bagian sisi ujung kiri dan kanan bangunan. Selanjutnya dilakukan re – analisis terhadap bangunan dengan kombinasi perkuatan bangunan. Setelah dilakukannya re – analisis terhadap bangunan dengan menggunakan program SAP maka akan dilakukan pengecekan kembali terhadap kapasitas bangunan dalam memikul beban dengan menggunakan gaya – gaya dalam yang ada. Perbandingan dilakukan antara bangunan sebelum diperkuat dengan bangunan setelah dilakukan perkuatan.

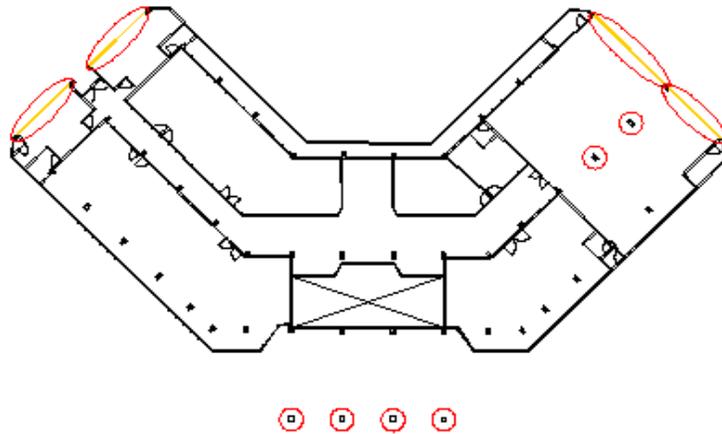
Berdasarkan **Gambar 12**, menunjukkan diagram perpindahan *joint* pada bagian terluar bangunan. Perbandingan yang dilakukan antara nilai perpindahan *joint* terluar bangunan pada kondisi awal bangunan dan setelah bangunan diberi perkuatan. Nilai yang ada menunjukkan bahwa perpindahan lebih besar terjadi pada kondisi awal bangunan dibandingkan dengan setelah diberi perkuatan. Hal ini menunjukkan bahwa terjadinya penurunan jarak perpindahan yang terjadi pada bagian terluar bangunan tersebut. Sehingga perkuatan yang diberikan berhasil menambah kekakuan dan kekuatan bangunan.

Gambar 11. memperlihatkan lokasi perbandingan perpindahan titik dan momen ultimate kolom. Berdasarkan **Gambar 13**, menunjukkan diagram perbandingan momen ultimate yang terjadi pada kolom bangunan sebelum dan sesudah diperkuat. Kolom yang dibandingkan adalah kolom pada lantai 1 bangunan. Berdasarkan grafik menunjukkan penurunan nilai ultimate momen yang ada. Berarti perkuatan yang dilakukan mempengaruhi kekuatan struktur terutama kolom bangunan. Berdasarkan **Gambar 14**, grafik kapasitas kolom di atas menunjukkan bahwa seluruh gaya yang

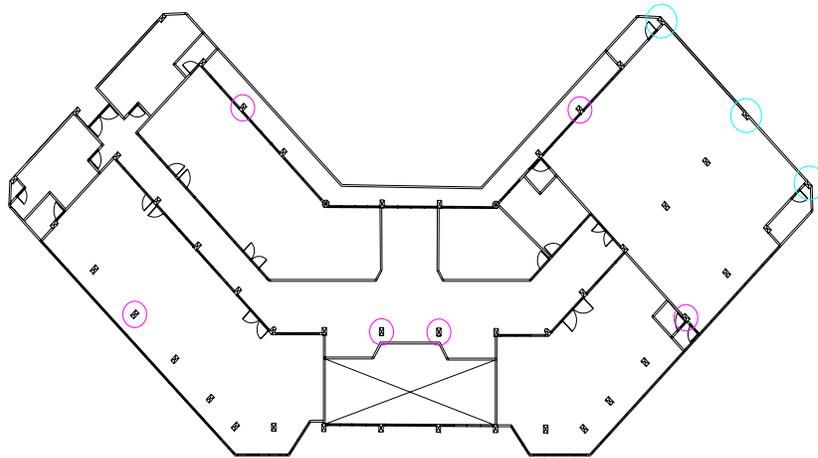
bekerja masih mampu dipikul oleh struktur bangunan yaitu kolom terutama seluruh kolom pada lantai 1. Hal ini dapat terlihat bahwa gaya yang bekerja berada dalam kurva kapasitas. Gaya yang bekerja terhadap bangunan juga lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas yang tersedia. Berarti perkuatan yang dilakukan berhasil menambah kekuatan bangunan.

Berdasarkan grafik kapasitas kolom menunjukkan seluruh gaya yang bekerja mampu dipikul oleh struktur bangunan yaitu seluruh kolom pada lantai 2. Sebelumnya pada lantai 2 terdapat beberapa titik yang berada di luar kapasitas yang ada terutama pada aula bangunan. Hal ini menunjukkan adanya kolom yang lemah memikul gaya aksial dan lentur yang bekerja, namun setelah diperkuat terjadi peningkatan kekuatan. Semua gaya yang bekerja mampu dipikul oleh kolom yang ada.

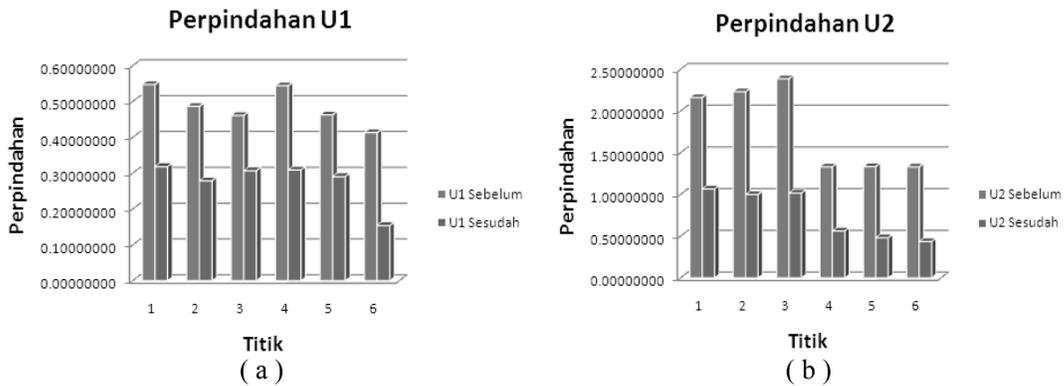
Namun setelah diberikan perbaikan terhadap struktural bangunan maka semua gaya yang bekerja berada dalam kapasitas. Berarti perkuatan yang dilakukan berhasil menambah kekuatan bangunan.



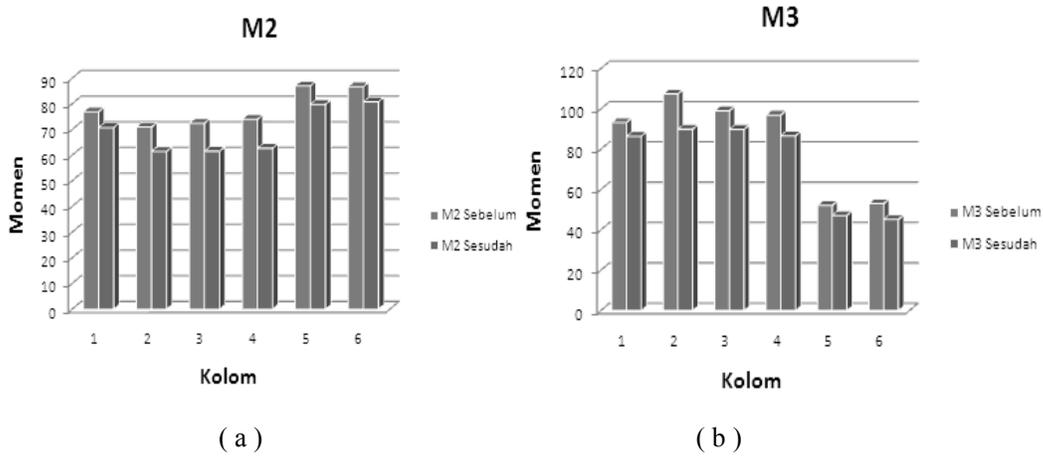
Gambar 10. Kombinasi Perkuatan Bangunan



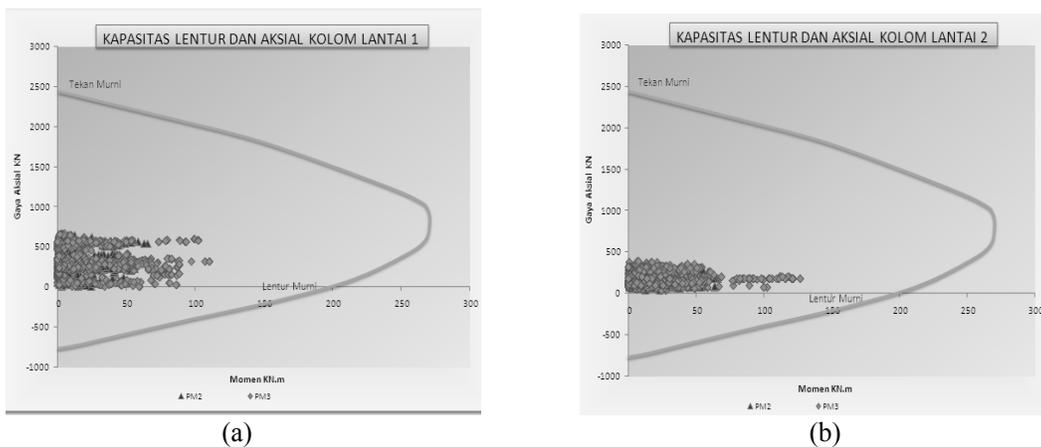
Gambar 11. Lokasi Perbandingan Perpindahan Titik dan Momen Ultimate Kolom



Gambar 12. Diagram Perpindahan Titik Sebelum dan Sesudah Diberi Perkuatan
(a) U1, (b) U2



Gambar 13. Grafik Perbandingan Momen Kolom
(a) M2, (b) M3



Gambar 14. Grafik Kapasitas Lentur dan Aksial Seluruh Kolom Setelah Diperkuat
(a) Lantai 1, (b) Lantai 2

6. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Gedung Dinas perhubungan, komunikasi dan informatika provinsi Sumatera Barat termasuk kedalam kerusakan sedang
2. Hasil dari analisis struktur menunjukkan bahwa komponen struktural kolom dan balok secara umum mampu memikul beban yang bekerja
3. Kerusakan bangunan terutama disebabkan oleh :
 - a. kondisi geometrik bangunan yang tidak simetris
 - b. Pelaksanaan yang tidak sesuai standar
 - c. Aula lepas pada bangunan
 - d. Kolom langsing bagian terluar bangunan
4. Rekomendasi perkuatan yang dilakukan dengan menambah kolom pada aula lantai 2, penambahan dimensi kanopi serta penambahan dinding geser pada sisi ujung bangunan tanpa merubah mutu serta tulangan yang digunakan

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Departemen Pekerjaan Umum, (2004), "*Pemeriksaan Awal Kerusakan Bangunan Beton Bertulang Akibat Gempa*", Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- SNI 03-1726-2002, (2002), "*Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*".

