

**PENGARUH KEKAKUAN KOLOM BANGUNAN AKIBAT  
TERJADINYA DEVIASI MUTU BETON PELAKSANAAN KOLOM DI SUATU  
TINGKAT TERHADAP KEKUATAN YANG DIRENCANAKAN**  
( Studi Kasus : Gedung Administrasi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang )

Laila Putri Ramadhani

Dosen Pembimbing :

Ir. Pujo Priyono, MT ; Ir. Totok Dwi K, MT  
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,  
Universitas Muhammadiyah Jember  
Jalan Karimata 49, Jember 68172, Indonesia

### **ABSTRAK**

Pada penelitian ini pengaruh kekakuan terhadap beban atau gaya-gaya dalam mendapatkan nilai yang mempunyai perbedaan dengan mutu beton rencana terhadap mutu beton pelaksanaan yang mempengaruhinya nilai tersebut dalam penelitian ini mencapai deviasi sekitar 2%. Serta Berdasarkan analisis gaya-gaya dalam akibat kombinasi pembebanan perbandingan terhadap kuat tekan mutu beton hasil pengujian dengan kuat tekan mutu beton rencana. Terjadi perbedaan gaya-gaya dalam yang dipengaruhi mutu beton dan terjadi perbedaan pada gaya aksial P karena dalam penelitian ini yang ditinjau perbedaan deviasi mutu beton pada kolom.

**Kata Kunci :** Struktur Bertingkat Tidak Beraturan, Kuat Tekan Karakteristik, SAP2000 v22

### **PENDAHULUAN**

Sistem zonasi pengecoran mengakibatkan adanya perbedaan atau deviasi mutu beton yang dapat mempengaruhi kekakuan struktur. selain itu, kekakuan berpengaruh pada gaya-gaya dalam yang terjadi, terutama pada gaya-gempa dan elemen pemikul, yakni kolom. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis melakukan kajian serta mengambil tugas akhir yang berjudul “ *Pengaruh Kekakuan Kolom Bangunan Akibat Terjadinya Deviasi Mutu Beton Pelaksanaan Kolom Di Suatu Tingkat Terhadap Kekakuan Yang Direncanakan* “.

### **RUMUSAN MASALAH**

Rumusan masalah yang akan dibahas antara lain :

1. Bagaimana gaya-gaya dalam yang terjadi pada elemen-elemen struktur kolom yang mengalami deviasi mutu beton.
2. Bagaimana kekakuan struktur dengan adanya perbedaan deviasi standart mutu beton terhadap kapasitas kolom.

### **BATASAN MASALAH**

Batasan masalah dalam pembahasan ini ialah :

- a. Aspek yang ditinjau adalah struktur atas Gedung administrasi pada pembangunan proyek Pembangunan Gedung Kuliah Jurusan Teknik Mesin POLINEMA yang meliputi element kolom terhadap kekakuan setelah terjadi deviasi mutu beton.
- b. Tidak menganalisis biaya.
- c. Tidak menganalisis manajemen proyek.
- d. Tidak menganalisis bangunan bawah.

### **TUJUAN PENELITIAN**

Adapun tujuan yang ingin dicapai antara lain:

- a. Untuk dapat mengetahui hasil studi terhadap kekakuan struktur bangunan yang dipengaruhi oleh perbedaan deviasi standart mutu beton pada Gedung administrasi proyek Pembangunan Gedung Kuliah Jurusan Teknik Mesin POLINEMA.
- b. Untuk dapat mengevaluasi kemampuan serta kekakuan element struktur pemikul Gedung

administrasi pada proyek Pembangunan Gedung Kuliah Jurusan Teknik Mesin POLINEMA.

**MANFAAT PENELITIAN**

Adapun manfaat dari pembahasan ini ialah :

- a. Teoritis  
Diharapkan dapat memberikan manfaat dan informasi secara lebih detail terhadap kekakuan element terhadap terjadinya deviasi mutu beton.
- b. Praktis  
Dari hasil studi pengaruh kekakuan bangunan Gedung adminitrasi proyek Pembangunan Gedung Kuliah Jurusan Teknik Mesin POLINEMA maka diharapkan dapat diketahui pengaruh kekakuan pada element-element struktur pemikul.

**LOKASI PENELITIAN**

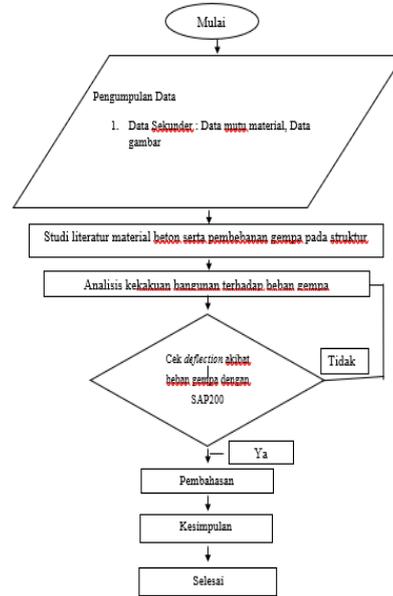
Lokasi penelitian berada pada proyek Pembangunan Gedung Kuliah Jurusan Teknik Mesin POLINEMA.



Lokasi Penelitian

**DIAGRAM ALIR PENELITIAN**

Berikut ini adalah gambar diagram alir perancangan struktur pada jembatan *steel box girder*:



**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Perhitungan dan Analisis Kuat Tekan Karakteristik**

Perhitungan ini didasarkan akan mutu beton hasil pengujian, yang mana dari perencanaan mutu beton adalah K-350, dan dari hasil perbedaan waktu pengecoran mutu beton tersebut dianalisis. Data mutu beton hasil pengujian sebagai landasan dilampirkan dalam lampiran pada akhir penelitian ini. Analisis perhitungan kuat tekan karakteristik beton hasil pengujian sebagai berikut :

Rekapitulasi Kuat Tekan Karakteristik Hasil Uji Beton Terhadap Kuat Tekan Rencana

| No | Segmentasi          | Standart Deviasi Kuat Tekan Mutu Beton Uji | Kuat Tekan Uji Korelasi Standart Deviasi ( Kg/cm <sup>2</sup> ) | Persentase K Uji terhadap K rencana ( % ) |
|----|---------------------|--|---|---|
| 1  | Segment I Lantai 1  | 97.659                                     | 338.807   | 96.802%                                   |
| 2  | Segment II Lantai 1 | 19.706                                     | 478.950   | 136.843%                                  |
| 3  | Segment I Lantai 2  | 64.952                                     | 388.874   | 111.107%                                  |
| 4  | Segment II Lantai 2 | 13.654                                     | 420.962   | 120.275%                                  |
| 5  | Segment I Lantai 3  | 62.171                                     | 392.771   | 112.220%                                  |
| 6  | Segment II Lantai 3 | 65.676                                     | 377.572   | 107.878%                                  |
| 7  | Segment II Lantai 4 | 58.384                                     | 376.062   | 107.446%                                  |
| 8  | Segment II Lantai 5 | 46.839                                     | 385.761   | 110.217%                                  |

Rekapitulasi Kuat Tekan Beton Kolom Lantai 1 Sempurna 1

| No      | Pembesian Beton 1/20 Wajah Penguji | Kuat Tekan Karakteristik Max Beban Uji (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kuat Kuat Tekan Karakteristik max 2 benda uji (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Rasio Kuat Tekan Karakteristik (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (X <sub>1</sub> - X <sub>2</sub> ) / X <sub>2</sub> | Keterangan                |
|---------|------------------------------------|--|---|--|---|---------------------------|
| 1       | 11-Sep-20                          | 409.770  | 436.665   | 436.665  | 0,712.678   | Kolom Lantai 1 Sempurna 1 |
| 2       | 11-Sep-20                          | 354.200  | 381.985   | 436.665  | 0,767.695   | Kolom Lantai 1 Sempurna 1 |
| 3       | 12-Sep-20                          | 390.280  | 372.240   | 436.665  | 0,713.147   | Kolom Lantai 1 Sempurna 1 |
| 4       | 12-Sep-20                          | 432.210  | 406.745   | 436.665  | 0,75.723  | Kolom Lantai 1 Sempurna 1 |
| 5       | 14-Sep-20                          | 604.870  | 514.040   | 436.665  | 0,8.159.507   | Kolom Lantai 1 Sempurna 1 |
| SUMMARY |                                    | 2.182.930  | 1.675.910   |  | 38.149.147  |                           |

Rasio Kuat Tekan (X) : X / N = 436.665 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Standar Deviasi (SD) :  $\sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$  = 97.659  
 Koefisien R<sup>2</sup> Uji : = 0.750  
 Koefisien R<sup>2</sup> 14 hari : = 0.900  
 Koefisien R<sup>2</sup> 28 hari : = 1.000  
 Karakteristik Kuat Tekan (X<sub>0</sub>) : X - K.SD = 338.807 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Karakteristik Kuat Tekan min<sup>2</sup> Hari : = 282.509 Kg/cm<sup>2</sup>

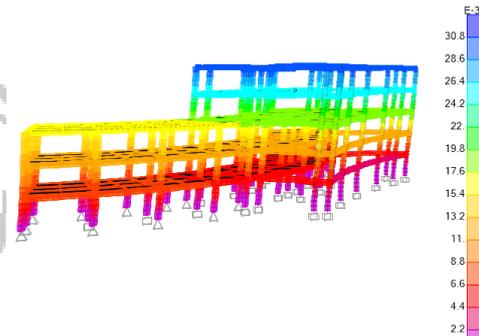
Karakteristik Kuat Tekan min<sup>2</sup> Hari : = 313.000 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Karakteristik Kuat Tekan min<sup>2</sup> Hari : = 350.000 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Karakteristik kuat tekan yang digunakan adalah sesuai dengan hasil pengujian (X<sub>0</sub>) dengan pemertaaan terhadap kuat tekan rencana nilai sebesar 96,81%



Dengan Rasio tulangan kolom di lantai dasar terbesar bagian gedung, tercapai rasio P-M kolom sebesar 0,585 (saat terjadi gempa bumi) < 1, OK

### HASIL ANALISIS RESPONS SPEKTRUM GEMPA

Deformed Shape (MODAL) - Mode 1; T = 0.75684; f = 1.32129

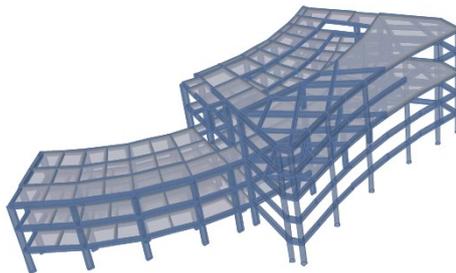


### PERHITUNGAN DAN ANALISIS GEDUNG

Pemodelan Struktur SAP2000 v22

Dari hasil analisis gempa spektrum pada SAP2000 didapat nilai periode getar sebesar 0.756 detik sedangkan nilai periode getar maksimum Tmaks adalah 1.3292 detik, sehingga Gedung tersebut dikategorikan aman saat terjadi gempa.

### HASIL GAYA - GAYA DALAM



Tabel Rekapitulasi Gaya - Gaya Dalam Mutu Beton Hasil Pengujian

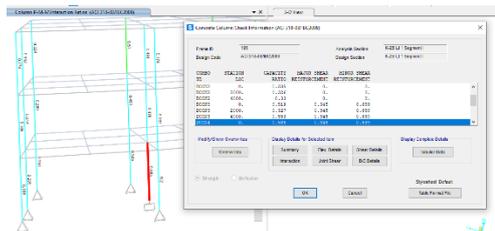
| Kombinasi    | Hasil Output Gaya Dalam |         |         |         |
|--------------|-------------------------|---------|---------|---------|
|              | P                       | V       | T       | M       |
|              | KN                      | KN      | KN-m    | KN-m    |
| Komb I       | 2182.958                | 275.891 | 140.015 | 552.343 |
| Komb II      | 2403.924                | 288.470 | 177.755 | 650.399 |
| Komb III EQx | 2223.275                | 274.196 | 165.310 | 673.371 |
| Komb IV EQx  | 2248.846                | 444.193 | 176.431 | 646.308 |
| Komb V EQx   | 1512.153                | 193.005 | 95.056  | 444.410 |
| Komb VI EQx  | 1853.457                | 439.598 | 106.177 | 465.145 |

| Kombinasi    | Persentase Perbandingan |          |          |          |
|--------------|-------------------------|----------|----------|----------|
|              | P                       | V        | T        | M        |
|              | KN                      | KN       | KN-m     | KN-m     |
| Komb I       | 98.526%                 | 100.591% | 100.220% | 100.030% |
| Komb II      | 98.890%                 | 100.237% | 96.538%  | 100.470% |
| Komb III EQx | 99.161%                 | 100.264% | 100.295% | 100.640% |
| Komb IV EQx  | 99.543%                 | 108.195% | 100.558% | 101.220% |
| Komb V EQx   | 101.244%                | 99.690%  | 100.442% | 100.707% |
| Komb VI EQx  | 106.955%                | 107.739% | 100.865% | 101.040% |

### HASIL ANALISIS KUAT KOLOM

Dari analisis dengan bantuan software SAP 2000 v22 dengan referensi desain menggunakan mutu beton hasil pengujian yang telah dianalisis sebelumnya dan mutu tarik tulangan, sesuai rencana maka didapat hasil sebagai berikut :

Berdasarkan analisis gaya-gaya dalam akibat kombinasi pembebanan perbandingan terhadap kuat tekan mutu beton hasil pengujian dengan kuat tekan mutu beton rencana. Terjadi perbedaan gaya-gaya dalam yang dipengaruhi mutu beton dan terjadi perbedaan pada gaya aksial P karena dalam penelitian ini yang ditinjau perbedaan deviasi mutu beton pada kolom.



## PERHITUNGAN PEMERIKSAAN SIMPANGAN ANTAR LANTAI

Pemeriksaan simpangan antar lantai dilakukan untuk mengetahui apakah ada yang melebihi simpangan antar lantai ijin berdasarkan SNI 1726:2019 sebesar 2% tinggi lantai. Pemeriksaan simpangan antar lantai ini diperiksa pada kolom dan terhadap kinerja batas ultimit *deflection* yang diambil dari SAP2000 arah x dan y dengan perbedaan standart deviasi standart mutu beton. Pemeriksaan simpangan antar lantai ditampilkan sebagai berikut :

### Perpindahan Terhadap Kuat Tekan Beton Hasil Pengujian

| Displacement Respon Spektrum arah x |        |
|-------------------------------------|--------|
| Δ                                   | 1.5    |
| -x                                  | 916 m  |
|                                     | 4.21   |
| Δ2-x                                | 79 m   |
| Δ                                   | 7.0    |
| 3-x                                 | 106 m  |
| Δ                                   | 9.8    |
| 4-x                                 | 896 m  |
| Δ                                   | 12.    |
| 5-x                                 | 6755 m |

| Displacement Respon Spektrum arah y |        |
|-------------------------------------|--------|
| δ                                   | 3.6    |
| 1-y                                 | 048 m  |
| δ                                   | 8.4    |
| 2-y                                 | 544 m  |
| δ                                   | 12.    |
| 3-y                                 | 8134 m |
| δ                                   | 17.    |
| 4-y                                 | 8433 m |
| δ                                   | 22.    |
| 5-y                                 | 689 m  |

### Perpindahan Terhadap Kuat Tekan Beton Rencana

| Displacement Respon Spektrum arah x |        |
|-------------------------------------|--------|
| ∠                                   | 1.7    |
| -x                                  | 439 m  |
| ∠                                   | 4.5    |
| 2-x                                 | 016 m  |
| ∠                                   | 7.2    |
| 3-x                                 | 803 m  |
| ∠                                   | 10.    |
| 4-x                                 | 211 m  |
| ∠                                   | 13.    |
| 5-x                                 | 0855 m |

| Displacement Respon Spektrum arah y |  |        |
|-------------------------------------|--|--------|
| ξ                                   |  | 3.7    |
| 1-y                                 |  | 583 m  |
| ξ                                   |  | 8.5    |
| 2-y                                 |  | 982 m  |
| ξ                                   |  | 12.    |
| 3-y                                 |  | 8152 m |
| ξ                                   |  | 17.    |
| 4-y                                 |  | 4433 m |
| ξ                                   |  | 21.    |
| 5-y                                 |  | 6823 m |

### Simpangan arah x Terhadap Kuat Tekan Beton Hasil Pengujian

| Simpangan Antar Lantai Respon Spektrum Arah-X (kinerja batas ultimit) |             |  |                                       |                                 |  |        |
|---|-------------|--|---------------------------------------|---------------------------------|--|--------|
| Lt.   | Elevasi (m) | Perpindahan lantai δ <sub>x</sub> (mm) | Perpindahan Total δ <sub>x</sub> (mm) | Simpangan Antar Lantai (Δ) (mm) | Simpangan Antar Lantai Yang Dijinkan (Δa) (mm) | Status |
| 1   | 4           | 1.5916                                 | 8.7538                                | 8.75                            | 61.54  | aman   |
| 2   | 8           | 4.2179                                 | 23.20                                 | 14.44                           | 61.54  | aman   |
| 3   | 12          | 7.0106                                 | 38.56                                 | 15.36                           | 61.54  | aman   |
| 4   | 16          | 9.8896                                 | 54.39                                 | 15.83                           | 61.54  | aman   |
| 5   | 20          | 12.6755                                | 69.72                                 | 15.32                           | 61.54  | aman   |

### Simpangan arah x Terhadap Kuat Tekan Beton Rencana

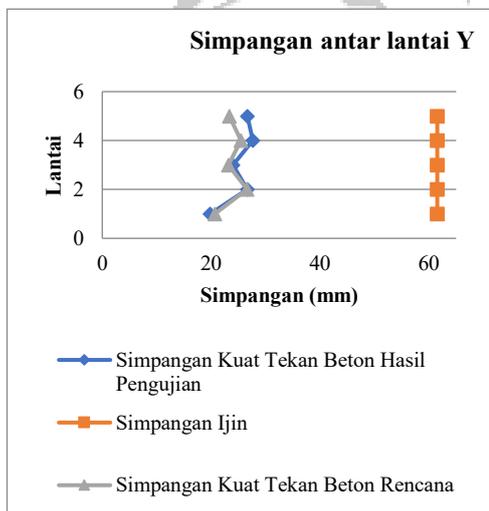
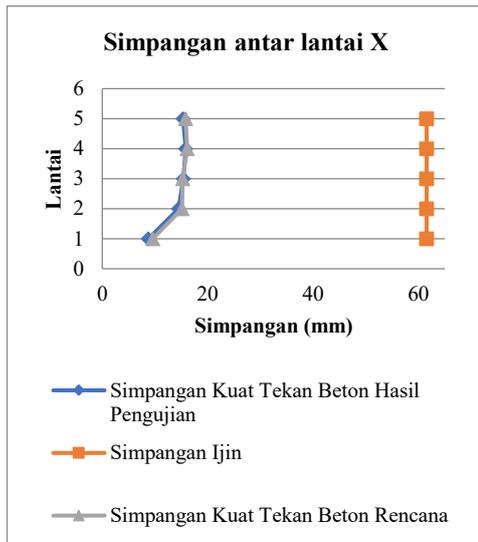
| Simpangan Antar Lantai Respon Spektrum Arah-X (kinerja batas ultimit) |             |  |                                       |                                 |  |        |
|---|-------------|--|---------------------------------------|---------------------------------|--|--------|
| Lt.   | Elevasi (m) | Perpindahan lantai δ <sub>x</sub> (mm) | Perpindahan Total δ <sub>x</sub> (mm) | Simpangan Antar Lantai (Δ) (mm) | Simpangan Antar Lantai Yang Dijinkan (Δa) (mm) | Status |
| 1   | 4           | 1.7439                                 | 9.59145                               | 9.59                            | 61.54  | aman   |
| 2   | 8           | 4.5016                                 | 24.76                                 | 15.17                           | 61.54  | aman   |
| 3   | 12          | 7.2803                                 | 40.04                                 | 15.28                           | 61.54  | aman   |
| 4   | 16          | 10.211                                 | 56.16                                 | 16.12                           | 61.54  | aman   |
| 5   | 20          | 13.0855                                | 71.97                                 | 15.81                           | 61.54  | aman   |

### Simpangan arah x Terhadap Kuat Tekan Beton Hasil Pengujian

| Simpangan Antar Lantai Respon Spektrum Arah-X (kinerja batas ultimit) |             |  |                                       |                                 |  |        |
|---|-------------|--|---------------------------------------|---------------------------------|--|--------|
| Lt.   | Elevasi (m) | Perpindahan lantai δ <sub>x</sub> (mm) | Perpindahan Total δ <sub>x</sub> (mm) | Simpangan Antar Lantai (Δ) (mm) | Simpangan Antar Lantai Yang Dijinkan (Δa) (mm) | Status |
| 1   | 4           | 1.5916                                 | 8.7538                                | 8.75                            | 61.54  | aman   |
| 2   | 8           | 4.2179                                 | 23.20                                 | 14.44                           | 61.54  | aman   |
| 3   | 12          | 7.0106                                 | 38.56                                 | 15.36                           | 61.54  | aman   |
| 4   | 16          | 9.8896                                 | 54.39                                 | 15.83                           | 61.54  | aman   |
| 5   | 20          | 12.6755                                | 69.72                                 | 15.32                           | 61.54  | aman   |

### Simpangan arah x Terhadap Kuat Tekan Beton Rencana

| Simpangan Antar Lantai Respon Spektrum Arah-X (kinerja batas ultimit) |             |  |                                       |                                 |  |        |
|---|-------------|--|---------------------------------------|---------------------------------|--|--------|
| Lt.   | Elevasi (m) | Perpindahan lantai δ <sub>x</sub> (mm) | Perpindahan Total δ <sub>x</sub> (mm) | Simpangan Antar Lantai (Δ) (mm) | Simpangan Antar Lantai Yang Dijinkan (Δa) (mm) | Status |
| 1   | 4           | 1.7439                                 | 9.59145                               | 9.59                            | 61.54  | aman   |
| 2   | 8           | 4.5016                                 | 24.76                                 | 15.17                           | 61.54  | aman   |
| 3   | 12          | 7.2803                                 | 40.04                                 | 15.28                           | 61.54  | aman   |
| 4   | 16          | 10.211                                 | 56.16                                 | 16.12                           | 61.54  | aman   |
| 5   | 20          | 13.0855                                | 71.97                                 | 15.81                           | 61.54  | aman   |



Tabel Rekapitulasi Gaya - Gaya Dalam Mutu Beton Rencana

| Kombinasi    | Hasil Output Gaya Dalam |         |         |         |
|--------------|-------------------------|---------|---------|---------|
|              | P                       | V       | T       | M       |
|              | KN                      | KN      | KN-m    | KN-m    |
| Komb I       | 2215.607                | 274.271 | 139.708 | 552.175 |
| Komb II      | 2430.896                | 287.789 | 184.148 | 647.358 |
| Komb III EOx | 2242.089                | 273.475 | 164.824 | 669.088 |
| Komb IV EOy  | 2259.174                | 410.547 | 175.453 | 638.516 |
| Komb V EOx   | 1493.578                | 193.606 | 94.637  | 441.288 |
| Komb VI EOy  | 1732.924                | 408.022 | 105.267 | 460.358 |

Tabel Rekapitulasi Gaya - Gaya Dalam Mutu Beton Hasil Pengujian

| Kombinasi    | Hasil Output Gaya Dalam |         |         |         |
|--------------|-------------------------|---------|---------|---------|
|              | P                       | V       | T       | M       |
|              | KN                      | KN      | KN-m    | KN-m    |
| Komb I       | 2182.958                | 275.891 | 140.015 | 552.343 |
| Komb II      | 2403.924                | 288.470 | 177.755 | 650.399 |
| Komb III EOx | 2223.275                | 274.196 | 165.310 | 673.371 |
| Komb IV EOy  | 2248.846                | 444.193 | 176.431 | 646.308 |
| Komb V EOx   | 1512.153                | 193.005 | 95.056  | 444.410 |
| Komb VI EOy  | 1853.457                | 439.598 | 106.177 | 465.145 |

| Kombinasi    | Persentase Perbandingan |          |          |          |
|--------------|-------------------------|----------|----------|----------|
|              | P                       | V        | T        | M        |
|              | KN                      | KN       | KN-m     | KN-m     |
| Komb I       | 98.526%                 | 100.591% | 100.220% | 100.030% |
| Komb II      | 98.890%                 | 100.237% | 96.528%  | 100.470% |
| Komb III EOx | 99.161%                 | 100.264% | 100.295% | 100.640% |
| Komb IV EOy  | 99.543%                 | 108.195% | 100.558% | 101.220% |
| Komb V EOx   | 101.244%                | 99.690%  | 100.442% | 100.707% |
| Komb VI EOy  | 106.955%                | 107.739% | 100.865% | 101.040% |

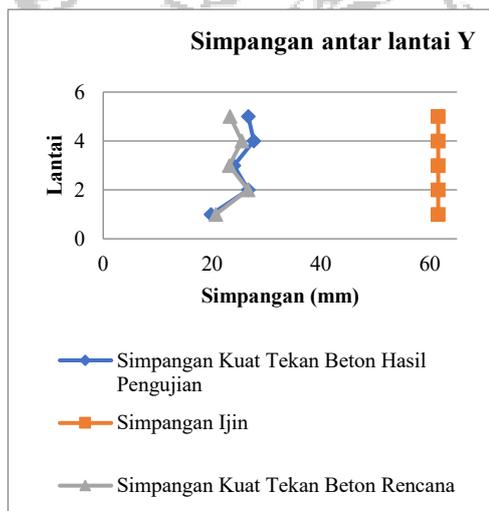
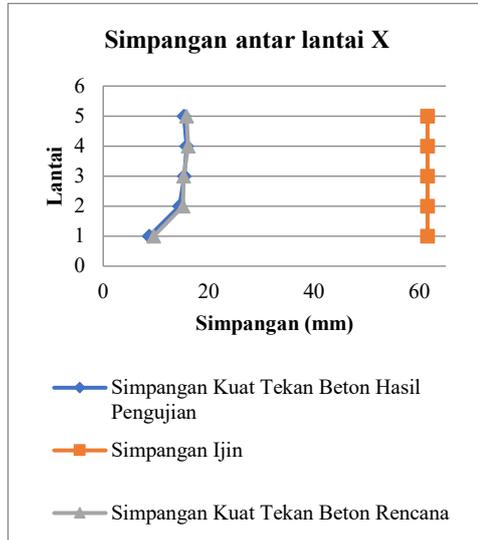
| Kombinasi    | Persentase Perbandingan |          |          |          |
|--------------|-------------------------|----------|----------|----------|
|              | P                       | V        | T        | M        |
|              | KN                      | KN       | KN-m     | KN-m     |
| Komb I       | 98.526%                 | 100.591% | 100.220% | 100.030% |
| Komb II      | 98.890%                 | 100.237% | 96.528%  | 100.470% |
| Komb III EOx | 99.161%                 | 100.264% | 100.295% | 100.640% |
| Komb IV EOy  | 99.543%                 | 108.195% | 100.558% | 101.220% |
| Komb V EOx   | 101.244%                | 99.690%  | 100.442% | 100.707% |
| Komb VI EOy  | 106.955%                | 107.739% | 100.865% | 101.040% |

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan.

- Berdasarkan analisis gaya-gaya dalam saat kondisi dengan mutu beton hasil pengujian terhadap mutu rencana terhadap deviasinya seperti yang telah teruariakan dalam pembahasan sebagai berikut :
  - Berdasarkan analisis kekuatan kolom terhadap deviasi mutu beton kolom didapatkan perbedaan saat mutu beton hasil pengujian dengan mutu beton rencana yakni rasio P/M saat kondisi mutu beton hasil pengujian senilai 0.585 dan rasio P/M saat kondisi mutu beton rencana senilai 0.562.
  - Berdasarkan analisis periode getar saat terjadi beban gempa terhadap deviasi mutu beton kolom didapatkan perbedaan saat mutu beton hasil pengujian dengan mutu beton rencana yakni nilai periode getar saat kondisi mutu beton hasil pengujian senilai 0.756 detik dan nilai periode getar saat kondisi mutu beton hasil pengujian senilai 0.780 detik.
  - Berdasarkan analisis pemeriksaan simpangan antar lantai serta pengambilan *deflection* arah x dan y terhadap kinerja batas ultimit pada

SAP2000 didapatkan simpangan antar lantai arah x dan y terhadap perbedaan standart deviasi mutu beton digrafikan sebagai berikut :



## SARAN

Beberapa saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah

1. Untuk penelitian selanjutnya agar dapat melakukan kajian dengan kondisi secara keseluruhan dengan perbedaan deviasi mutu beton pada struktur sehingga didapatkan analisis yang memadai dengan mempertimbangkan gaya-gaya dalam pada tiap-tiap element struktur.
2. Penelitian selanjutnya bisa mengkaji pengaruh beban-beban termasuk beban gempa terhadap struktur bawah

yang berinteraksi dengan element struktur yang terjadi deviasi mutu pada element struktur.

3. Penggunaan perangkat lunak agar dianalisis dengan manual sehingga meminimalisir kemungkinan *error* terhadap penggunaan *software* karena keterbatasan pengetahuan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Priyono, P. (1994). Diktat Kuliah Struktur Beton II (Berdasarkan SNI 03 2847 – 2013). Universitas Muhammadiyah Jember, Jember.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI 03-2847,2013. Jakarta : Standar Nasional Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional,2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 03-1726-2019. Jakarta : Standar Nasional Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional,2013. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI 03-1727,2013. Jakarta : Standar Nasional Indonesia.
- American Concrete Institute. (2011). Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-11). Farmington Hills, Michigan: ACI.
- Yohannes Arief N Siregar. 2008. Evaluasi Daktilitas pada Struktur dan Resuksi Tahan Gempa. Tesis. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Indonesia. Jakarta
- Setiawan, Agus. 2016. Perancangan Struktur Beton Bertulang (Berdasarkan SNI 2847-2013). Erlangga. Jakarta
- Computers & Structures, Inc. 2016. CSI Analysis Reference Manual For SAP2000, ETABS, SAFE, CSiBridge. Berkeley.California.
- Susanto, Yamin. 2013. Prediksi Nilai Kekakuan Lentur pada Balok Beton Bertulang.Jurnal Konstruksia Volume 4