

## TINJAUAN KEANDALAN BANGUNAN GEDUNG ADMINISTRASI REKTORAT UNIVERSITAS TEUKU UMAR MEULABOH

Samsunan\*<sup>1</sup>

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar;  
Kampus UTU, Alue Penyareng, Meulaboh – Aceh Barat, Indonesia  
e-mail: samsunan@utu.ac.id

### Abstract

*Teuku Umar University in Aceh Barat district of Aceh Province, with potency of earthquake prone according to earthquake zonation map of Minister of Public Works in 2010. The earthquake susceptibility affects the reliability of the building. One of them is the building of Rectorate Administration Building of Teuku Umar University. The building only have component of sloof structure, column, beam and floor plate, has long been neglected and suffered damage to its structure, so it needs to do a reliability investigation in the safety aspect of the building. The reliability investigation is done by field research and then the collecting of primary and secondary data. Concrete strength analysis do by using Concrete Hammer Test tool. Evaluation results show that there is minor damage to some sloof. Conditions of columns have calcification and exfoliation of concrete cover, so that the reinforcement conditions are corroded. While the elements of the beam and floor plate experienced a flexible crack at some point of the beam with a span length of 8 m and on the floor plate. The bending of the beam occurs due to underreinforced or under-dimensional beams that are less able to the load. The result of concrete strength test shows that the average compressive strength of column, beam and floor plate are 174,61 kg/cm<sup>2</sup>; 205,43 kg/cm<sup>2</sup> and 285,17 kg/cm<sup>2</sup> with compressive strength of each characteristic 106,85 kg/cm<sup>2</sup>; 139,69 kg/cm<sup>2</sup> and 215,11 kg/cm<sup>2</sup>. The results of the review and assessment of the field analysis, the building belongs to the category of severe damage, but still feasible to use with some moderate repairs and weight repairs. Structural elements of the beams and columns need to be several repaired and some parts of the sloof and floor plate are moderately repaired.*

**Key word**– reliability of building, administrations building, Teuku Umar University

### 1. PENDAHULUAN

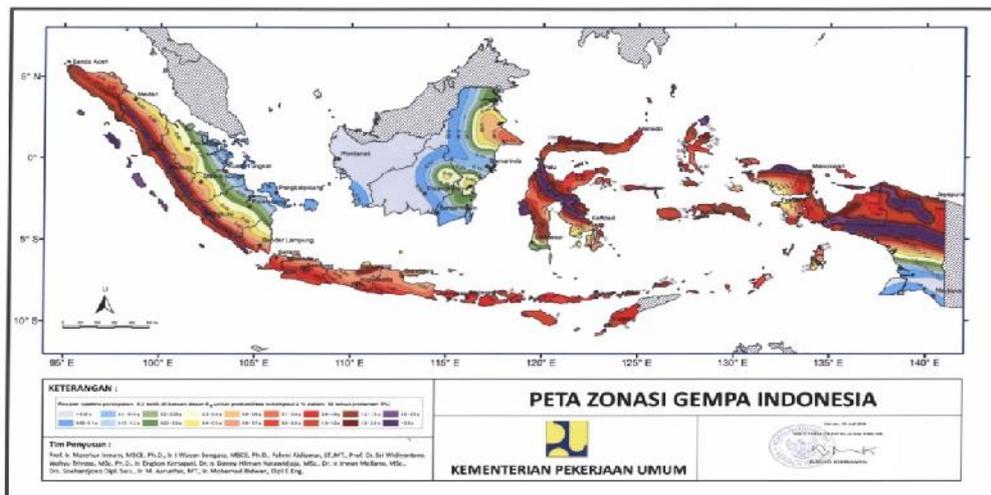
Universitas Teuku Umar adalah perguruan tinggi yang terletak di Kabupaten Aceh Barat Provinsi Aceh. Provinsi Aceh merupakan salah satu wilayah di Indoensia yang menurut peta zonasi sangat rawan gempa berdasarkan penetapan yang dilakukan Menteri Pekerjaan Umum tahun 2010. Kerentanan gempa tersebut berpengaruh terhadap keandalan bangunan. Salah satunya adalah bangunan Gedung Administrasi Rektorat Universitas Teuku Umar.

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 (Undang-undang Nomor 28 Tahun 2002). Salah satu persyaratan teknis tata bangunan dalam membangun gedung adalah syarat keandalan bangunan. Syarat keandalan bangunan terdiri atas 4 (empat) syarat, yaitu: keselamatan, kesehatan, kenyamanan dan kemudahan. Dari syarat tersebut, keselamatan merupakan syarat paling utama dalam menentukan keandalan bangunan gedung. Persyaratan keselamatan bangunan gedung dimaksud meliputi persyaratan kemampuan bangunan gedung untuk mendukung beban muatan, serta kemampuan bangunan gedung dalam mencegah dan menanggulangi bahaya kebakaran dan bahaya petir.

Struktur bangunan gedung dalam rangka pemenuhan syarat keandalan bangunan harus memenuhi persyaratan keselamatan, kelayanan, keawetan dan ketahanan terhadap berbagai

bencana. Besarnya beban muatan yang bekerja pada gedung dihitung berdasarkan fungsi bangunan gedung pada kondisi pembebanan maksimum dan variasi pembebanan agar bila terjadi keruntuhan pengguna bangunan gedung masih dapat menyelamatkan diri. Struktur bangunan gedung direncanakan mampu, kuat, kokoh dan stabil memikul semua beban dan/atau pengaruh luar yang mungkin bekerja selama kurun waktu umur layan struktur, termasuk kombinasi pembebanan yang kritis. Struktur bangunan gedung beserta elemen-elemen strukturnya direncanakan mempunyai kekenyalan (daktilitas) yang memadai untuk menjamin tercapainya pola keruntuhan yang diharapkan.

Persyaratan kemampuan struktur bangunan gedung yang stabil dan kukuh dalam mendukung beban muatan merupakan kemampuan struktur bangunan gedung yang stabil dan kukuh sampai dengan kondisi pembebanan maksimum dalam mendukung beban muatan hidup dan beban muatan mati, serta untuk daerah/zona tertentu kemampuan untuk mendukung beban muatan yang timbul akibat perilaku alam, salah satunya adalah faktor gempa. Gempa bumi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi beban pada bangunan yang sering terjadi di Aceh. Peta zonasi gempa dikeluarkan Menteri Pekerjaan Umum tahun 2010 menunjukkan bahwa wilayah Aceh sangat rawan gempa (Gambar 1). Kondisi ini menunjukkan bahwa wilayah aceh merupakan daerah yang sangat potensial terjadi gempa dengan intensitas sedang dan besar.



Gambar 1. Peta Zonasi Gempa Indonesia dengan Respon Spektra Percepatan 0,2 detik (probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun, redaman 5%)

Oleh karena itu suatu gedung harus memiliki ketahanan dan kekuatan untuk menjamin keselamatan bagi orang yang beraktifitas di dalamnya. Seperti halnya gedung pusat administrasi rektorat yang berada di belakang dan merupakan satu kesatuan dengan gedung rektor, kondisi eksisting sangat memprihatinkan dan tidak dapat menjamin keselamatan bagi orang untuk beraktifitas. Bangunan dibangun sekitar tahun 2005 hanya berupa rangka struktur lantai 1 saja dan sudah terbelah dengan kondisi beton mulai terkelupas dan baja sudah terjadi korosi. Kondisi bangunan sebagaimana terlihat pada gambar 2 di bawah ini. Kondisi ini dikhawatirkan tidak tercapainya keandalan bangunan dalam aspek keselamatan khususnya kemampuan struktur kolom dan balok dalam memikul beban baik berupa berat sendiri, maupun beban luar.



Gambar 2. Tampak Bangunan Gedung Bank Aceh Cabang Pidie

Tampak pada gambar di atas bahwa bangunan sudah lama terbangun dengan kondisi struktur belum ada dinding dan tidak ada perawatan beton.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bangunan eksisting gedung administrasi rektorat UTU dengan batasan yang ditinjau berupa struktur rangka beton bertulang. Tinjauan keandalan bangunan hanya dilakukan terhadap aspek keselamatan struktur, terdiri dari elemen sloof, kolom, balok dan plat lantai. Penelitian dilakukan dengan metode survey lapangan untuk memperoleh data primer berupa visualisasi elemen struktur, tinjauan mutu beton, kondisi tulangan baja dan kondisi retak. Sedangkan data sekunder dikumpulkan dengan mendokumentasikan data dari instansi baik pihak rektorat UTU maupun dari pihak yayasan pemilik UTU sebelum dinegerikan.

### 2.1 Landasan Teori

Tinjauan terhadap persyaratan keandalan bangunan dilakukan berdasarkan Peraturan Menteri PU No. 29/PRT/M/2007 tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung. Persyaratan keandalan bangunan hanya ditinjau dari aspek keselamatan struktur bangunan dalam memikul beban. Hasil tinjauan tersebut dilakukan 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.

Persyaratan keandalan bangunan gedung menurut Peraturan Menteri PU No. 29/PRT/M/2007 tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung, terdiri atas keselamatan, kesehatan, kenyamanan dan kemudahan. Tinjauan hanya dibatasi pada persyaratan keselamatan, yang meliputi persyaratan kemampuan bangunan gedung terhadap beban muatan, bahaya kebakaran, dan bahaya petir dan bahaya kelistrikan. Persyaratan ini juga mengharuskan perencanaan struktur bangunan yang kuat, kokoh, dan stabil dalam memikul beban/kombinasi beban dan memenuhi persyaratan keselamatan (*safety*), kelayakan (*serviceability*) selama umur layanan yang direncanakan dengan mempertimbangkan fungsi bangunan gedung. Kemampuan bangunan gedung dalam memikul beban diperhitungkan terhadap pengaruh-pengaruh aksi sebagai akibat dari beban-beban yang mungkin bekerja selama umur layanan struktur, baik beban muatan tetap maupun beban muatan sementara yang timbul akibat gempa, angin, pengaruh korosi, jamur, dan serangga perusak [1].

Penentuan tingkat keandalan struktur bangunan, dilakukan pemeriksaan keandalan bangunan secara berkala sesuai dengan Peraturan Menteri PU No. 16/PRT/M/2010 tentang Pedoman Teknis Pemeriksaan Berkala Bangunan Gedung. Pemeriksaan dapat dilakukan dengan cara pengamatan visual yang dilakukan terhadap bagian dari bangunan gedung atau bangunan gedung secara keseluruhan [2]. Pemeriksaan mutu bahan dilakukan untuk memeriksa mutu dan kekuatan bahan

struktur dengan menggunakan peralatan yang sesuai, terutama setelah terjadinya bencana kebakaran, gempa bumi atau fenomena alam lainnya. Dalam penelitian ini menggunakan alat berupa Concrete Hammer Test.

Peraturan Menteri PU No. 24/PRT/M/2008 tentang Pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung, kriteria tingkat kerusakan bangunan dapat digolongkan atas tiga tingkat kerusakan, yaitu [3]:

- a. Kerusakan ringan
  1. Kerusakan ringan terutama pada komponen non-struktural, seperti penutup atap, langit-langit, penutup lantai, dan dinding pengisi.
  2. Perawatan untuk tingkat kerusakan ringan, biayanya maksimum adalah sebesar 35% dari harga satuan tertinggi pembangunan bangunan gedung baru yang berlaku, untuk tipe/kelas dan lokasi yang sama.
- b. Kerusakan sedang
  1. Kerusakan sedang adalah kerusakan pada sebagian komponen non-struktural, dan atau komponen struktural seperti struktur atap, lantai, dan lain-lain.
  2. Perawatan untuk tingkat kerusakan sedang, biayanya maksimum adalah sebesar 45% dari harga satuan tertinggi pembangunan bangunan gedung baru yang berlaku, untuk tipe/kelas dan lokasi yang sama.
- c. Kerusakan berat
  1. Kerusakan berat adalah kerusakan pada sebagian besar komponen bangunan, baik struktural maupun non-struktural yang apabila setelah diperbaiki masih dapat berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya.
  2. Biayanya maksimum adalah sebesar 65% dari harga satuan tertinggi pembangunan bangunan gedung baru yang berlaku, untuk tipe/kelas dan lokasi yang sama.

Menurut Lubis (2003), menyatakan bahwa penurunan kinerja struktur eksisting yang diakibatkan oleh [4]:

- a. Adanya pelapukan material pada struktur karena usianya yang sudah tua, atau karena serangan zat-zat kimiawi tertentu yang merusak (seperti jenis-jenis senyawa asam).
- b. Adanya kerusakan pada struktur atau bagian-bagian struktur karena bencana kebakaran atau gempa atau karena struktur mengalami pembebanan tambahan akibat adanya ledakan disekitar struktur ataupun beban lainnya yang tidak direncanakan.
- c. Rencana pembebanan tambahan pada struktur karena adanya perubahan fungsi/penggunaan struktur atau karena penambahan tingkat (pengembangan struktur).

## 2.2 Tahapan Review

Metode yang dilakukan pada kegiatan pemeriksaan kerusakan bangunan Gedung administrasi rektorat universitas teuku umar tersebut 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. Bentuk denah *existing* bangunan gedung seperti terlihat pada gambar 3 di bawah ini.



dengan menggunakan energi yang besarnya tertentu. Jarak pantulan yang timbul dari massa tersebut pada saat terjadi tumbukan dengan permukaan beton benda uji dapat memberikan indikasi kekerasan juga setelah dikalibrasi, pengujian ini adalah jenis "Hammer". Alat ini sangat berguna untuk mengetahui keseragaman material beton pada struktur. Karena kesederhanaannya, pengujian dengan menggunakan alat ini sangat cepat, sehingga dapat mencakup area pengujian yang luas dalam waktu yang singkat. Secara umum alat ini bisa digunakan untuk memeriksa keseragaman kualitas beton pada struktur dan untuk mendapatkan perkiraan kuat tekan beton [4]. Bentuk alat Schmidt Rebound Hammer dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Schmidt Rebound Hammer type N/NR

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

Grafik-grafik atau tabel konversi disediakan pada alat uji untuk mengidentifikasi sebuah dimensi kuat tekan dengan pembacaan yang diperoleh dari skala pengujian Hammer. Jenis peralatan yang lainnya biasanya dilengkapi dengan grafik atau tabel yang telah disediakan dari pabriknya. Pengambilan data pembacaan dilakukan berdasarkan ASTM C 805. Pada pengujian ini dilakukan 12 (dua belas) kali pembacaan dari masing-masing daerah pengujian dengan semua pembacaan terpisah paling kurang 2,5 cm atau 1 in. Pengabaian beberapa pembacaan dilakukan apabila meninggalkan bekas yang dalam pada permukaan beton setelah tumbukan Hammer. Hal ini dilakukan juga apabila terdapat permukaan yang pecah atau hancur atau benda uji lainnya yang memiliki permukaan yang tidak sempurna.

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 sloof, balok dan kolom. Pengambilan sampel pengujian tersebut dipilih pada bagian elemen struktur yang terlihat secara langsung.

Evaluasi dan kajian yang dilakukan pada pemeriksanaan ini hanya difokuskan pada keselamatan struktur bangunan gedung. Hasil evaluasi dan analisa data yang dikumpulkan dari lapangan, diolah data untuk menentukan tingkat kerusakan bangunan dan direkomendasikan tindak lanjut terhadap bangunan gedung Administrasi Rektorat Universitas Teuku Umar.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil tinjauan lapangan dapat dijelaskan bahwa kondisi gedung secara struktural sudah rusak, dimana elemen struktural baik berupa sloof, kolom, balok dan plat lantai. Kerusakan yang terjadi karena bangunan yang hanya merupakan elemen struktur saja, sudah lama ternekalai dan terbiarkan begitu saja. Tidak terlihat adanya kerusakan berat pada elemen struktural konstruksi gedung tersebut. Hasil penelitian dan pembahasan disampaikan sesuai dengan elemen struktur yang ada pada bangunan tersebut.

Bangunan direncanakan 2 lantai dengan konstruksi beton bertulang. Sampai saat penelitian dilakukan, bangunan baru siap struktur lantai 1 yang terdiri podasi, sloof, kolom, balok dan plat lantai. Data riwayat bangunan yang diperoleh dari bagian umum Universitas Teuku Umar, menyebutkan bahwa bangunan tersebut dibangun pada tahun 2005, dan belum bisa dimanfaatkan sehingga struktur bangunan yang sudah dibangun menjadi terbengkalai

#### 3.1 Elemen struktur sloof

Hasil tinjauan terhadap elemen struktur sloof, ada 2 (dua) sloof yang salah dalam perencanaan. Sebagaimana terlihat pada gambar 3 di atas, 2 sloof melintang pada bagian tengah bangunan disambungkan pada tengah bentang sloof memanjang. Akibat penyambungan sloof yang tidak dilakukan pada sambungan (joint) kolom, maka sloof yang menerima sambungan (sloof) sisi memanjang mengalami deformasi dan terjadi retak seperti terlihat pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Kondisi sambungan pada sloof melintang dengan sloof memanjang

Hal ini terjadi karena adanya penurunan yang terjadi pada sloof melintang sehingga dapat memberikan beban tarik atau lentur ke samping pada sloof dalam arah memanjang. Sloof dengan ukuran 25 x 40 cm sepanjang 8 m tanpa ada pondasi setemat atau menerus untuk menahan berat sendiri sloof. Diperkirakan perencanaan sloof dengan penulangan kurang (*underreinforcement*) sehingga tidak mampu menahan berat sendiri sloof. Kondisi sloof yang terjadi lendutan mencapai 5 cm pada tengah-tengah bentang, seperti terlihat pada gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Retak lentur pada balok

Solusi penanganan untuk mengembalikan keandalan struktur pada elemen sloof tersebut dilakukan dengan membongkar sloof melintang pada daerah tengah bentang sloof memanjang dan menggantinya dengan sloof baru pada posisi setiap sambungan (joint) sloof dan kolom. Sloof baru yang direncanakan juga direncanakan dengan

### 3.2 Pemeriksaan elemen kolom

Kolom bangunan tersebut sudah mengalami pengapuran dan terkelupas selimut betondan sudah nampak besi tulangan. Kondisi ini menyebabkan besi tulangan menjadi berkarat/korosi, bahkan sengkangnya sudah putus pada sebagian kolom. Kondisi ini terjadi karena tidak ada perawatan pada beton, sehingga beton yang terus menerus terkena hujan menjadikan permukaan beton berlumut dan menyebabkan ikatan partikel beton menjadi lepas dan mutu beton menjadi rendah. Kondisi tersebut dapat dilihat pada gambar 7 di bawah ini



Gambar 7. Kondisi kolom mengalami pengapuran

### 3.3 Pemeriksaan elemen balok

Balok pada bangunan gedung ini terdiri dari balok induk berukuran 25 x 50 cm dengan panjang bentang 8 m dan balok anak dimensi 25 x 40 cm dengan panjang bentang 4 m. Pada balok induk terlihat adanya retak lentur dengan ukuran retak beragam, dimana pada balok anak

mengalami retak kecil kurang dari 0,5 mm (retak rambut). Sedangkan pada balok induk, semua mengalami retak besar dengan ukuran lebih dari 1,2 mm dengan lokasi retak terjadi di beberapa tempat pada balok. Kondisi balok induk juga mengalami deformasi berupa lendutan antara 3,5 cm sampai 9,5 cm. Lendutan tersebut dibandingkan dengan panjang bentang 8 m, diprediksikan sudah mengalami perubahan tegangan pada tulangan tarik. Retak lentur tersebut diperkirakan akibat dimensi balok atau jumlah luas tulangan yang tidak sesuai dengan momen yang timbul. Kondisi retak tersebut dapat dilihat pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Kondisi retak pada balok

Pengujian mutu beton pada beberapa elemen struktur bangunan dengan menggunakan alat uji “concrete hammer test” type N/NR. Hasil uji mutu beton merupakan data pengujian yang diambil secara acak pada bangunan gedung, mengingat jika dilakukan pengujian pada keseluruhan bangunan gedung, akan merusak sebagian besar elemen non struktural/arsitektural bangunan. Hasil ini bukan merupakan acuan utama untuk menentukan mutu beton secara keseluruhan bangunan. Untuk kebutuhan hasil keseluruhan bangunan gedung, perlu dilakukan pengujian terhadap seluruh elemen bangunan pada setiap lantai bangunan gedung tersebut dan dianalisa oleh para tenaga ahli yang profesional di bidang pemeriksaan kerusakan bangunan gedung. Adapun rekapitulasi hasil pengujian mutu beton dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Uji Mutu Beton Bangunan Gedung Bank Aceh Cabang Sigli

No.	Jenis Elemen	Kuat Beton (kg/cm <sup>2</sup> )	Tekan Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan karakteristik (kg/cm <sup>2</sup> )	Standar Deviasi	Nilai Maksimum	Nilai Minimum
1	Kolom	174,61	106,85	41,32	248,73	112,11	
2	Balok Lantai	205,43	139,69	40,08	294,58	157,09	
3	Plat Lantai	285,17	215,11	42,71	319,00	217,58	
	Rata-rata		153,89	41,37	287,44	162,26	

Dari tabel tersebut terlihat bahwa mutu beton karakteristik rata-rata sekitar 153,89 kg/cm<sup>2</sup>, dengan tingkat deviasi rata-rata 41,37. Hasil uji mutu beton ini hanya merupakan acuan dasar pada bagian luar beton dan tidak bisa dijadikan sebagai pedoman mutlak untuk penentuan mutu beton pada struktur bangunan.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil tinjauan lapangan dan analisa terhadap pemeriksaan kerusakan bangunan gedung administrasi rektorat Universitas Teuku Umar, sesuai dengan hasil analisa di atas dapat direkomendasikan bahwa:

1. Bangunan mengalami rusak sedang pada sloof dan rusak berat pada kolom dan balok.
2. Analisa keandalan bangunan ditinjau dari aspek keselamatan pada struktur kolom dan balok sudah dapat dikategori tidak andal, namun masih bisa dilakukan perbaikan.
3. Perbaikan pada elemen struktural kolom dapat dilakukan dengan memperbaiki beton yang rusak dan menggantikan tulangan yang korosi.
4. Balok induk dapat dilakukan perbaikan dengan meningkatkan tegangan lentur atau menambah kolom pada tengah bentang sehingga jarak bentang menjadi lebih kecil, namun kedua metode tersebut harus dilakukan analisis struktur.

#### 5. SARAN

Demi keamanan konstruksi dan kenyamanan penggunaan bangunan, disarankan pada bagian belakang sisi kiri bangunan tidak ada beban berlebih dan kekakuan bangunan yang berbeda. Sebaiknya ruang brankas dipindahkan saja ke lokasi lain yang lebih aman dari segi konstruksi dan keamanan penyimpanan keuangan bank. Demi kesempurnaan data di lapangan, disarankan untuk melakukan uji pembebanan pada balok yang mengalami retak dan deformasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, 2007, *Peraturan Menteri PU No. 29/PRT/M/2007 tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [2] Anonim, 2010, *Peraturan Menteri PU No. 16/PRT/M/2010 tentang Pedoman Teknis Pemeriksaan Berkala Bangunan Gedung*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [3] Anonim, 2008, *Peraturan Menteri PU No. 24/PRT/M/2008 tentang Pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [4] Lubis, M., 2003, *Pengujian Struktur Beton dengan Metode Hammer Test dan Metode Uji Pembebanan (Load Test)*, USU Digitized, USU Digital Laboratory.
- [5] Hartono, H., 2007, *Analisa Kerusakan Struktur Bangunan Gedung Bappeda Wonogiri (The Analysis Of Structure Feature At Bappeda Wonogiri Building)*. Jurnal Dinamika Teknik Sipil, Volume 7, No. 1, hal 63-71
- [6] Anggraeni, H.S., Eddy, E.S., Sonny, W., 2013, *Perbandingan Kekuatan Beton Berdasarkan Hasil Ultrasonic Pulse Velocity Test dengan Uji Tekan*, Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7), Universitas Sebelas Maret (UNS), Surakarta, 24-26 Oktober 2013