

PERKUATAN KOLOM YANG MIRING AKIBAT GEMPA BUMI

F.X. Nurwadji Wibowo¹, Yoyong Arfiadi², Fransisca Dwi Handayani³

¹ Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, nurwadji@mail.uajy.ac.id

² Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, yoyong@mail.uajy.ac.id

³ Alumnus Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, sieen_fdh@yahoo.com

ABSTRAK

Gempa bumi yang melanda Yogyakarta pada 27 Mei 2006 mengakibatkan kerusakan dan keruntuhan pada bangunan gedung dan rumah tinggal di DIY dan Jawa Tengah. Kerusakan yang terjadi dapat dikategorikan sebagai kerusakan struktural dan non struktural. Yang dikategorikan sebagai kerusakan struktural adalah kegagalan kolom, balok, serta pelat lantai. Salah satu gedung yang digunakan untuk auditorium di salah satu universitas di Yogyakarta mengalami kerusakan berupa miringnya sederetan kolom dan retaknya balok dan pelat pada lantai 3. Kolom mengalami defleksi kurang lebih 10 cm pada bagian ujung atasnya. Pada makalah ini akan dibahas penyebab kerusakan serta upaya perbaikan dan perkuatan yang digunakan. Analisis struktur menggunakan perangkat lunak ETABS *non linear* versi 8.45. Gedung mempunyai 1 lantai basement dan 3 lantai di atasnya dari beton bertulang serta rangka atap *monoframe* dari baja profil IWF. Analisis dibuat secara tiga dimensi untuk memprediksi perilaku struktur secara keseluruhan dan untuk menganalisis kolom yang mengalami kerusakan. Selanjutnya, berdasarkan hasil analisis dilakukan perbaikan dan perkuatan pada kolom-kolom tersebut dan bagian struktur lainnya. Perbaikan dan perkuatan kolom dilakukan dengan membungkus dengan plat baja serta menambah batang tarik pada struktur kuda-kudanya.

Kata kunci : kolom miring, perbaikan kolom, perkuatan kolom

1. PENDAHULUAN

Gempa bumi merupakan fenomena alam yang tidak pernah dapat diprediksi kapan terjadinya. Seperti gempa dengan magnitudo 5,9 pada skala Richter (6.3 Mw) yang melanda Yogyakarta 27 Mei 2006, telah menyebabkan banyak korban jiwa serta kerusakan pada bangunan gedung dan rumah tinggal. Kerusakan yang terjadi pada bangunan-bangunan sebenarnya tidak dapat ditentukan berdasarkan besarnya skala Richter suatu gempa yang terjadi. Tingkat kerusakan lebih ditentukan oleh jarak pusat gempa ke lokasi bangunan dan kondisi tanah setempat. Faktor lain yang mempengaruhi kerusakan bangunan adalah perencanaan dan detil bangunan yang baik serta rambatan gelombang gempa pada batuan dan tanah dasar akan menyebabkan percepatan yang sampai pada bangunan yang berbeda juga sehingga efeknya juga berbeda [1].

Banyak gedung bertingkat yang mengalami kerusakan cukup parah atau bahkan gagal pada lantai dasarnya (*soft story effect*) akibat gempa. Kerusakan tersebut terutama terjadi karena kegagalan struktur pendukung bangunan tersebut, yaitu kolom-kolomnya rusak (patah) karena kesalahan dalam perencanaan ataupun pelaksanaannya. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui fondasi jadi keruntuhan pada satu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan *collapse* (runtuhnya) lantai yang bersangkutan, dan juga runtuh batas total (*ultimate total collapse*) seluruh strukturnya [2].

Gedung-gedung di Universitas Atma Jaya Yogyakarta mengalami kerusakan struktural dan non struktural akibat gempa. Kerusakan struktur terjadi di Auditorium Gedung Santo Thomas Aquinas, di mana beberapa kolom yang menghadap timur mengalami retak dan miring. Gambar 1 memperlihatkan sederetan kolom pada lantai 3 Gedung Santo Thomas Aquinas yang mengalami kemiringan.



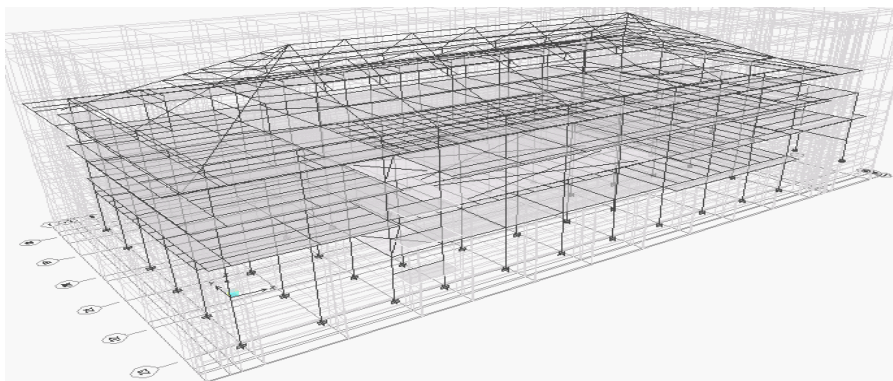
Gambar 1. Kolom Miring

Ada beberapa alternatif perbaikan dan perkuatan kolom yang dapat dilakukan, yaitu memperbesar dimensi kolom dengan beton bertulang, menambah batang tarik dan memperbesar dimensi kolom, meluruskan kolom lalu diperkuat, mengganti kolom miring dengan kolom dari baja profil IWF, serta menambah batang tarik dan membungkus kolom miring dengan pelat baja.

Pada makalah ini, akan ditinjau penyebab kerusakan kolom serta alternatif perbaikan kolom, yaitu membungkus kolom miring dengan pelat baja serta menambah batang tarik pada struktur kuda-kudanya.

2. PEMODELAN STRUKTUR

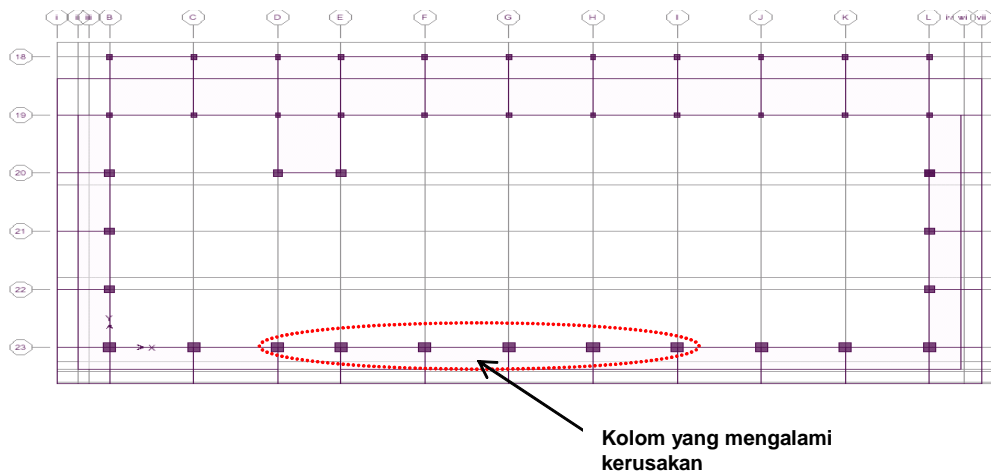
Untuk pemodelan dan analisis struktur Gedung Santo Thomas Aquinas menggunakan software ETABS *non linear* versi 8.45. Dari analisis ETABS dapat diperoleh perpindahan, gaya, dan momen yang terjadi akibat kombinasi pembebanan. Struktur dianalisis secara tiga dimensi dengan mengikutsertakan elemen struktur yang ada. Gambar 2 menunjukkan model struktur yang mengikutsertakan struktur atap dalam analisis strukturnya.



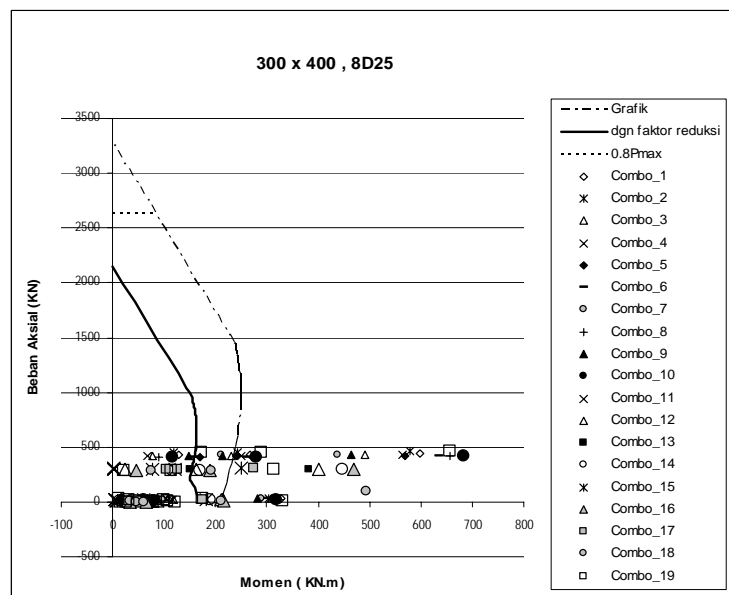
Gambar 2. Model struktur dalam analisis

3. TINJAUAN KAPASITAS KOLOM

Analisis untuk pemodelan yang lengkap dengan struktur kuda-kuda dan gordingnya lebih mendekati keadaan sebenarnya dari Gedung Santo Thomas Aquinas. Denah struktur lantai 3 yang kolomnya mengalami kerusakan pada grid 23-D sampai dengan grid 23-I dapat dilihat pada gambar 3. Dari hasil momen dan gaya aksial selanjutnya diperiksa apakah struktur kolom masih aman terhadap pembebanan yang terjadi untuk kombinasi dengan beban gempa. Gambar 4 menunjukkan bahwa titik-titik hasil plot beban aksial dan momen pada diagram interaksi untuk kolom dengan kondisi yang paling ekstrim yaitu pada grid 23E.



Gambar 3. Denah struktur lantai 3

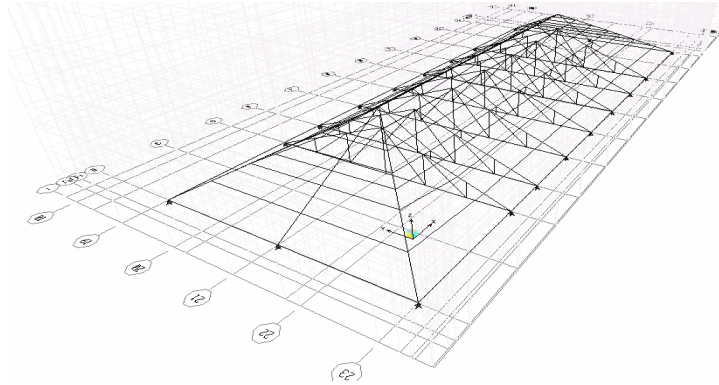


Gambar 4. Titik-titik hasil plot beban aksial dan momen konversi pada diagram interaksi kolom untuk kolom grid 23E

Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa kolom tidak mampu mendukung beban yang bekerja karena dari diagram interaksi, kombinasi gaya yang bekerja (M_oX dan M_oY) terletak di luar diagram interaksi. Kurva interaksi yang sebelah dalam menunjukkan kapasitas penampang kolom 300 mm x 400 mm, sedangkan koordinat titik menunjukkan gaya-gaya yang terjadi akibat kombinasi pembebanan.

4. PERKUATAN KOLOM DENGAN PELAT BAJA DAN PENAMBAHAN BATANG TARIK PADA STRUKTUR ATAP

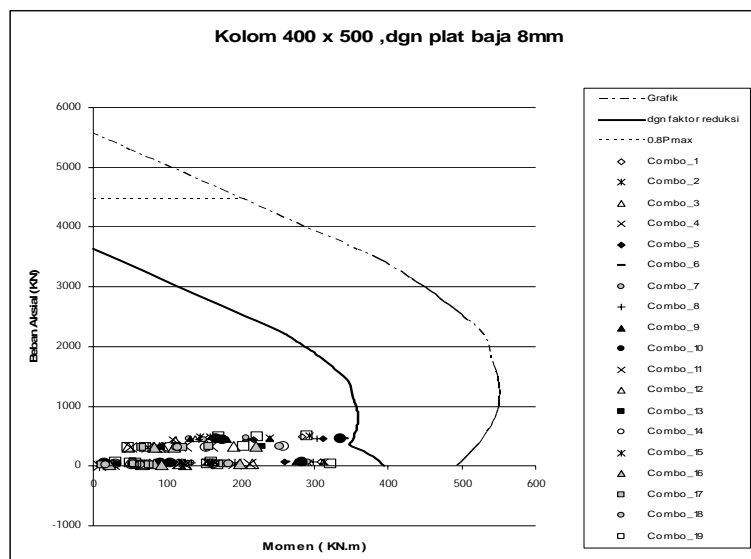
Alternatif yang dipilih pada perbaikan struktur kolom gedung Santo Thomas Aquinas adalah dengan membungkus kolom dengan pelat baja dan menambah batang tarik pada struktur kuda-kudanya. Pembungkusan kolom dengan pelat baja bermanfaat untuk mengembalikan dan meningkatkan kekuatan komponen struktur beton bertulang yang telah mengalami kemunduran kinerjanya. Sedangkan untuk struktur atap diberi tambahan batang tarik pada kuda-kudanya dengan menggunakan profil baja U 75 x 40 x 5 x 7. Gambar 5 menunjukkan pemodelan atap dengan penambahan batang tarik pada ETABS.



Gambar 5. Model atap dengan batang tarik

4.1. Tebal Pelat Baja dan Dimensi Kolom Baru

Ukuran kolom yang baru menyesuaikan dengan deformasi yang terjadi. Selanjutnya kolom yang rusak dibungkus dengan pelat baja dengan memperhatikan kapasitas kolom untuk mendukung beban. Ukuran kolom menjadi 400 mm x 500 mm dengan plat baja pembungkus tebal 8 mm. Gambar 6 memperlihatkan bahwa titik-titik hasil plot beban aksial dan momen M_oX atau M_oY berada di dalam diagram interaksi. Jadi kolom yang dibungkus pelat baja setebal 8 mm dengan dimensi 400 mm x 500 mm cukup kuat menahan beban yang terjadi akibat kombinasi pembebanan yang terjadi.



Gambar 6. Titik-titik hasil plot beban aksial dan momen pada diagram interaksi kolom 400 x 500 untuk kolom grid 23E

4.2. Pelaksanaan

Untuk menjaga agar kolom tidak semakin mengalami perpindahan yang berlebihan, bagian ujung atas kolom diikat dengan tali baja dan dijaga pergerakannya. Selanjutnya sirip-sirip beton pada konsol bagian depan dipotong untuk mengurangi beban yang terjadi yang ditunjukkan pada gambar 7. Pelaksanaan untuk perkuatan kolom yang miring dimulai dengan cara mengelupas seluruh selimut beton yang dapat dilihat pada gambar 8. Kemudian bagian kolom yang mengalami retak di-*grouting* dengan menggunakan Sika Grout. Setelah itu, dilakukan pembungkusan kolom dengan pelat baja. Gambar 9 menunjukkan pembungkusan kolom dengan pelat baja dan *grouting* kolom.



Gambar 7. Sirip-sirip beton



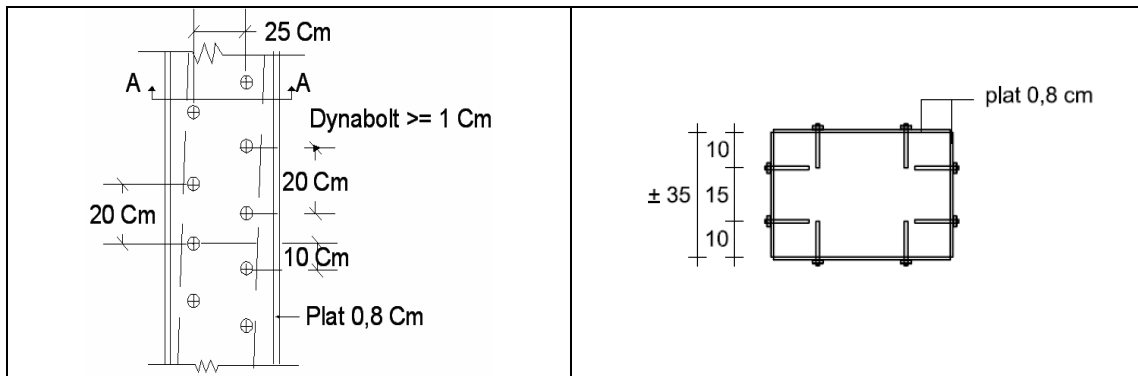
Gambar 8. Kolom yang dikelupas selimut betonnya.



Gambar 9. Pembungkusan kolom dengan pelat baja dan *grouting* kolom

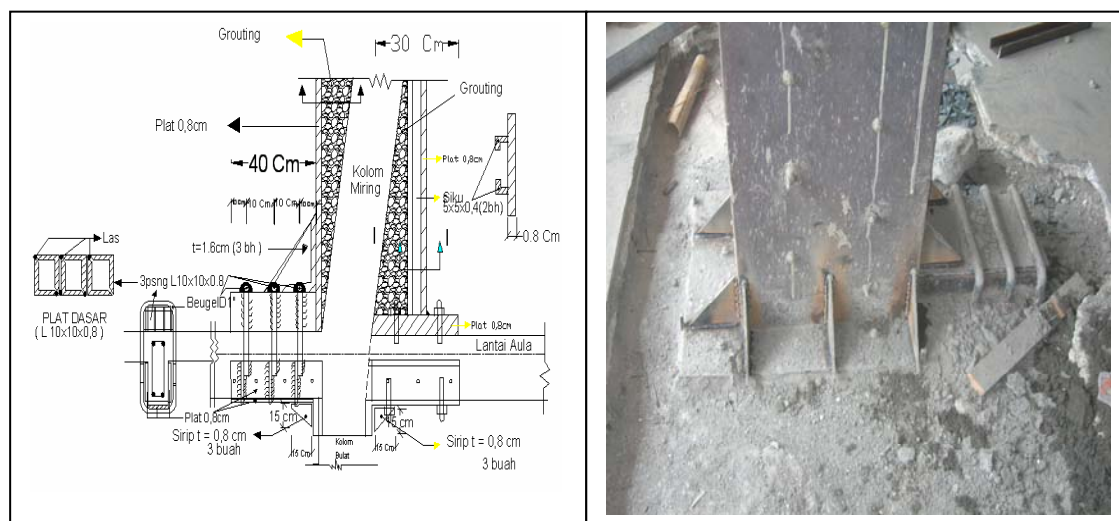
Plat baja dibaut dengan *dynabolt* diameter 1 cm pada tepi kiri dan kanan untuk setiap sisinya. Jarak pemasangan *dynabolt* antara tepi kiri dan kanan adalah 25 cm. sedangkan jarak vertikalnya 20 cm. *Dynabolt* pada sisi kiri dan kanan dipasang

berselang-seling dengan jarak 10 cm. Gambar pemasangan *dynabolt* beserta potongannya dapat dilihat pada gambar 10.



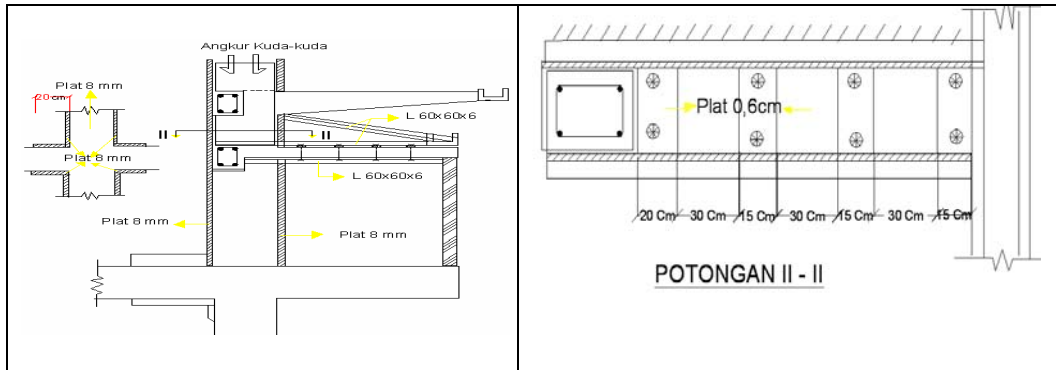
Gambar 10. Pemasangan *dynabolt* pada pelat baja beserta potongannya

Besi siku L 5 x 5 x 0,4 masing-masing sebanyak 2 buah dipasang pada setiap permukaan sisi sebelah dalam pelat baja agar plat baja tidak mengalami tekuk. Pelat lantai dan balok dibawah kolom miring diperkuat dengan besi siku L 10 x 10 x 0,8 sebanyak 6 buah dibentuk berpasang-pasangan sehingga menjadi 3 pasang. Besi siku tersebut dihubungkan dengan di las dan dijadikan sebagai pelat dasar pada perkuatan pelat lantai bagian atas. Besi siku diletakkan dalam posisi tegak di sebelah kiri kolom yang miring. Lalu besi beugel diameter 1” dipasang pada pelat bagian atas dan bagian bawah (tepat diatas besi siku). Antara besi beugel bagian atas dan bawah disatukan dengan di las. Panjang besi beugel sepanjang tinggi balok di bawah pelat. Besi beugel dipasang setiap jarak 10 cm sebanyak 3 buah dan dimulai 10 cm dari muka kolom setelah dibungkus plat baja. Jadi sebenarnya tujuan pemasangan besi beugel ini adalah untuk menjepit besi siku 10 x 10 x 0.8 agar kuat dan tidak bergeser. Pada sebelah kiri dan kanan kolom dipasang plat baja 8 mm dan diberi baut. Tepat pada lantai di bawah kolom diberi sirip dari pelat baja tebal 1,6 cm berbentuk segitiga dengan panjang sisi 20 cm masing-masing sebanyak 3 buah pada sisi depan dan belakang serta 2 buah pada sisi kiri dan kanan. Untuk bagian bawah pelat lantai juga diperkuat dengan sirip dari pelat baja tebal 0,8 cm berbentuk segitiga dengan panjang sisi 15 cm masing-masing sebanyak 3 buah. Gambar 11 menunjukkan perbaikan dan perkuatan kolom yang ditinjau.



Gambar 11. Perbaikan dan perkuatan pada kolom dan balok

Langkah perbaikan selanjutnya adalah perkuatan pelat lantai atap di sebelah kolom serta pelat dan balok dibawah kolom. Pelat lantai atap yang mengalami retak diperkuat dengan cara diberi lapis plat baja 6 mm setiap jarak 30 cm dengan lebar plat 20 cm pada jarak pertama dari kolom miring dan selanjutnya 15 cm. plat baja diberi *dynabolt* 2 buah untuk setiap potongan pelat. Gambar 12 menunjukkan gambar perkuatan pada pelat lantai dan potongannya.



Gambar 12. Perkuatan pada pelat lantai dan potongannya

Selama perbaikan kolom, gedung perlu disangga dengan *scaffolding*. *Scaffolding* ini bertujuan untuk menahan beban yang semula dipikul oleh kolom. Setelah pembungkusan dengan pelat baja selesai, diisi beton pada bagian sisi dalam pelat baja yang kosong. Beton sebagai pengisi ditambah dengan bahan tambah untuk menyatukan beton lama dan baru. Langkah terakhir adalah membuat selimut beton pada kolom untuk melindungi pelat baja dari karat. Gedung yang disangga dengan *scaffolding* selama masa perbaikan dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. gedung yang disangga dengan *scaffolding*

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan penyebab kegagalan kolom pada auditorium Gedung Santo Thomas Aquinas Universitas Atma Jaya Yogyakarta serta perbaikan dan perkuatannya adalah sebagai berikut:

1. Kolom yang rusak dengan dimensi 300 mm x 400 mm dan luas tulangan 3,3% ternyata tidak cukup untuk mendukung gaya aksial dan momen yang terjadi.

2. Ada beberapa alternatif perbaikan yang dapat dilakukan untuk perbaikan dan perkuatan kolom yaitu memperbesar dimensi kolom miring dengan beton bertulang, menambah batang tarik pada struktur kuda-kudanya dan memperbesar dimensi kolom, meluruskan kolom lalu diperkuat, mengganti kolom miring dengan kolom dari baja profil IWF, serta menambah batang tarik dan membungkus kolom miring dengan pelat baja.
3. Perbaikan dan perkuatan kolom yang diambil adalah membungkus kolom miring dengan pelat baja 8 mm dan memperbesar dimensi kolom menjadi 400 mm x 500 mm serta menambah batang tarik pada struktur atapnya.
4. Perkuatan kolom pada lantai 3, khususnya pada kolom yang miring perlu diikuti pula perkuatan pada balok di bawah kolom.

5. PUSTAKA

1. Dowrick, D.J. (2003), *Earthquake risk reduction*. John Wiley and Sons, Chichester.
2. Nawy, E. G., 1990, *Beton Bertulang*, PT. Eresco, Bandung.
3. Park, R. and Paulay, T. (1975), *Reinforced Concrete Structure*, John Wiley and Sons, New York.
4. Salmon, C.G. and Johnson, J.E. (1990), *Steel Structures*, 3rd Edition, Harper & Row, New York.