

ANALISA KERUSAKAN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG "A" SMAN 10 PADANG AKIBAT GEMPA 30 SEPTEMBER 2009

Fauzan¹, Febrin Anas Ismail², Laura Masmia Putri³, Dian Viviayana⁴

ABSTRAK

Gempa tektonik yang terjadi pada tanggal 30 September 2009 yang lalu telah menimbulkan banyak kerusakan pada konstruksi bangunan. Untuk mengurangi dampak kerusakan yang ditimbulkan akibat gempa, perlu dilakukan analisa mengenai kerusakan struktur bangunan yang terjadi. Salah satu bangunan yang dianalisa adalah bangunan Sekolah Menengah Atas Negeri (SMA N) 10 Padang yang mengalami kerusakan struktural dan non-struktural akibat gempa tanggal 30 September 2009.

Hasil analisa yang diperoleh diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dan bahan pertimbangan dalam perbaikan bangunan maupun perencanaan bangunan pada wilayah rawan gempa. Analisa yang digunakan adalah analisa gempa statik ekuivalen dimana beban yang diperhitungkan meliputi beban mati, hidup, dan gempa. Komponen struktur yang dianalisa hanya kolom dari dimensi terpasang yang dianggap dapat mewakili kekuatan struktur bangunan secara keseluruhan. Di mana nilai gaya dalam ditentukan dengan menggunakan bantuan salah satu program komputer.

Dari kondisi *existing* dan hasil analisa yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa perencanaan struktur bangunan SMAN 10 Padang dapat menanggung beban yang bekerja padanya. Kerusakan yang terjadi lebih disebabkan karena rendahnya kualitas pelaksanaan pekerjaan oleh kontraktor dan kurangnya pengawasan selama proses pembangunan berlangsung sehingga realisasi dari struktur bangunan yang ada tidak sesuai dengan perencanaan awal.

Kata Kunci : Gempa, kegagalan struktur, kondisi *existing*, analisa.

1. PENDAHULUAN

Gempa bumi adalah getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi. Gempa bumi biasa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi). Gempa tektonik yang terjadi pada tanggal 30 September 2009 yang lalu tersebut telah menimbulkan banyak bangunan hancur atau roboh dan rusak berat pada konstruksi bangunan, baik perumahan rakyat, fasilitas umum, bangunan milik pemerintah maupun swasta. Karena besarnya dampak yang ditimbulkan akibat gempa, maka diperlukan analisa mengenai penyebab terjadinya kegagalan struktur bangunan bila terjadi gempa atau bila gaya gempa bekerja pada bangunan.

Penelitian ini ditujukan untuk menganalisa penyebab terjadinya kerusakan bangunan akibat gempa bumi yang terjadi pada tanggal 30 September 2009 pada bangunan SMA N 10 Padang. Sehingga dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dan bahan pertimbangan bagi perbaikan ataupun pembangunan ulang bangunan SMA N 10 Padang yang telah rusak akibat gempa yang terjadi pada tanggal 30 September 2009 silam.

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas, e-mail: fauzanrn@yahoo.com

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas, e-mail: febrin@ft.unand.ac.id

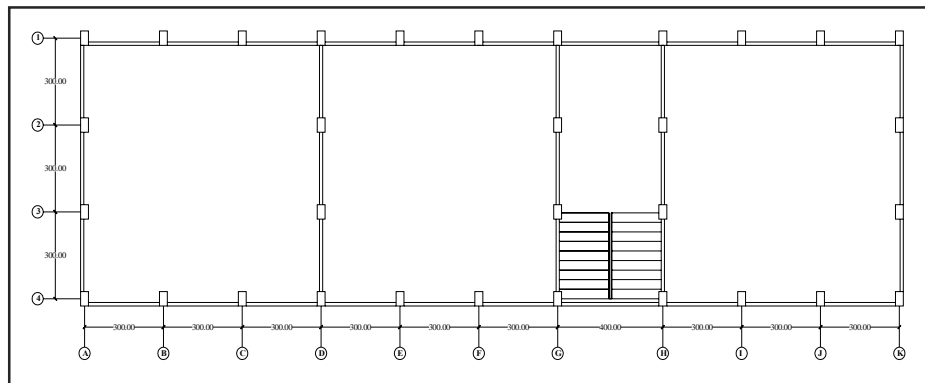
³ Staf Engineer Klinik Konstruksi Pusat Studi Bencana Universitas Andalas, e-mail: tsuki_kirei@yahoo.com

⁴ Staf Engineer Klinik Konstruksi Pusat Studi Bencana Universitas Andalas, e-mail: dee_etoser@yahoo.com

2. EVALUASI KONDISI EKSISTING BANGUNAN

Struktur utama gedung Sekolah Menengah Atas Negeri 10 (SMAN 10) Padang yang terletak di Padang, terdiri atas 3 (tiga) lantai menggunakan tipe struktur rangka yang terdiri atas elemen kolom, balok dan pelat lantai.

Geometrik bangunan gedung Sekolah Menengah Atas Negeri (SMA N) 10 Padang ini berbentuk persegi panjang dengan dimensi gedung $31\text{ m} \times 8.55\text{ m}$, dan pada bagian depan bangunan dilengkapi balok kantilever (denah dan tampak bangunan dapat dilihat pada **Gambar 1**). Bangunan gedung SMAN 10 Padang ini mempunyai 33 kolom per lantainya dengan 22 buah kolom dimensi $30\text{ cm} \times 50\text{ cm}$, 10 buah kolom $20\text{ cm} \times 50\text{ cm}$ dan 2 buah kolom tambahan berukuran $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ pada bagian tangga. Pada setiap kolom dihubungkan oleh balok induk dengan dimensi $30\text{ cm} \times 55\text{ cm}$, baik dalam arah x ataupun dalam arah y, terdiri dari 3 lantai dimana tinggi masing-masing lantai 3 m. Dengan tinggi total adalah 12 meter termasuk atap.



Gambar 1. Gedung dan Denah SMA N 10 Padang

Dari evaluasi *existing* struktur bangunan gedung tersebut dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu bentuk struktur persegi panjang dengan tipe rangka yang digunakan pada gedung SMAN 10 Padang merupakan tipe struktur yang dianjurkan dalam memikul beban gempa. Kualitas beton gedung ini bervariasi yang menunjukkan kurangnya pengawasan dan ketelitian dalam pencampuran beton, namun jika dilihat secara visual cukup baik. Beton yang digunakan tidak keropos dan ikatan agregatnya cukup kuat. Kerusakan yang terjadi umumnya terjadi akibat penulangan yang tidak memenuhi standar perencanaan.

Dari hasil pengamatan visual di lapangan, secara umum kerusakan yang terjadi akibat gempa bumi tanggal 30 September 2009 dapat dikelompokkan dalam 2 kategori yaitu, kerusakan struktural dan kerusakan non struktural.

2.1 Kerusakan Elemen Non-Struktural Bangunan (Dinding, Plafon, Jendela, Dan Pintu)

Dari hasil pengamatan visual dan pengecekan langsung di lapangan, kerusakan non-struktural yang terjadi adalah berupa kerusakan pada sebagian dinding bangunan. Kerusakan ini digolongkan dalam dua kerusakan yaitu kerusakan total yang harus diganti dan kerusakan retak yang dapat diperbaiki. Sementara untuk jendela, kusen, pintu dan plafond tidak mengalami kerusakan yang berarti. Kerusakan yang terjadi dapat dilihat pada **Gambar 2**, **Gambar 3** dan **Gambar 4**.



Gambar 2. Kerusakan Non Struktural pada Dinding



Gambar 3. Kerusakan Non Struktural pada Jendela, Kusen dan Pintu



Gambar 4. Kerusakan Non Struktural pada Plafon

2.2 Kerusakan Elemen Struktural Bangunan (Pondasi, Kolom, Balok Dan Pelat Lantai).

Dari hasil pengamatan secara visual di lapangan, dapat disimpulkan kerusakan struktur yang terjadi pada bangunan. Untuk pondasi bangunan, menunjukkan adanya penurunan yang terjadi, hal ini terlihat pada penurunan lantai di bagian sekitar kolom. Penurunan yang terjadi dapat dilihat pada **Gambar 5**. Namun penurunan yang terjadi adalah penurunan seragam, sehingga penurunan yang terjadi tidak membahayakan struktur bangunan (Ahvlin, Richard G and Smooth, 1988).



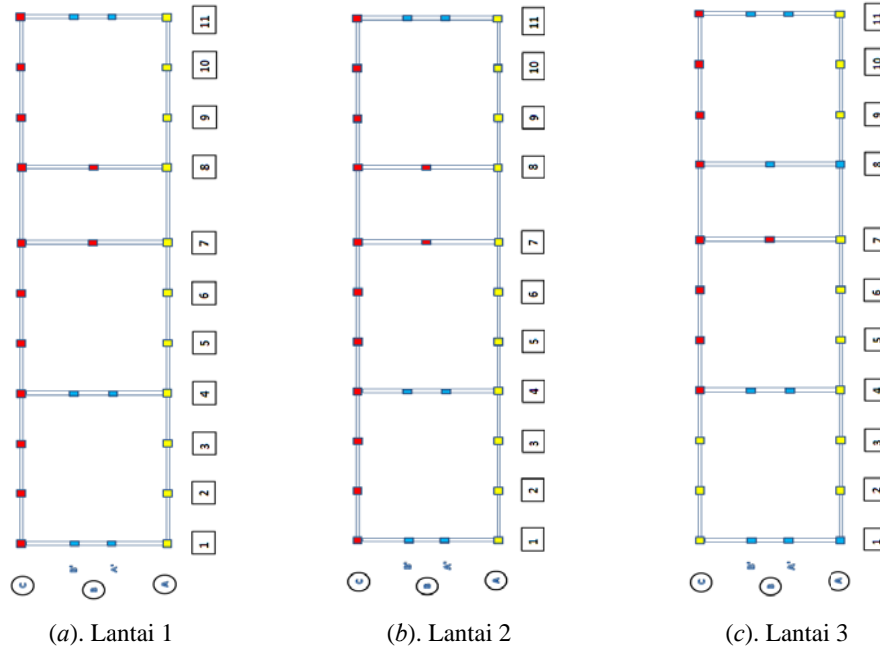
Gambar 5. Penurunan Pondasi

Kolom merupakan elemen jenis batang tekan yang paling umum. Adapun fungsi dari kolom adalah untuk meneruskan beban dari sistem lantai ke pondasi (Wahyudi dan Rahim, 1997). Kerusakan yang terjadi pada kolom merupakan kerusakan sedang. Kerusakan yang terjadi pada kolom berupa hancurnya beton kolom serta pembengkokan beberapa tulangan utama kolom, seperti ditunjukkan pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Kerusakan pada Kolom

Denah kerusakan kolom dapat dilihat pada **Gambar 7**.



Keterangan:

- : Rusak Berat
- : Rusak Sedang
- : Tidak Rusak

Gambar 7. Denah Kerusakan Pada Kolom

Kerusakan yang terjadi pada balok merupakan kerusakan sedang, berupa hancurnya beton balok serta lepasnya ikatan antara kolom dan balok yang menunjukkan buruknya pengerjaan pemasangan tulangan. Kerusakan yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Kerusakan pada Balok

Tidak terjadi kerusakan fatal pada pelat lantai baik pada lantai 2 maupun pada lantai 3. Dari **Gambar 9** dapat dilihat bahwa tidak ada kerusakan berarti pada pelat lantai.

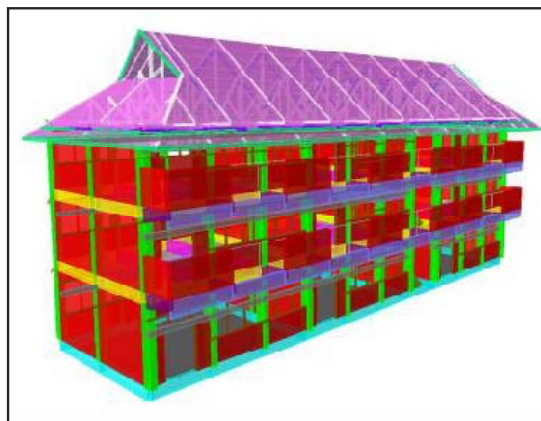


Gambar 9. Kerusakan pada Pelat Lantai

3. ANALISA STRUKTUR BANGUNAN

Untuk mengetahui kerusakan struktur dan penyebab dari kerusakan struktur yang dialami oleh gedung SMA N 10 Padang, dilakukan perhitungan dan analisa struktur bangunan ini. Beban-beban yang diperhitungkan meliputi beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Perhitungan gaya dalam dilakukan dengan menggunakan program analisa struktur ETABS. Untuk mengetahui kekuatan struktur bangunan, dapat dianalisa dengan menggunakan diagram kapasitas penampang.

Perhitungan kekuatan batang-batang yang dibebani secara eksentris sangat kompleks. Perilaku batang ini sangat bervariasi, dimulai dari apabila batang ditekan secara kosentris ($P = P_{n0}$, $M = 0$), pada interval dimana keruntuhan terjadi dengan hancurnya beton, melalui kondisi seimbang serta interval dimana keruntuhan yang terjadi dengan melelehnya tulangan. Kekompleks-an ini dapat dibayangkan dengan lebih mudah apabila hasil-hasil perhitungan digambarkan secara grafis melalui diagram interaksi (Winter dan Nilson, 1993).

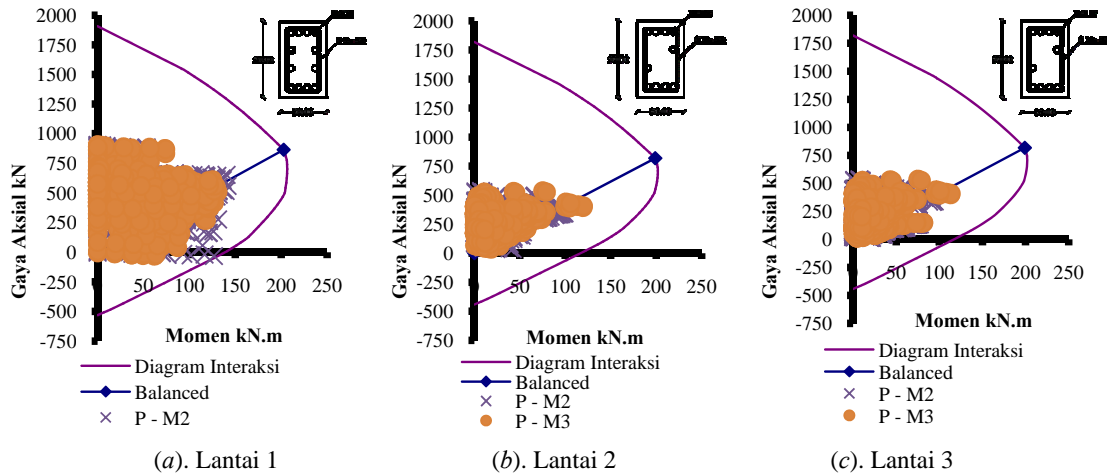


Gambar 10. Permodelan Struktur Bangunan SMAN 10 Padang (Teddy Boen)

3.1 Analisa Kapasitas Penampang Kolom

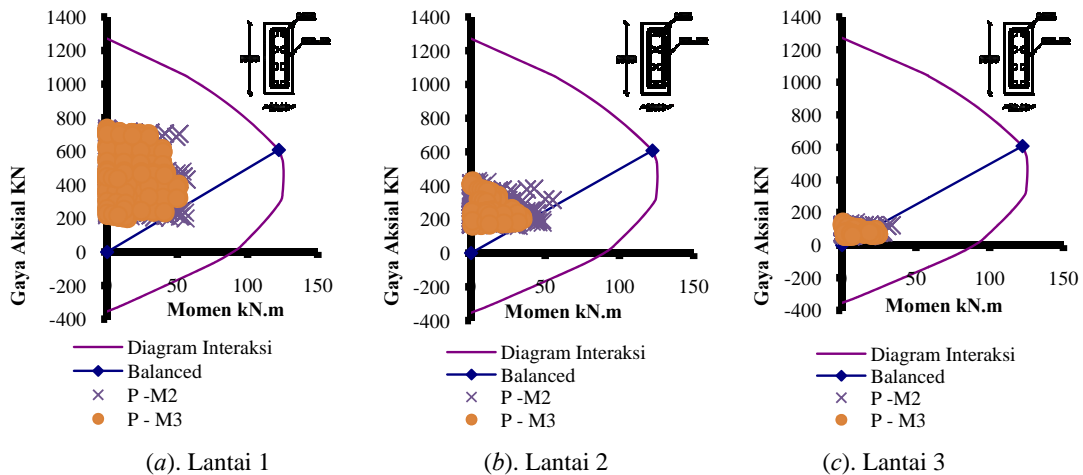
Hasil analisa struktur kolom bangunan Sekolah Menengah Atas Negeri (SMA N) 10 Padang, dapat dilihat pada **Gambar 10**, **Gambar 11** dan **Gambar 12**.

1). Kolom 50 cm × 30 cm



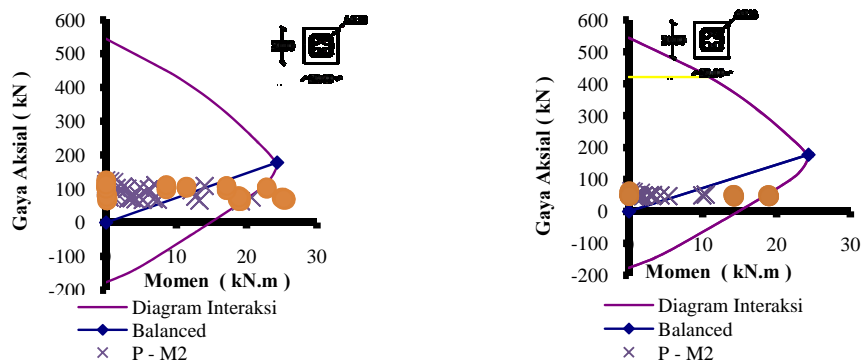
Gambar 11. Diagram Interaksi Kolom 50 cm × 30 cm pada Lt. 1, Lt. 2 dan Lt. 3

2). Kolom 50 cm × 20 cm



Gambar 12. Diagram Interaksi Kolom 50 cm × 20 cm pada Lt. 1, Lt. 2 dan Lt. 3

3). Kolom Tangga 20 cm × 20 cm



Gambar 13. Diagram Interaksi Kolom 20 cm × 20 cm pada Lt. 1 dan Lt. 2

Dari hasil diagram interaksi P-M2 dan P-M3 kolom yang dilakukan pada bangunan SMA N 10 Padang, dapat disimpulkan bahwa perencanaan bangunan cukup baik karena mampu menanggung beban dari semua kombinasi beban yang diberikan. Khusus untuk bagian kolom tangga bebannya sedikit melebihi kapasitas kolom tersebut, sehingga perlu dilakukan perkuatan.

Kerusakan struktur bangunan SMA N 10 Padang akibat gempa yang terjadi disebabkan oleh kesalahan dalam pelaksanaan pekerjaan pembangunan tidak mengikuti peraturan yang ada seperti terlihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Perbandingan SK-SNI 03-2847-2003 dengan Kondisi Real

No.	SK-SNI 03-2847-2003	Kondisi Real	Ket.
1.	Tulangan: Baja tulangan yang digunakan harus tulangan ulir (Pasal 5.5.1)	Tulangan utama polos	Not OK
2.	Mutu Beton: Nilai f'_c yang digunakan pada bangunan yang direncanakan tidak boleh kurang daripada 17.5 MPa (Pasal 7.1.1)	$f'_c = 16.6$ MPa	Not OK
3.	Bengkokan Tulangan: Bengkokan tulangan minimum sebesar $6d_b$ (Tabel 6)	$\pm 50\%$ tidak mengikuti aturan	Not OK
4.	Sambungan: Daerah sambungan harus dilindungi dengan sengkang pengikat yang baik (Pasal 9.9.1)	Daerah sambungan kolom-balok banyak yang tidak diberi sengkang	Not OK

3.2 Analisa Kuat Geser Kolom

Berdasarkan SNI 03-2847-2002 Pengecekan penampang geser harus didasarkan pada:

$$V_r \geq V_u$$

dimana nilai V_r adalah besarnya gaya geser rencana yang dihitung berdasarkan dimensi, jumlah tulangan, dan jarak tulangan terpasang Nilai V_r diperoleh dari persamaan berikut.:

$$V_r = \phi V_n$$

Nilai V_n diperoleh melalui persamaan:

$$V_n = V_c + V_s$$

V_c adalah kuat geser yang disumbangkan beton dan V_s merupakan kuat geser yang disumbangkan tulangan geser.

Untuk komponen yang hanya dibebani oleh geser dan lentur, besarnya kuat geser yang disumbangkan oleh beton diperoleh menurut persamaan :

$$V_c = \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{6} \right) b_w d$$

Untuk komponen yang mengalami tekan aksial, besarnya kuat geser yang disumbangkan oleh beton diperoleh menurut persamaan :

$$V_c = \left(1 + \frac{N_u}{14A_g} \right) \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{6} \right) b_w d$$

Dan kuat geser yang disumbangkan oleh tulangan geser yang tegak lurus terhadap sumbu aksial komponen struktur diperoleh menurut persamaan :

$$V_s = \frac{f_y A_v d}{S}$$

Dari hasil perhitungan gaya geser, diketahui bahwa semua kolom utama mampu menanggung gaya geser yang bekerja, kecuali untuk kolom bagian tangga. **Tabel 2** menunjukkan hasil perhitungan gaya geser yang bekerja pada kolom serta kemampuan kolom untuk menanggung gaya geser.

Tabel 2. Tabel 1. Pengecekan Gaya Geser Setiap Kolom pada SMA N 10 Padang

No.	Jenis Kolom	Lantai	Daerah	Vr (N)	Vu (N)	Ket
1.	Kolom 50 cm × 30 cm	1	Tumpuan	69752.387	35582.73	OK
			Lapangan	69764.209	35582.73	OK
		2	Tumpuan	69526.806	19659.92	OK
			Lapangan	69538.628	19659.92	OK
		3	Tumpuan	69604.353	14134.44	OK
			Lapangan	69616.175	14134.44	OK
2.	Kolom 50 cm × 20 cm	1	Tumpuan	69500.616	36838.65	OK
			Lapangan	69512.439	36838.65	OK
		2	Tumpuan	69401.494	19839.95	OK
			Lapangan	69413.316	19839.95	OK
		3	Tumpuan	69602.694	13944.48	OK
			Lapangan	69614.512	13944.48	OK
3.	Kolom 20 cm × 20 cm	1	Tumpuan	46691.500	14044.70	Not OK
			Lapangan	46699.300	14044.70	Not OK
		2	Tumpuan	46481.700	17313.40	Not OK
			Lapangan	46489.500	17313.40	Not OK

Dari hasil analisa struktur yang dilakukan, terlihat bahwa hampir semua struktur terpasang, yang dianggap sebagai struktur rencana, dapat menanggung baik beban lentur maupun beban geser yang bekerja. Namun jika ditinjau secara visual, masih terlihat terjadinya kerusakan pada kolom (Gambar 6) yang seharusnya mampu menahan beban geser dan beban lentur. Sehingga terlihat bahwa kerusakan struktur yang terjadi lebih disebabkan oleh tidak sesuainya pengerjaan di lapangan dengan perencanaan, terutama pada bagian pekerjaan detail sambungan tulangan dan jarak pemasangan tulangan sengkang yang tidak sesuai dengan perencanaan.

4. KESIMPULAN

4.1 Hasil *Assesment*

Dari hasil pengamatan yang dilakukan di lapangan secara langsung, dapat disimpulkan kondisi bangunan sebagai berikut:

1). **Komponen Non Struktur**

Kerusakan non-struktural yang terjadi adalah berupa kerusakan pada sebagian dinding bangunan, baik pada sisi dalam dan sisi luar bangunan. Kerusakan ini digolongkan dalam dua kerusakan, yaitu kerusakan total yang harus diganti dan kerusakan retak yang dapat diperbaiki dengan cara melakukan plesteran ulang pada bagian yang rusak. Untuk kusen, jendela dan plafond tidak mengalami kerusakan yang berarti.

2). **Komponen Struktur**

a). **Pondasi**

Adanya penurunan yang terjadi pada pondasi bangunan, hal ini terlihat pada penurunan lantai di sekitar kolom. Penurunan yang terjadi adalah penurunan seragam.

- b). Kolom pada lantai 1, 2, dan 3
Kerusakan yang terjadi pada kolom merupakan kerusakan sedang, berupa hancurnya beton kolom serta pembengkokan beberapa tulangan utama kolom.
- c). Balok
Kerusakan yang terjadi pada balok merupakan kerusakan sedang, berupa hancurnya beton balok serta lepasnya ikatan antara kolom dan balok yang menunjukkan buruknya pengerjaan pemasangan tulangan.
- d). Joint Kolom-Balok
Umumnya kerusakan pada bangunan terjadi pada bagian joint kolom dan balok, berupa retaknya kolom dan balok.

4.2 Hasil Perhitungan Analisa Struktur

Dari hasil perbandingan hasil evaluasi kondisi *existing* bangunan dan analisa struktur, dapat dilihat bahwa struktur yang direncanakan cukup mampu menahan beban yang bekerja padanya. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa kegagalan struktur yang terjadi diakibatkan oleh kesalahan pada pelaksanaan konstruksi. Beberapa kesalahan yang terjadi adalah :

1. Pengerjaan di lapangan tidak mengikuti perencanaan dan aturan yang ada. Hal ini terlihat dari terdapat beberapa kolom yang memiliki kuat tekan hasil *Hammer Test* yang sangat jauh dari nilai rata-rata. Pada bagian yang pengerjaannya tidak baik menghasilkan mutu beton yang yang tidak baik pula sehingga menyebabkan terjadinya kegagalan struktur.
2. Tulangan geser/ sengkang/ beugel yang dipasang pada kenyataannya tidak mengikuti perencanaan dan aturan yang ada. bahkan untuk beberapa bagian, jarak sengkang yang satu dengan yang lain sangat jauh. Sehingga pada bagian tersebut tidak mampu menahan beban geser yang bekerja padanya.
3. Kesalahan pada poin satu dan poin dua menunjukkan tidak adanya pengawasan yang baik selama proses konstruksi berlangsung.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Ahlin, Richard G., dan Smooth, Vernon Allen, (1988), "*Construction Guide for Soils and Foundations*", John Wiley & Sons, Inc., United States of America.
- SNI 03-2847-2002, Tata Cara perhitungan Beton untuk Struktur Gedung
- Wahyudi, L., dan Rahim, Syahril A., "*Struktur Beton Bertulang*". PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winter, George, dan Nilon, Arthur H., (1993), "*Perencanaan Struktur Beton Bertulang*", PT. Pertja, Jakarta.