

BAB VI

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dari perhitungan dan hasil yang dilakukan pada BAB V diperoleh simpangan relatif dan simpangan antar tingkat. Hasil yang diperoleh berupa simpangan yang jumlahnya sangat banyak sesuai dengan lamanya gempa dengan interval waktu 0,01 detik.

6.1. Analisis

Analisis dilakukan dengan mengambil nilai maksimum dari hasil perhitungan tersebut pada setiap variasi untuk struktur dengan damping ratio 2% dan 5%, baik simpangan relatif lantai dan simpangan antar tingkat. Selanjutnya dari nilai maksimum tersebut dihitung persentase perubahan dari tiap-tiap variasi dan struktur dengan damping ratio maksimum dan minimum.

6.1.1. Simpangan Relatif Lantai Satu

Pada struktur dengan *damping ratio* (ξ) 2% dan 5%, diperoleh simpangan relatif maksimum seperti terlihat pada Tabel 6.1 dan Tabel 6.2 atau Grafik 6.1 dan Grafik 6.2, dari hasil ini terlihat bahwa TMD dapat mengurangi simpangan dengan perbandingan simpangan maksimum berkisar antara 30% - 50% untuk struktur dengan *damping ratio* 2% dan 29% - 48% untuk struktur dengan *damping ratio* 5% bila dibandingkan dengan struktur tanpa TMD, dapat dilihat pada Tabel 6.3 dan Tabel 6.4. Pengurangan simpangan relatif terbesar pada struktur dengan

damping ratio 2% terjadi pada variasi 6 (TMD pada lantai 1 dan 3) dengan perbandingan sebesar 30,71% dan terkecil pada variasi 4 (TMD pada lantai 3) sebesar 49,18%. Pada struktur dengan *damping ratio* 5% pengurangan simpangan relatif terbesar terjadi pada variasi 6 (TMD pada lantai 1 dan 3) dengan perbandingan sebesar 29,55% dan terkecil pada variasi 4 (TMD pada lantai 3) sebesar 47,98%.

6.1.2. Simpangan Relatif Lantai Dua

Pada struktur dengan *damping ratio* (ξ) 2% dan 5%, diperoleh simpangan relatif maksimum seperti terlihat pada Tabel 6.1 dan Tabel 6.2 atau Grafik 6.1 dan Grafik 6.2, dari hasil ini terlihat bahwa TMD dapat mengurangi simpangan dengan perbandingan simpangan maksimum berkisar antara 28% - 38% untuk struktur dengan *damping ratio* 2% dan 21% - 30% untuk struktur dengan *damping ratio* 5% bila dibandingkan dengan struktur tanpa TMD, dapat dilihat pada Tabel 6.3 dan Tabel 6.4. Pengurangan simpangan relatif terbesar pada struktur dengan *damping ratio* 2% terjadi pada variasi 6 (TMD pada lantai 1 dan 3) dengan perbandingan sebesar 28,85% dan terkecil pada variasi 8 (TMD pada semua lantai) sebesar 37,70%. Pada struktur dengan *damping ratio* 5% pengurangan simpangan relatif terbesar terjadi pada variasi 8 (TMD pada semua lantai) dengan perbandingan sebesar 21,34% dan terkecil pada variasi 4 (TMD pada lantai 3) sebesar 29,78%.

6.1.5. Simpangan Antar Tingkat Untuk Tingkat Dua

Pada struktur dengan *damping ratio* (ξ) 2% dan 5%, diperoleh simpangan tingkat maksimum seperti terlihat pada Tabel 6.1 dan Tabel 6.2 atau Grafik 6.3 dan Grafik 6.4, dari hasil ini terlihat bahwa TMD dapat mengurangi simpangan dengan perbandingan simpangan maksimum berkisar antara 33% - 39% untuk struktur dengan *damping ratio* 2% dan 18% - 28% untuk struktur dengan *damping ratio* 5% bila dibandingkan dengan struktur tanpa TMD, dapat dilihat pada Tabel 6.3 dan Tabel 6.4. Pengurangan simpangan tingkat terbesar pada struktur dengan *damping ratio* 2% terjadi pada variasi 3 (TMD pada lantai 2) dan variasi 7 (TMD pada lantai 2 dan 3) dengan perbandingan sebesar 33,41% dan terkecil pada variasi 8 (TMD pada semua lantai) sebesar 38,53%. Pada struktur dengan *damping ratio* 5% pengurangan simpangan tingkat terbesar terjadi pada variasi 4 (TMD pada lantai 3) dengan perbandingan sebesar 18,13% dan terkecil pada variasi 3 (TMD pada lantai 2) sebesar 27,50%.

6.1.5. Simpangan Antar Tingkat Untuk Tingkat Tiga

Pada struktur dengan *damping ratio* (ξ) 2% dan 5%, diperoleh simpangan tingkat maksimum seperti terlihat pada Tabel 6.1 dan Tabel 6.2 atau Grafik 6.3 dan Grafik 6.4, dari hasil ini terlihat bahwa TMD dapat mengurangi simpangan dengan perbandingan simpangan maksimum berkisar antara 57% - 73% untuk struktur dengan *damping ratio* 2% dan 34% - 70% untuk struktur dengan *damping ratio* 5% bila dibandingkan dengan struktur tanpa TMD, dapat dilihat pada Tabel 6.3 dan Tabel 6.4. Pengurangan simpangan tingkat terbesar pada struktur dengan *damping ratio* 2% terjadi pada variasi 2 (TMD pada lantai 1)

dengan perbandingan sebesar 57,51% dan terkecil pada variasi 4 (TMD pada lantai 3) sebesar 72,19%. Pada struktur dengan *damping ratio* 5% pengurangan simpangan tingkat terbesar terjadi pada variasi 3 (TMD pada lantai 2) dengan perbandingan sebesar 34,94% dan terkecil pada variasi 4 (TMD pada lantai 3) sebesar 69,45%.

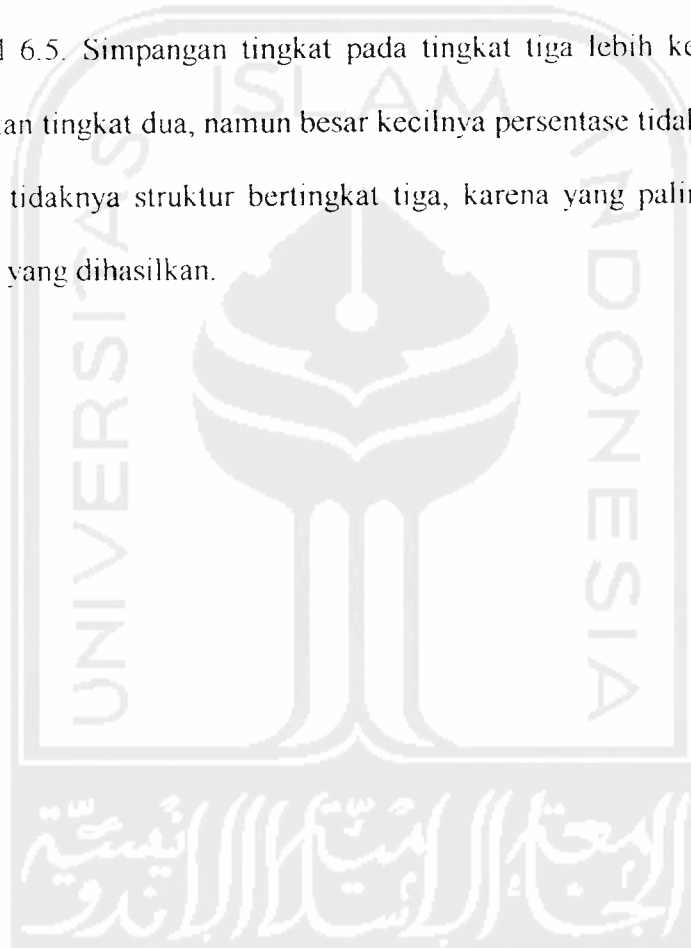
6.2 Pembahasan

Dari analisis diatas diketahui bahwa penggunaan TMD pada struktur bertingkat tiga mampu mengurangi simpangan relatif dengan perbandingan berkisar antara 17% - 50% dan simpangan tingkat dengan pebandingan berkisar antara 18% - 73% dibandingkan dengan struktur tanpa TMD. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan alat TMD sangat berpengaruh dalam meredam getaran akibat gempa.

Penggunaan ratio redaman minimum pada struktur beton bertulang ($\xi=2\%$) dan maksimum ($\xi=5\%$), sangat berpengaruh mengurangi simpangan relatif lantai, kecuali pada variasi 4 (TMD pada lantai 3) dan variasi 6 (TMD pada lantai 1 dan 3), seperti terlihat pada Tabel 6.5, variasi tersebut perubahan simpangan pada lantai satu tidak terlalu besar, berkisar antara 2% - 4%. Demikian pula pada simpangan antar tingkat perubahan simpangan pada variasi 4 (TMD pada lantai 3) dan pada variasi 6 (TMD pada lantai 1 dan 3) tidak terlalu besar dengan persentase perbandingan 2,19% dan 3,80%.

Persentase perubahan simpangan relatif pada setiap lantai untuk struktur dengan ratio redaman maksimum dan minimum antar variasi perletakan TMD relatif hampir sama, yang ditunjukkan tidak terlalu besarnya presentase perubahan

tiap lantainya dibandingkan dengan struktur tanpa TMD. Namun perbandingan penggunaan ratio redaman minimum dan maksimum pada variasi 3 (TMD pada lantai 2), variasi 4 (TMD pada lantai 3) dan variasi 6 (TMD pada lantai 1 dan 3). Khususnya lantai satu, tidak mengalami perbedaan yang besar, seperti terlihat pada Tabel 6.5. Simpangan tingkat pada tingkat tiga lebih kecil perubahannya dibandingkan tingkat dua, namun besar kecilnya persentase tidak menggambarkan aman atau tidaknya struktur bertingkat tiga, karena yang paling penting adalah simpangan yang dihasilkan.



Tabel 6.1. Simpangan Maksimum Pada Struktur Dengan Damping Ratio 2%

| POSISI TMD | SIMPANGAN RELATIF MAKSIMUM LANTAI (cm) | | | SIMPANGAN TINGKAT (cm) | | |
|--------------------|-------------------------------------------|---------|---------|---------------------------|--------|--------|
| | SATU | DUA | TIGA | SATU | DUA | TIGA |
| Tanpa TMD | 8,4187 | 15,1552 | 20,1761 | 8,4187 | 7,0498 | 5,6104 |
| TMD Lantai 1 | 3,4263 | 5,4697 | 6,1824 | 3,4263 | 2,3736 | 3,2268 |
| TMD Lantai 2 | 3,0821 | 5,2240 | 7,307 | 3,0821 | 2,3555 | 3,5309 |
| TMD Lantai 3 | 4,1404 | 5,6309 | 7,2357 | 4,1404 | 2,5923 | 4,0504 |
| TMD Lantai 1 dan 2 | 3,3218 | 5,3684 | 6,2071 | 3,3218 | 2,425 | 3,602 |
| TMD Lantai 1 dan 3 | 2,5851 | 4,3729 | 6,8352 | 2,5851 | 2,4154 | 3,602 |
| TMD Lantai 2 dan 3 | 3,3999 | 5,3288 | 6,2576 | 3,3999 | 2,3556 | 3,951 |
| TMD Semua Lantai | 3,3484 | 5,7135 | 7,4159 | 3,3484 | 2,7161 | 3,8303 |

Tabel 6.2. Simpangan Maksimum Pada Struktur Dengan Damping Ratio 5%

| POSISI TMD | SIMPANGAN RELATIF MAKSIMUM LANTAI (cm) | | | SIMPANGAN TINGKAT (cm) | | |
|--------------------|-------------------------------------------|---------|--------|---------------------------|--------|--------|
| | SATU | DUA | TIGA | SATU | DUA | TIGA |
| Tanpa TMD | 8,3878 | 15,1672 | 20,335 | 8,3878 | 7,0183 | 5,6373 |
| TMD Lantai 1 | 3,0071 | 3,6172 | 4,0106 | 3,0071 | 1,5253 | 2,4365 |
| TMD Lantai 2 | 2,7552 | 4,4862 | 5,4985 | 2,7552 | 1,9297 | 1,9698 |
| TMD Lantai 3 | 4,0248 | 4,5163 | 3,8236 | 4,0248 | 1,2727 | 3,9152 |
| TMD Lantai 1 dan 2 | 2,5896 | 3,5687 | 3,8368 | 2,5896 | 1,436 | 2,6682 |
| TMD Lantai 1 dan 3 | 2,4773 | 3,3207 | 3,6284 | 2,4773 | 1,3915 | 3,5399 |
| TMD Lantai 2 dan 3 | 2,8417 | 3,3350 | 3,8779 | 2,8417 | 1,3649 | 2,9744 |
| TMD Semua Lantai | 2,6219 | 3,2372 | 3,8703 | 2,6219 | 1,2796 | 2,8604 |

Tabel 6.3. Persentase Perbandingan Simpangan Maksimum Perletakan TMD Terhadap Struktur Tanpa TMD dengan Damping Ratio 2%

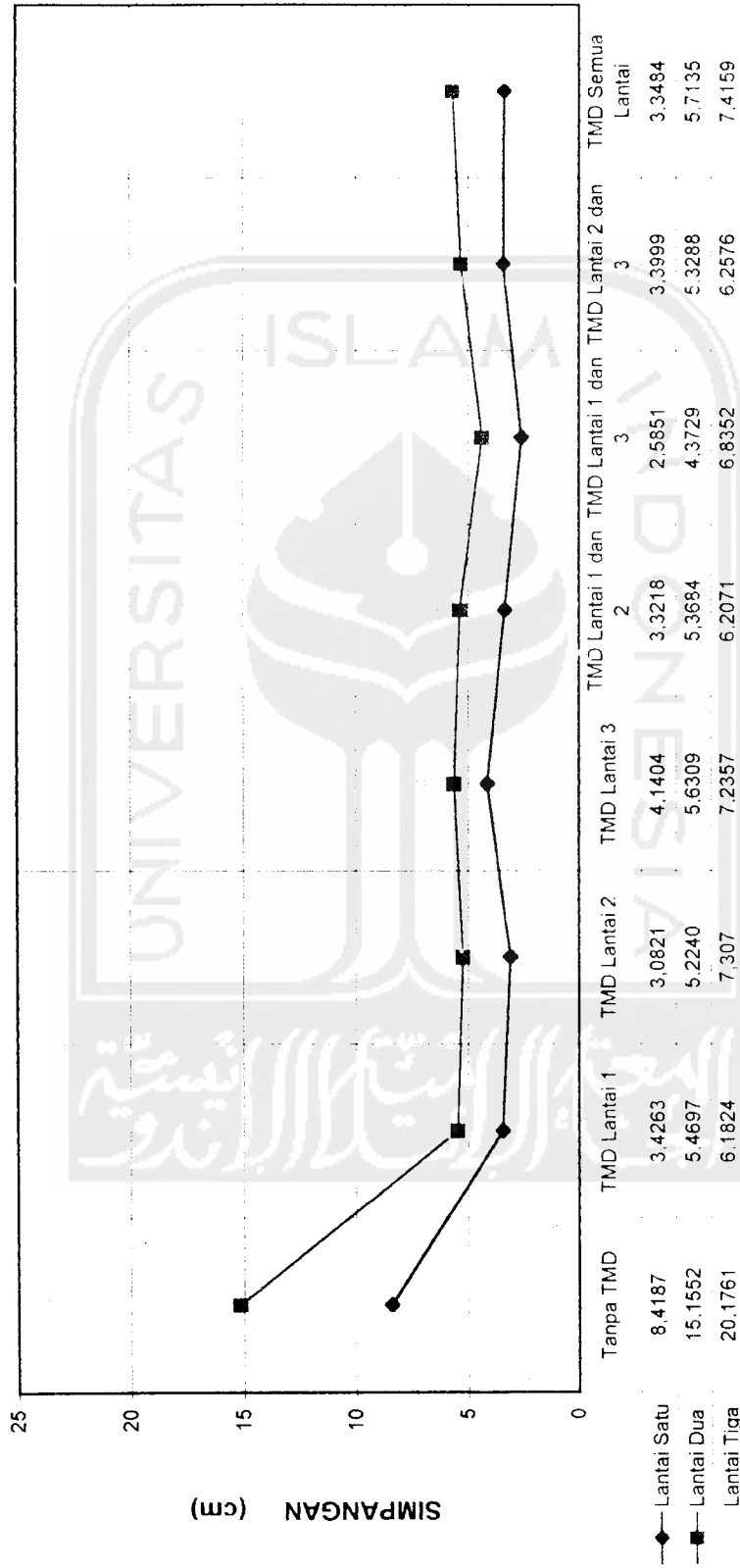
| POSISI TMD | SIMPANGAN RELATIF MAKSIMUM LANTAI (cm) | | | SIMPANGAN TINGKAT (cm) | | |
|--------------------|-------------------------------------------|-------|-------|---------------------------|-------|-------|
| | SATU | DUA | TIGA | SATU | DUA | TIGA |
| TMD Lantai 1 | 40,70 | 36,09 | 30,64 | 40,70 | 33,67 | 57,51 |
| TMD Lantai 2 | 36,61 | 34,47 | 36,22 | 36,61 | 33,41 | 62,93 |
| TMD Lantai 3 | 49,18 | 37,15 | 35,86 | 49,18 | 36,77 | 72,19 |
| TMD Lantai 1 dan 2 | 39,46 | 35,42 | 30,76 | 39,46 | 34,40 | 64,20 |
| TMD Lantai 1 dan 3 | 30,71 | 28,85 | 33,88 | 30,71 | 34,26 | 64,20 |
| TMD Lantai 2 dan 3 | 40,39 | 35,16 | 31,01 | 40,39 | 33,41 | 70,42 |
| TMD Semua Lantai | 39,77 | 37,70 | 36,76 | 39,77 | 38,53 | 68,27 |

Tabel 6.4. Persentase Perbandingan Simpangan Maksimum Perletakan TMD Terhadap Struktur Tanpa TMD dengan Damping Ratio 5%

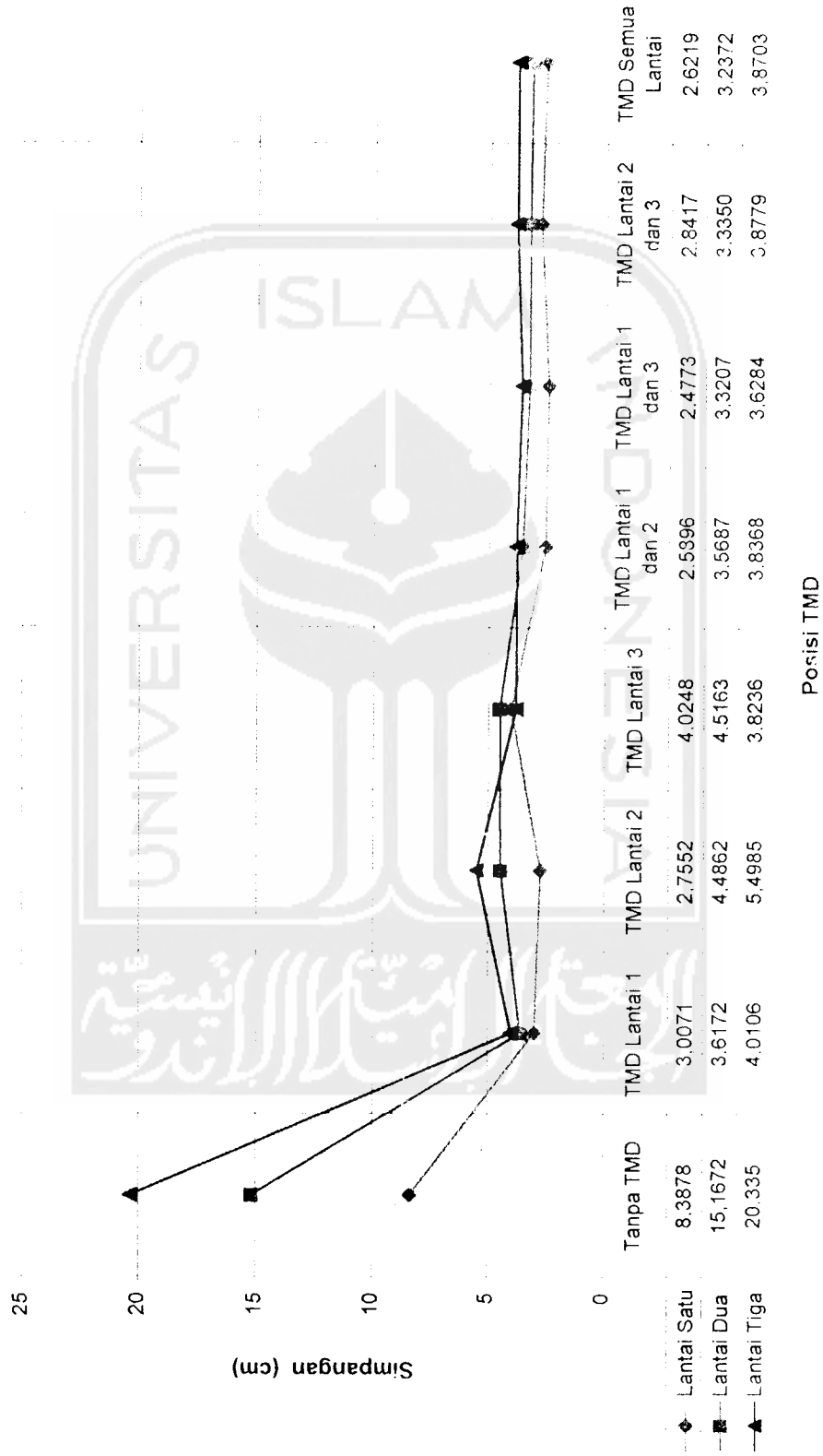
| POSISI TMD | SIMPANGAN RELATIF MAKSIMUM LANTAI (cm) | | | SIMPANGAN TINGKAT (cm) | | |
|--------------------|-------------------------------------------|-------|-------|---------------------------|-------|-------|
| | SATU | DUA | TIGA | SATU | DUA | TIGA |
| TMD Lantai 1 | 35,85 | 23,85 | 19,72 | 35,85 | 21,73 | 43,22 |
| TMD Lantai 2 | 32,85 | 29,58 | 27,04 | 32,85 | 27,50 | 34,94 |
| TMD Lantai 3 | 47,98 | 29,78 | 18,80 | 47,98 | 18,13 | 69,45 |
| TMD Lantai 1 dan 2 | 30,87 | 23,53 | 18,87 | 30,87 | 20,46 | 47,33 |
| TMD Lantai 1 dan 3 | 29,53 | 21,89 | 17,84 | 29,53 | 19,83 | 62,79 |
| TMD Lantai 2 dan 3 | 33,88 | 21,99 | 19,07 | 33,88 | 19,45 | 52,76 |
| TMD Semua Lantai | 31,26 | 21,34 | 19,03 | 31,26 | 18,23 | 50,74 |

Tabel 6.5. Persentase Perubahan Perbandingan Simpangan Maksimum Perletakan TMD Terhadap Struktur Tanpa TMD dari Damping Ratio 2% ke 5%

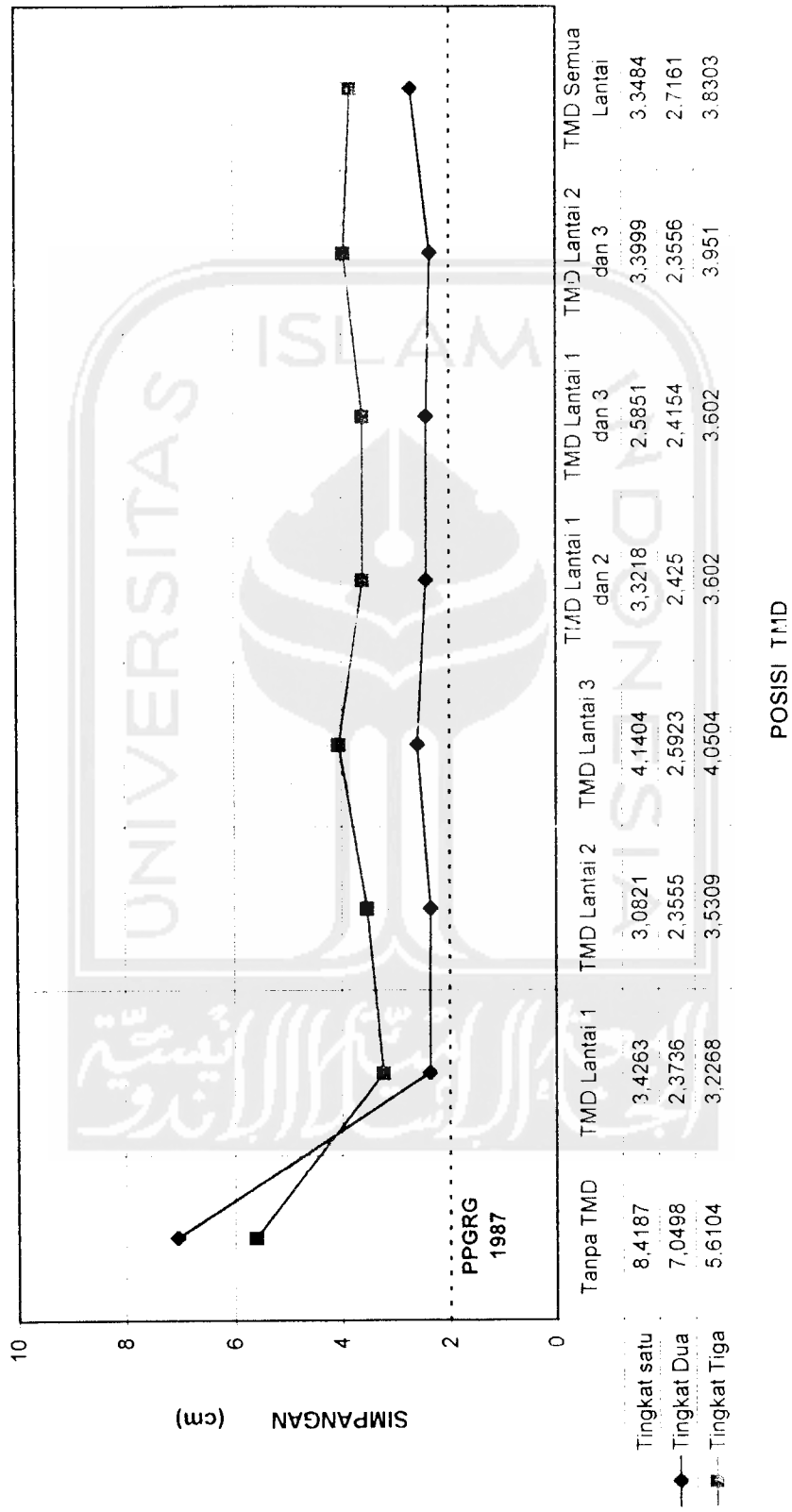
| POSISI TMD | SIMPANGAN RELATIF MAKSIMUM LANTAI (cm) | | | SIMPANGAN TINGKAT (cm) | | |
|--------------------|----------------------------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|
| | SATU | DUA | TIGA | SATU | DUA | TIGA |
| TMD Lantai 1 | 11,91 | 33,92 | 35,64 | 11,91 | 35,45 | 24,85 |
| TMD Lantai 2 | 10,28 | 14,19 | 25,34 | 10,28 | 17,71 | 44,48 |
| TMD Lantai 3 | 2,43 | 19,86 | 47,57 | 2,43 | 50,68 | 3,80 |
| TMD Lantai 1 dan 2 | 21,76 | 33,58 | 38,67 | 21,76 | 40,52 | 26,28 |
| TMD Lantai 1 dan 3 | 3,82 | 24,12 | 47,33 | 3,82 | 42,13 | 2,19 |
| TMD Lantai 2 dan 3 | 16,11 | 37,47 | 38,51 | 16,11 | 41,80 | 25,08 |
| TMD Semua Lantai | 21,41 | 43,39 | 48,22 | 21,41 | 52,68 | 25,68 |



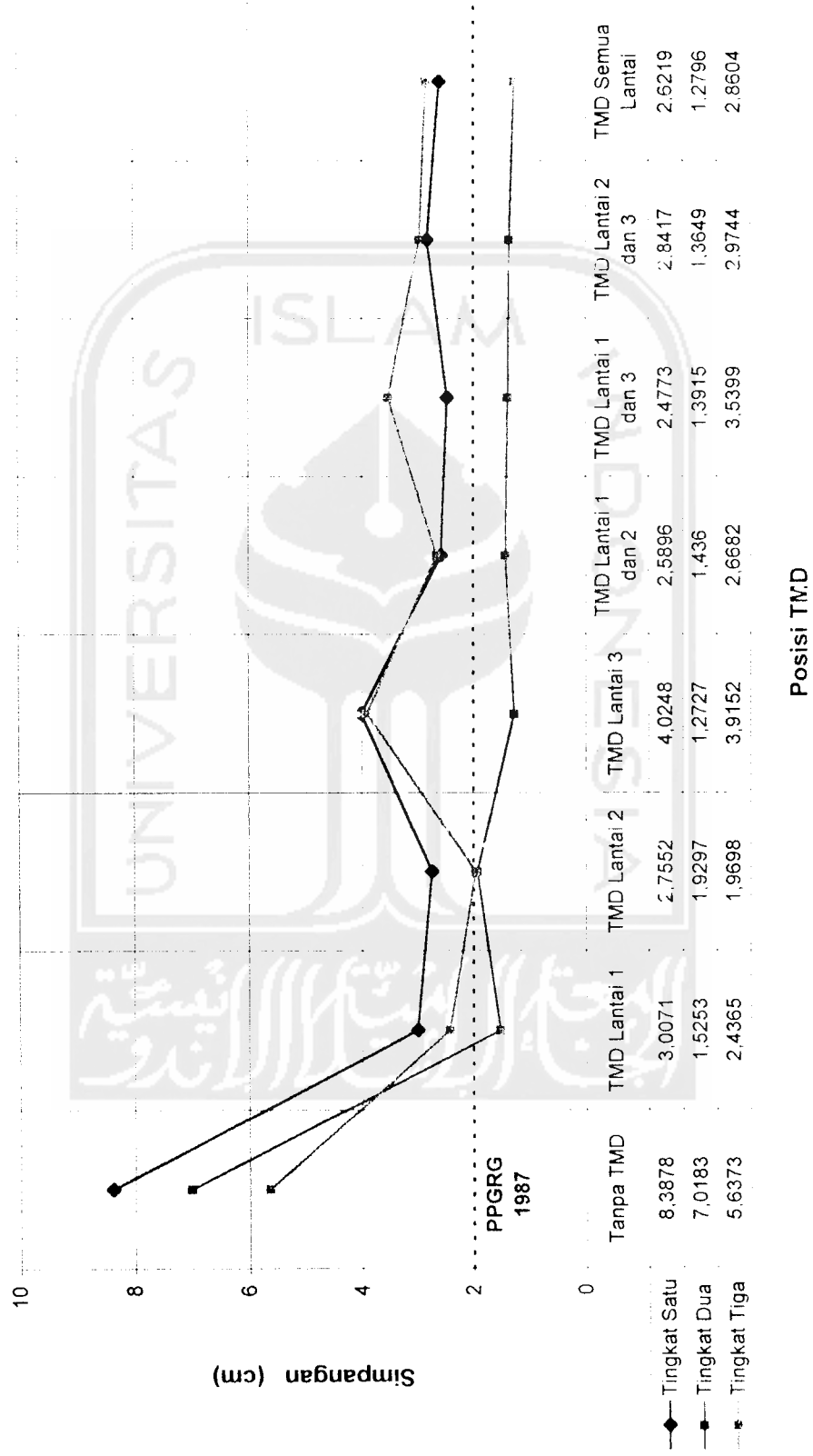
Gambar 6.1. Grafik Simpangan Relatif Maksimum Pada Struktur Dengan Damping Ratio 2%



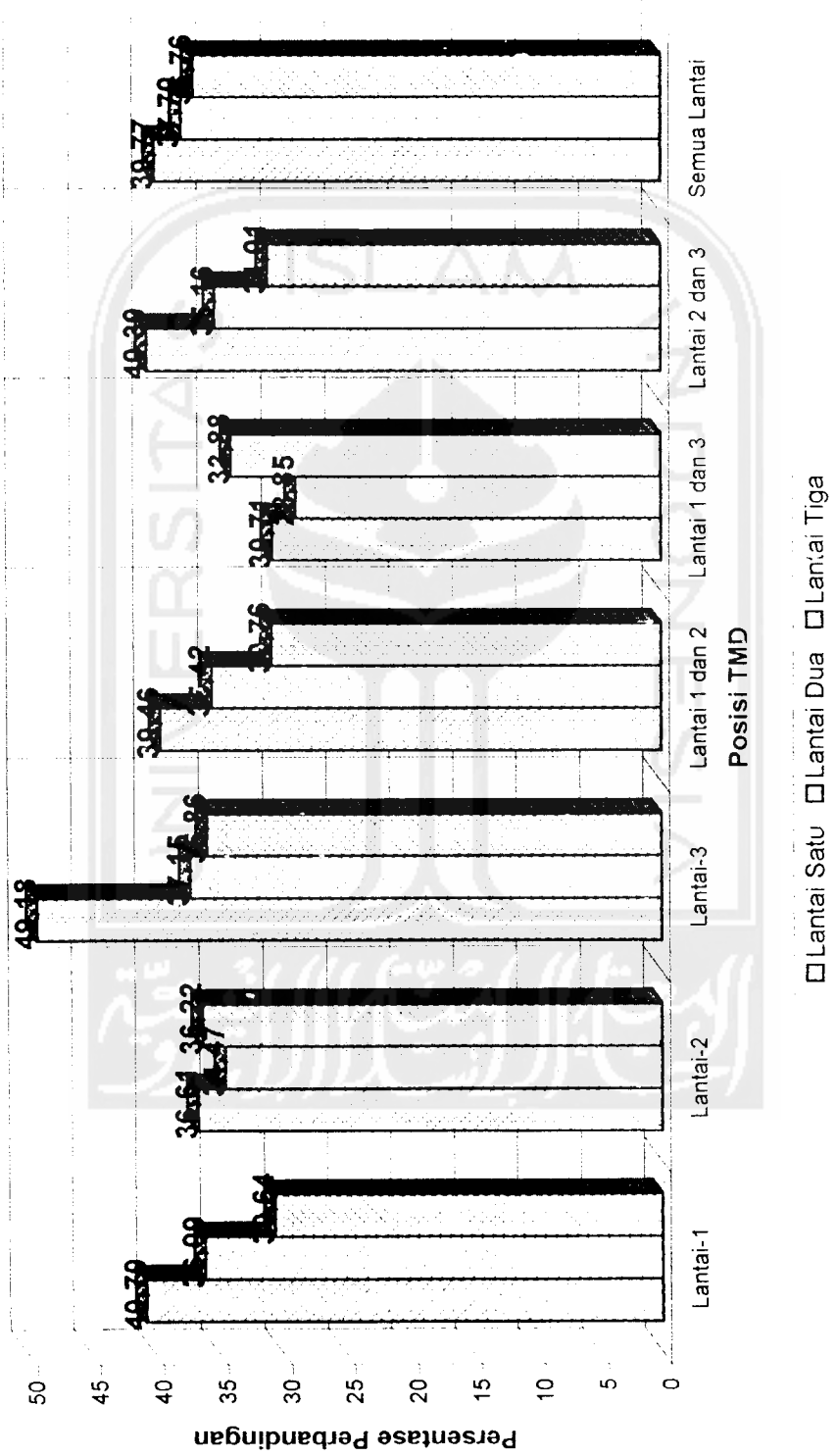
Gambar 6.2 Grafik Simpangan Relatif Maksimum Lantai Pada Struktur Dengan Damping Ratio 5%



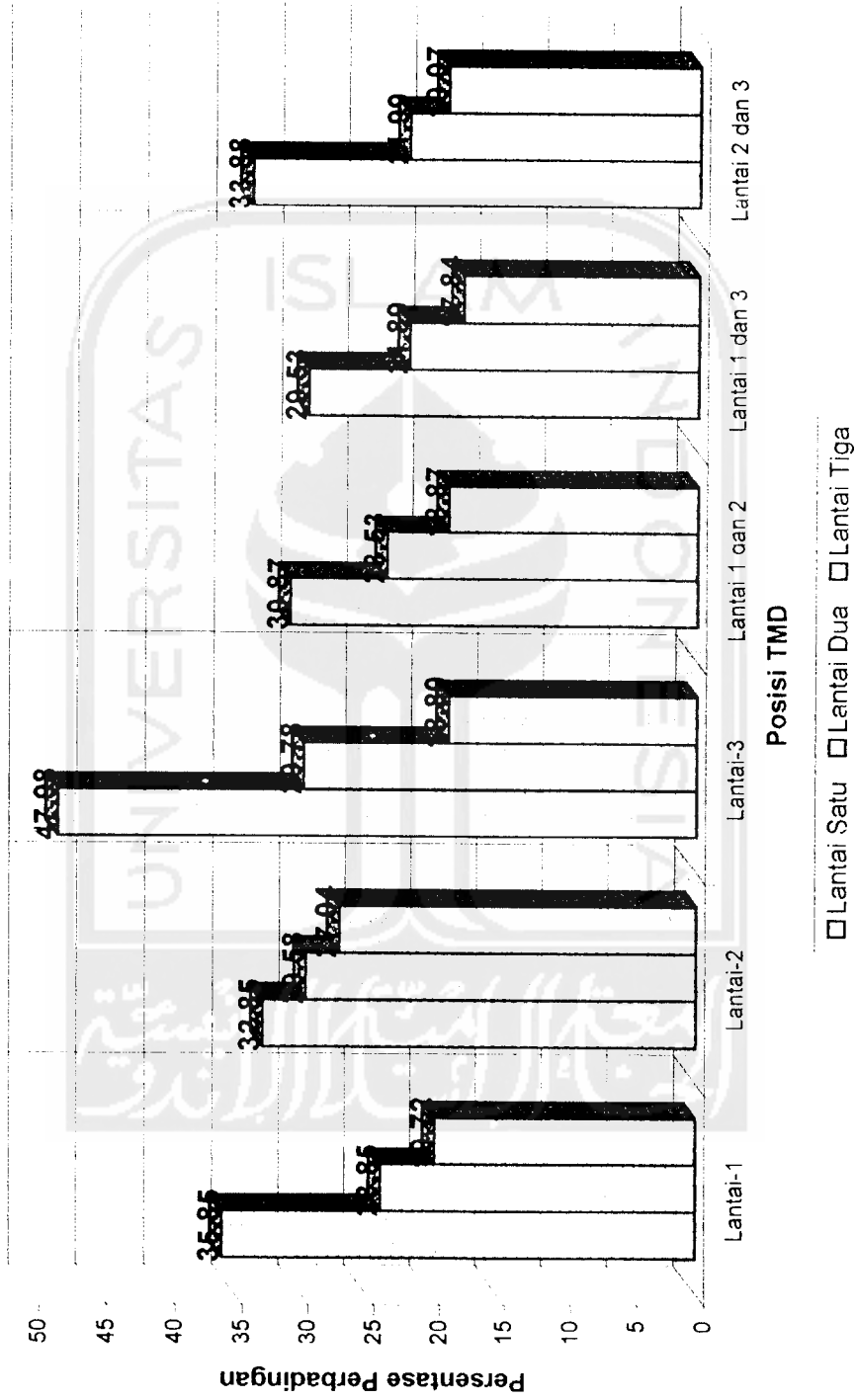
Gambar 6.3. Grafik Simpangan Antar Tingkat Maksimum Pada Struktur Dengan Damping Ratio 2%



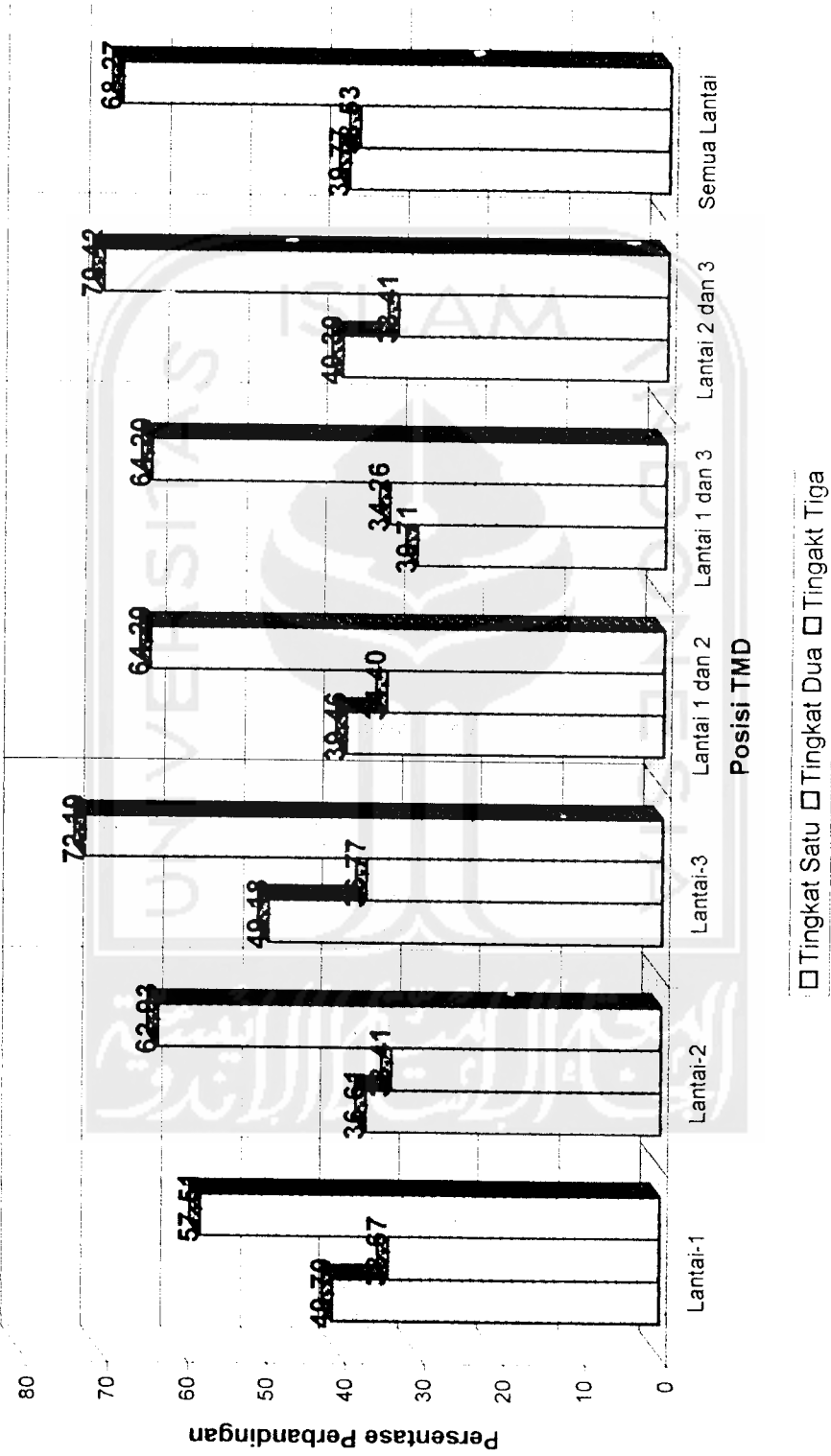
Gambar 6.4 Grafik Simpangan Antar Tingkat Maksimum Pada Struktur Dengan Damping Ratio 5%



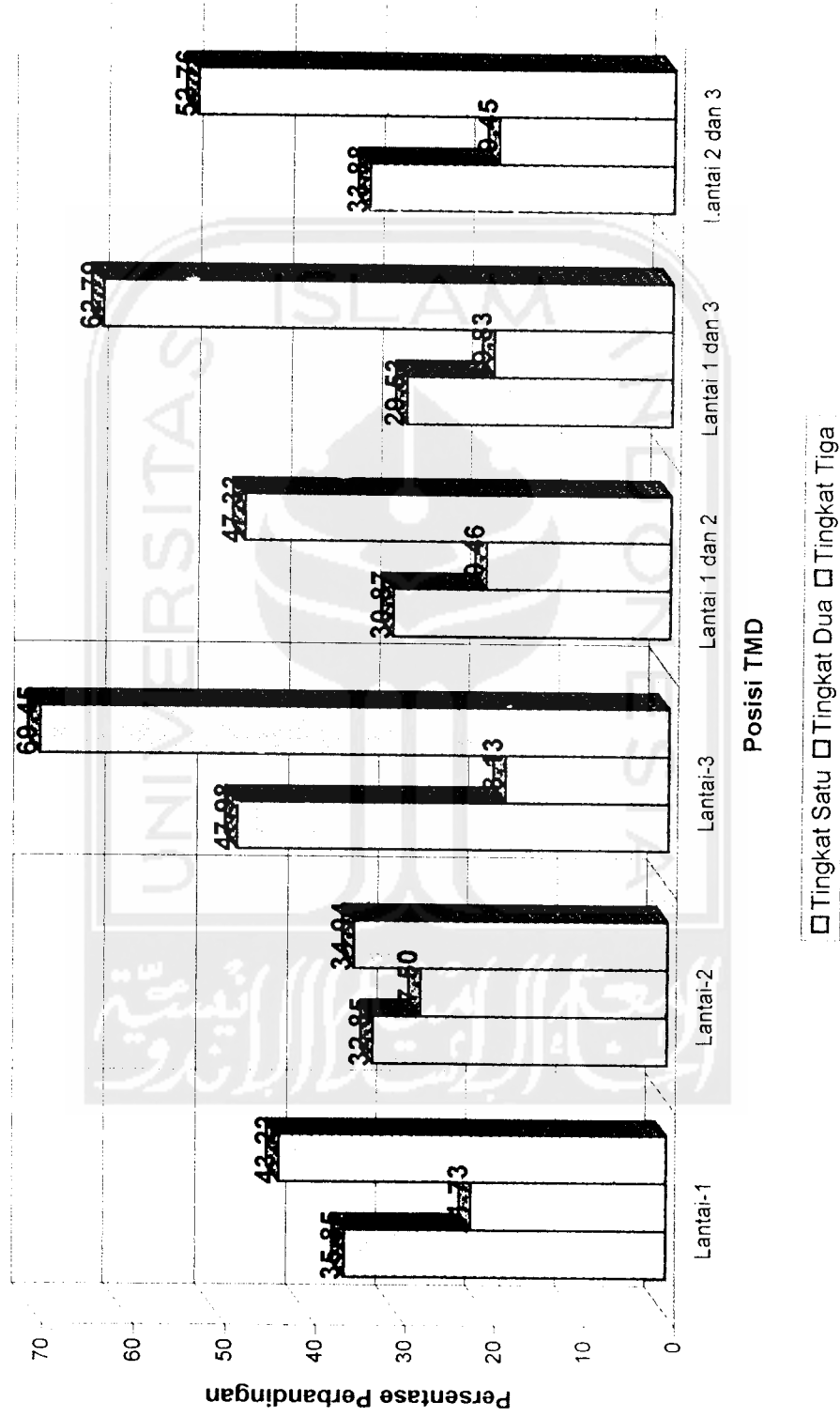
Gambar 6.5. Grafik persentase Perbandingan Simpangan Relatif Maksimum Perletakan TMD Terhadap Struktur Tanpa TMD dengan Damping Ratio 2%



Gambar 6.6. Grafik Persentase perbandingan Simpangan Relatif Maksimum Perletakan TMD Terhadap Struktur Tanpa TMD dengan Damping Ratio 5%



Gambar 6.7. Grafik Persentase Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Perletakan TMD Terhadap Struktur Tanpa TMD dengan Damping Ratio 2%



Gambar 6.8. Grafik Persentase perbandingan Simpangan Antar Tingkat Perletakan TMD Terhadap Struktur Tanpa TMD dengan Damping Ratio 5%