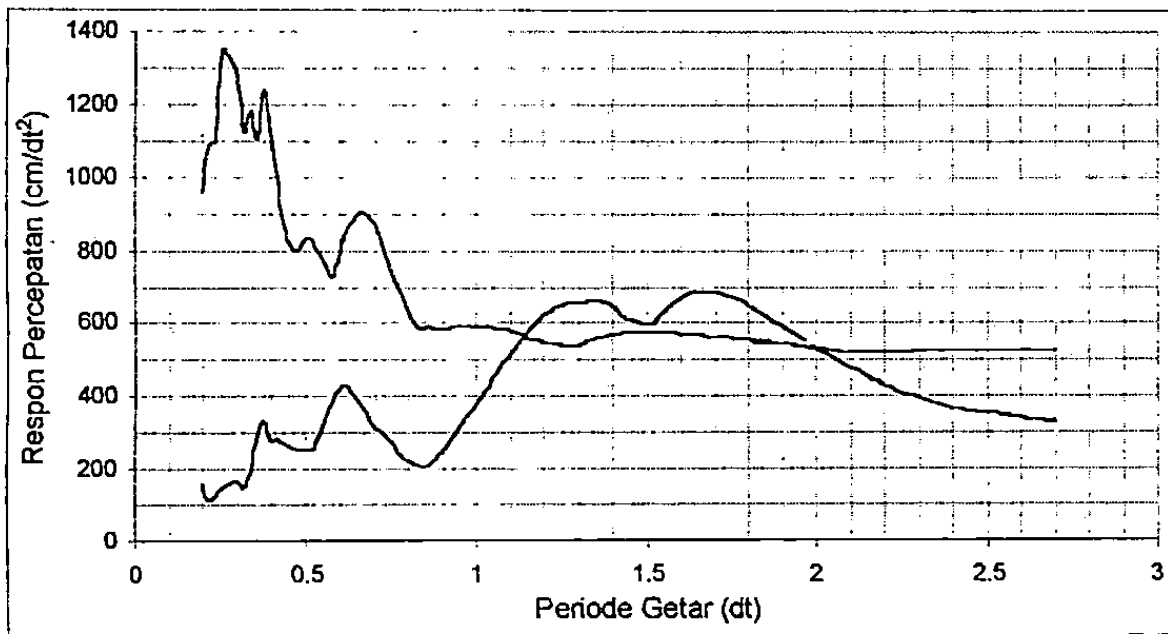


BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Kandungan Frekuensi pada Respon Spektrum Beban Gempa.

Selain dengan cara seperti yang telah dikemukakan sebelumnya, maka respon spektrum sebetulnya juga dapat dipakai untuk mengetahui kandungan/sebaran frekuensi gempa. Studi intensif seperti yang dilakukan oleh Seed dkk. (1976), Sucuoglu dan Nurtug (1995) menunjukkan bahwa kondisi/properti tanah dimana gelombang gempa merambat. Dengan demikian respon spektrum dapat dipakai untuk mendeteksi kandungan frekuensi gempa.



Gambar 4.1. Respon Spektrum

Perbandingan bentuk respon spektrum gempa Koyna dan Bucharest disajikan pada gambar 4.1. Pada gambar tersebut tampak bahwa distribusi respon spektrum gempa Koyna mencapai puncak-puncaknya pada rentang yang relatif sempit dan berada pada periode getar antara 0,20-0,40 dt. Hal ini sesuai dengan teori secara umum atau seperti yang disampaikan oleh Kramer (1996) bahwa gempa bumi yang mempunyai kandungan frekuensi relatif tinggi, puncak-puncak spektrumnya mempunyai rentang yang relatif

relatif lebih jelas letaknya, karena puncak spektrumnya relatif sempit. Gempa Koyna dengan puncak spektrum berkisar antara 0.20 – 0.40 dt dapat dikatakan bahwa gempa tersebut mempunyai frekuensi relatif tinggi. Hal ini sesuai dengan klasifikasi kandungan frekuensi seperti diusulkan oleh Tso dkk. (1992).

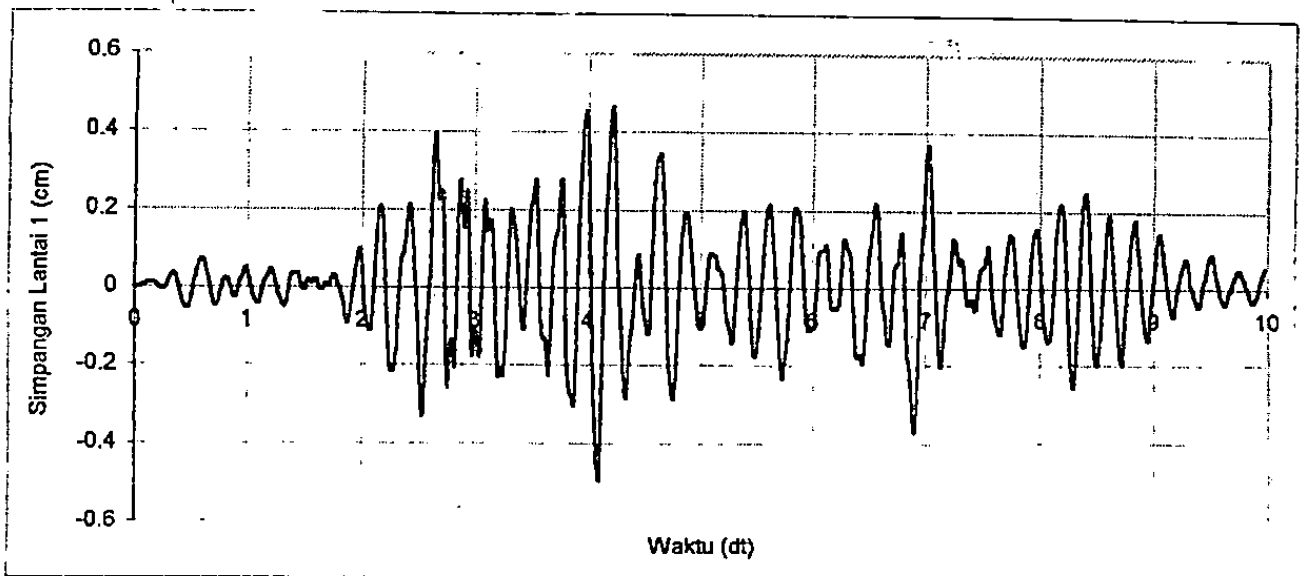
Dari gambar 4.1 tersebut tampak bahwa respon spektrum gempa Bucharest sangat berbeda dibanding dengan gempa Koyna. Bentuk spektrum gempa ini cenderung menyebar pada rentang yang relatif lebar. Hal ini berarti bahwa tidak ada periode getar yang dominan atau tidak ada frekuensi yang dominan. Hasil seperti ini senada seperti yang disampaikan oleh Kramer (1996). Walaupun frekuensi gempa menyebar pada rentang yang relatif lebar, tetapi frekuensi yang dianggap dominan umumnya juga dapat diprakirakan. Seperti tampak pada gambar 4.1 tersebut, dominasi frekuensi gempa Bucharest diprakirakan terletak pada periode getar $T = 0.28$ dt, sedangkan gempa Koyna diprakirakan pada periode getar $T = 1.68$ dt. Dengan perbedaan kandungan frekuensi tersebut, diharapkan keduanya akan mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap respon struktur.

4.2. Validasi Parameter Percepatan Tanah Akibat Gempa.

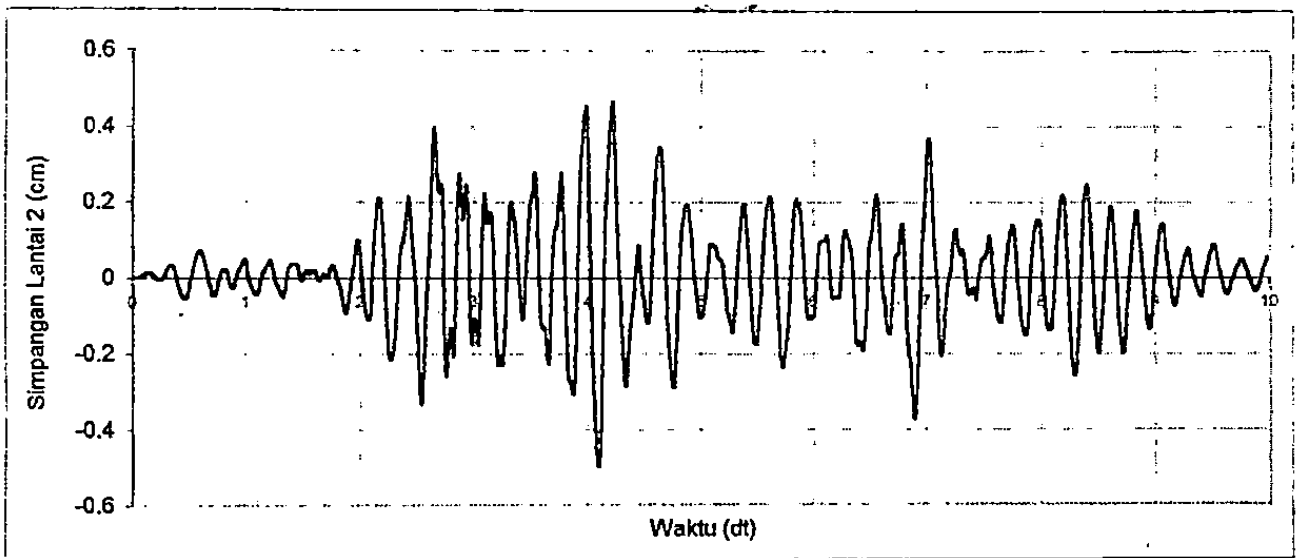
Sebelum menginjak pada pembahasan efek frekuensi gempa maka akan dibahas terlebih dahulu validasi parameter percepatan tanah akibat gempa untuk mendiskripsikan pengaruhnya terhadap respon struktur. Kadang-kadang hal tersebut juga diistilahkan sebagai *damage potensial* atau daya rusak gempa terhadap struktur. Untuk membahas validasi tersebut dapat ditinjau dari hasil perbandingan simpangan horisontalnya.

4.2.1. Simpangan Horisontal Kolom Ukuran 60 x 60 cm.

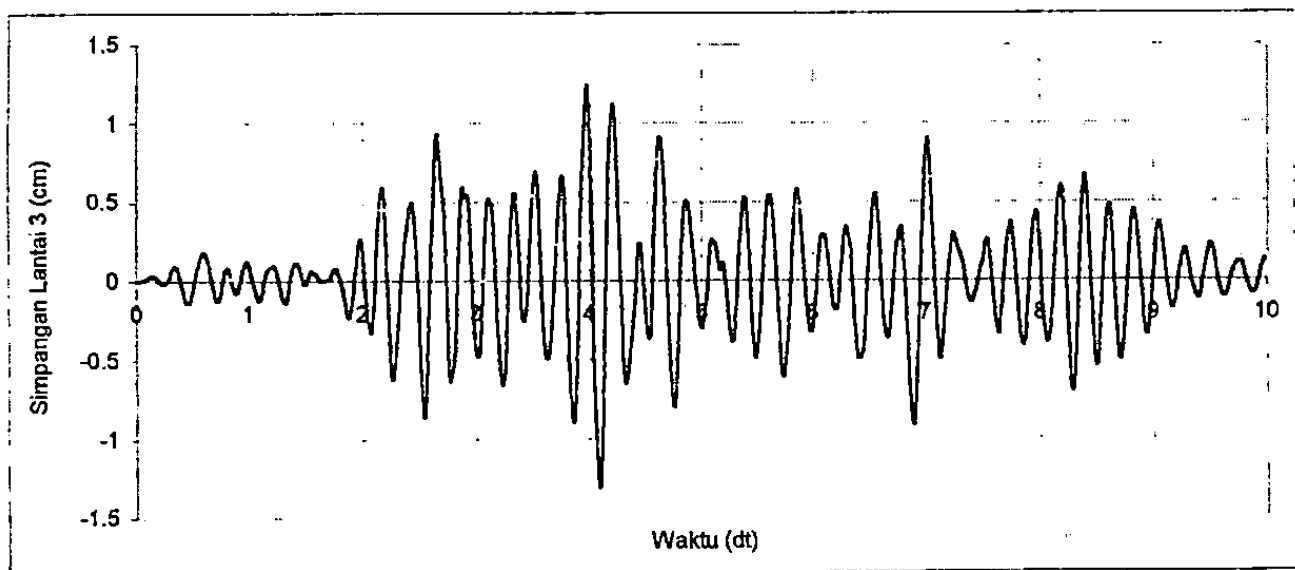
Simpangan horisontal tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Koyna untuk ukuran kolom 60/60 cm dengan skala penuh disajikan berturut-turut pada gambar 4.2 sampai dengan gambar 4.6, Sedangkan gabungan dari kelima tingkat tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.7. Simpangan maksimum untuk tingkat-tingkat tersebut berturut-turut adalah 0.4955 cm, 0.9542 cm, 1.3177 cm, 1.5735 cm, dan 1.6975 cm,



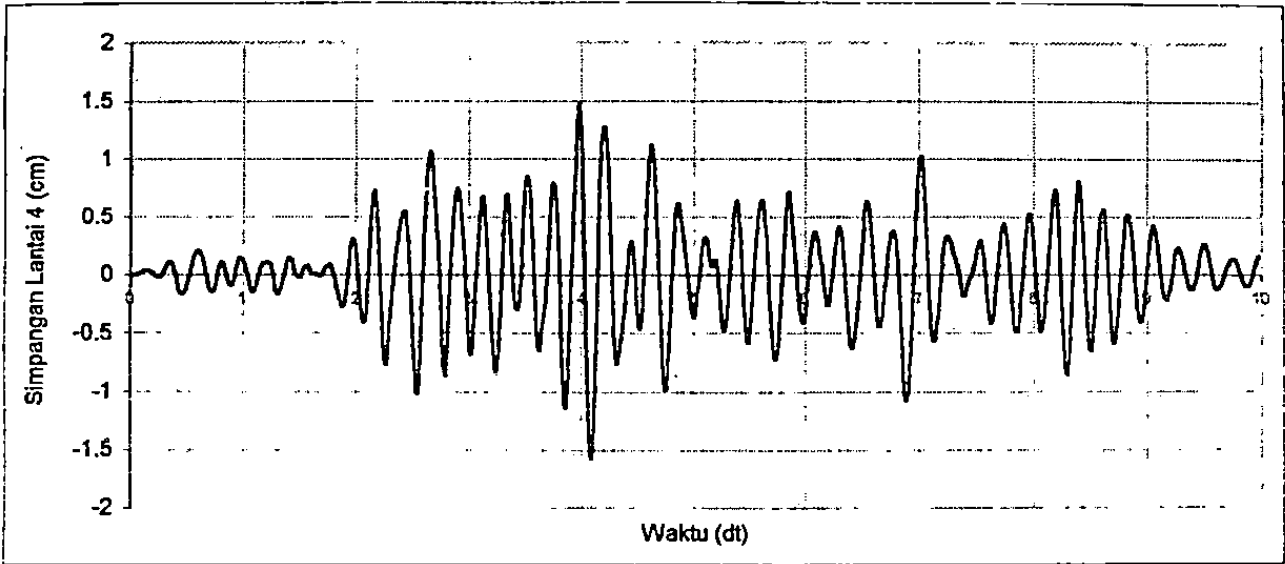
Gambar 4.2. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Koyana, Kolom 60/60 cm) Lantai 1.



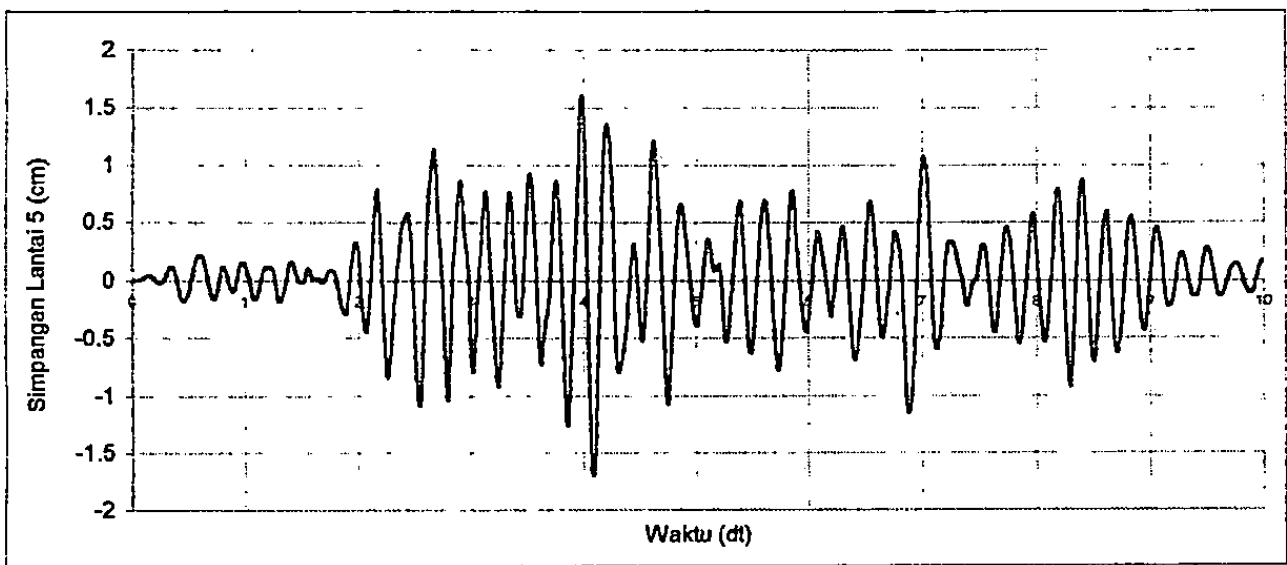
Gambar 4.3. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Koyana, Kolom 60/60 cm) Lantai 2.



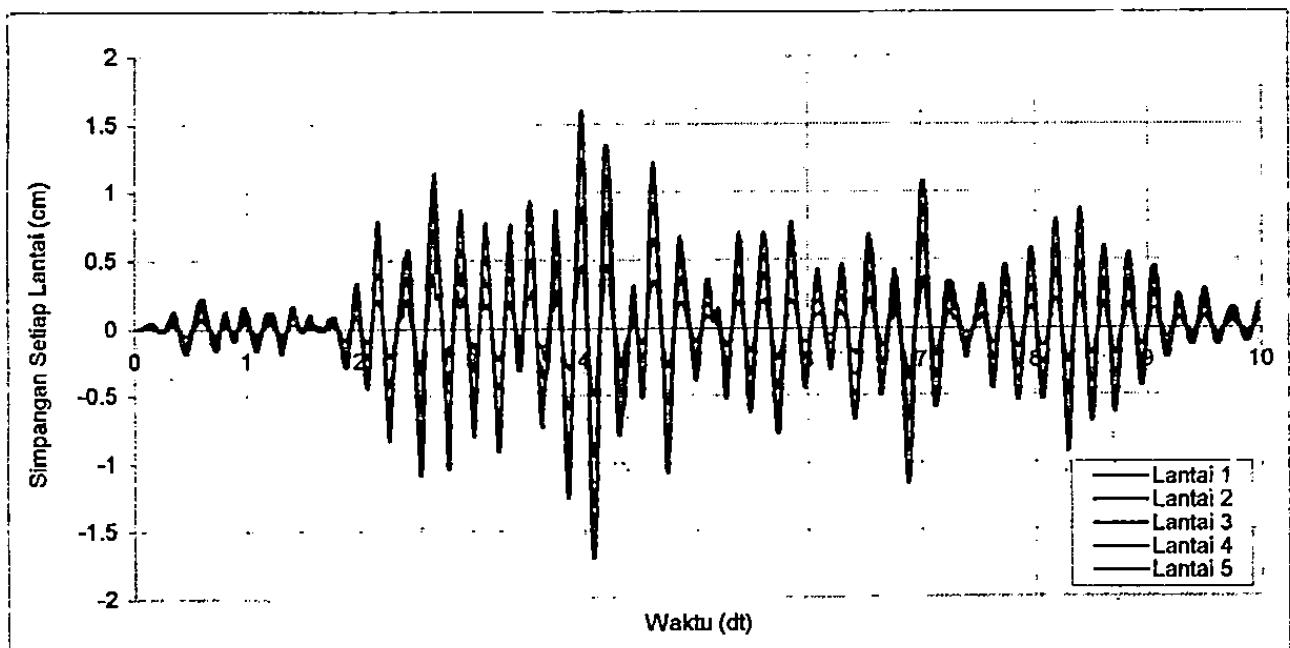
Gambar 4.4. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Koyana, Kolom 60/60 cm) Lantai 3.



Gambar 4.5. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 60/60 cm) Lantai 4.



Gambar 4.6. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 60/60 cm) Lantai 5.



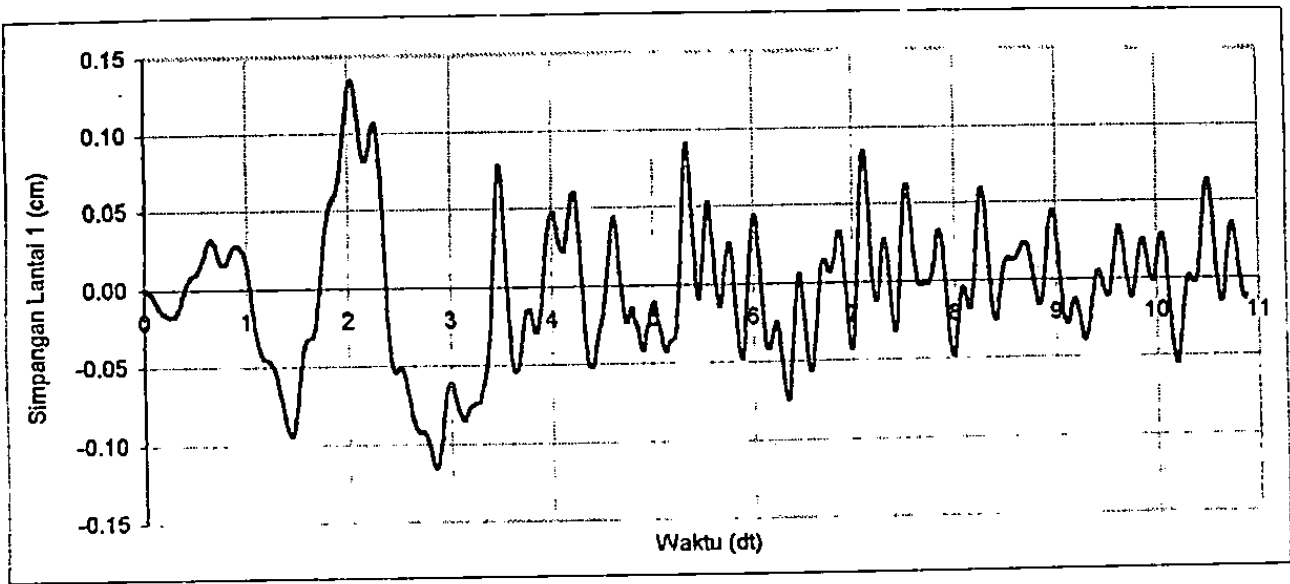
Simpangan horisontal tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Bucharest disajikan berturut-turut pada gambar 4.8 sampai dengan gambar 4.12, Sedangkan gabungan dari kelima tingkat tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.13. Simpangan maksimum untuk tingkat-tingkat tersebut ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Perbandingan Simpangan Horisontal Maksimum.

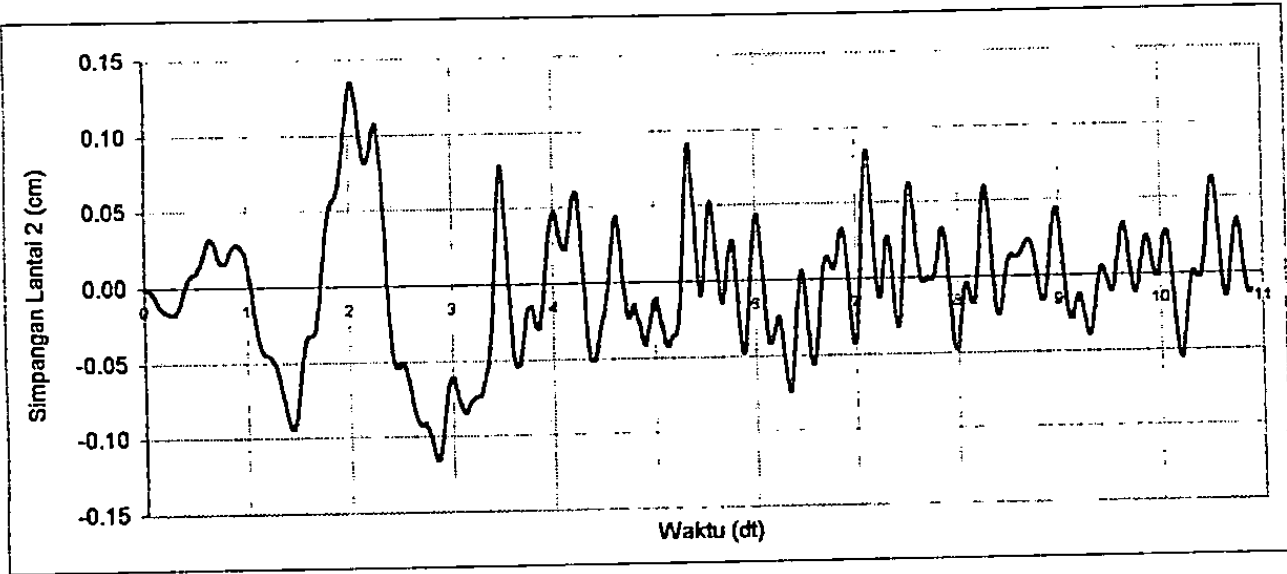
Ukuran Kolom (cm)	Tingkat ke	Simpangan (cm)		Rasio (kali)	Keterangan
		Bucharest	Koyna		
60 x 60	1	0,1350	0.4955	3.67	Lebih Besar
	2	0,2442	0.9542	3.91	Lebih Besar
	3	0,3258	1.3177	4.04	Lebih Besar
	4	0,3791	1.5735	4.15	Lebih Besar
	5	0,4029	1.6975	4.21	Lebih Besar
50 x 50	1	0,3265	1.2540	3.84	Lebih Besar
	2	0,5994	2.2738	3.79	Lebih Besar
	3	0,8085	2.9720	3.68	Lebih Besar
	4	0,9461	3.3702	3.56	Lebih Besar
	5	1.0078	3.5309	3.50	Lebih Besar
40 x 40	1	0,7783	1.4168	1.82	Lebih Besar
	2	1,4481	2.7846	1.92	Lebih Besar
	3	1,9689	3.9578	2.01	Lebih Besar
	4	2,3170	4.7600	2.05	Lebih Besar
	5	2,4736	5.1046	2.06	Lebih Besar

4.2.2. Simpangan Horisontal Kolom Ukuran 50 x 50 cm.

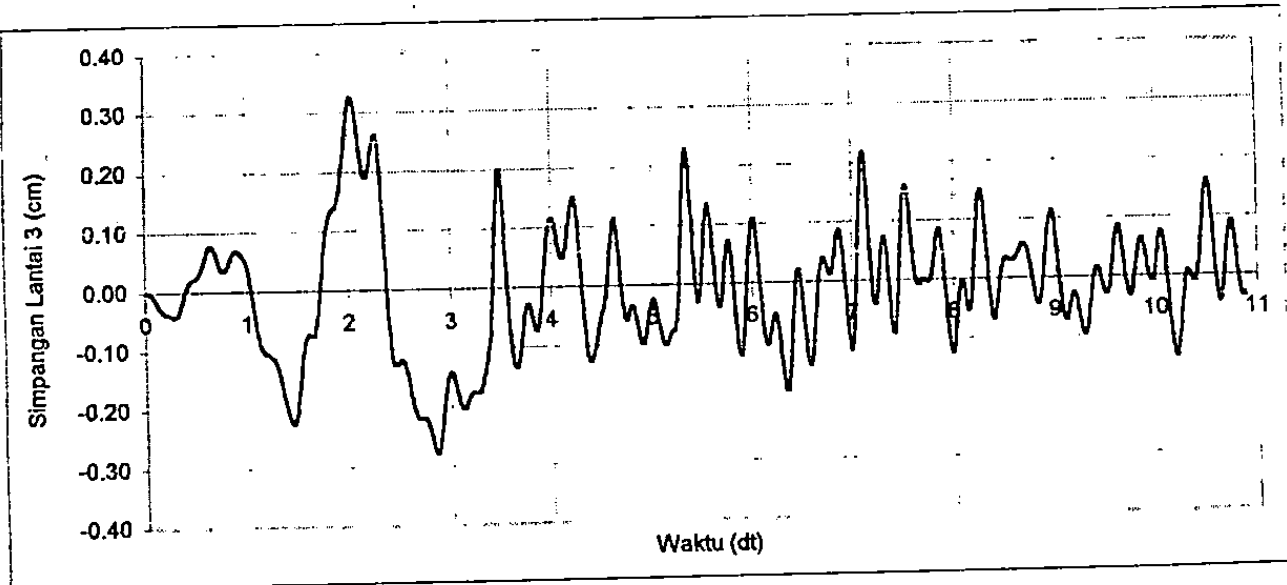
Simpangan horisontal tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Koyna untuk ukuran kolom 50/50 cm dengan skala penuh disajikan berturut-turut pada gambar 4.14 sampai dengan gambar 4.18, Sedangkan gabungan dari kelima tingkat tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.19. Simpangan maksimum untuk tingkat-tingkat tersebut ditunjukkan pada tabel 4.1.



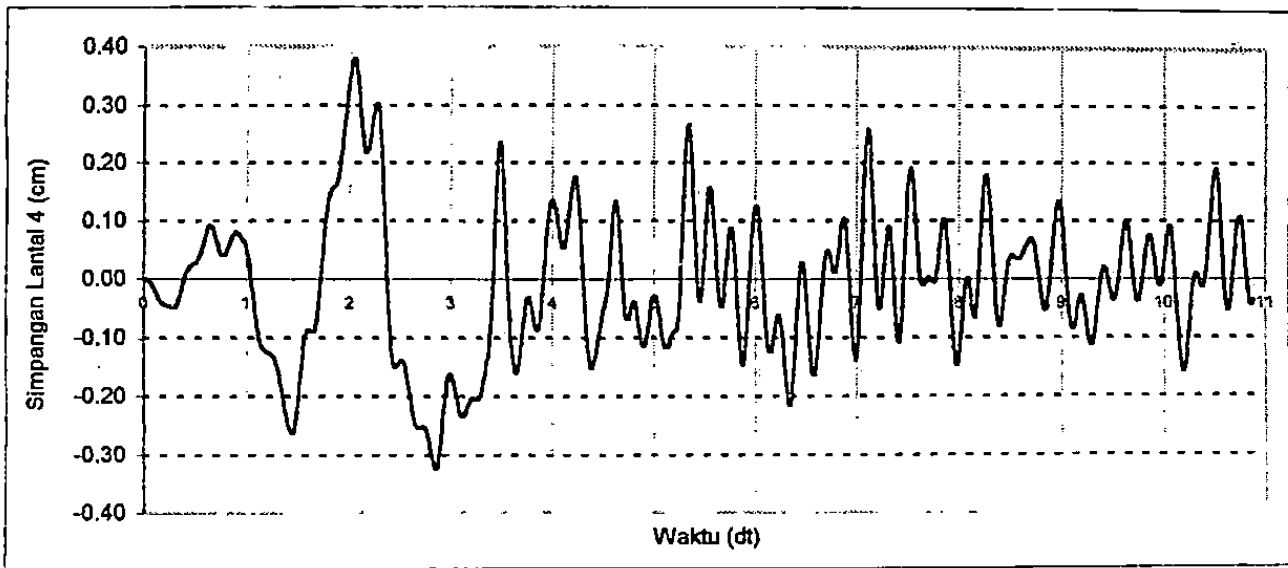
Gambar 4.8. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 60/60 cm) Lantai 1.



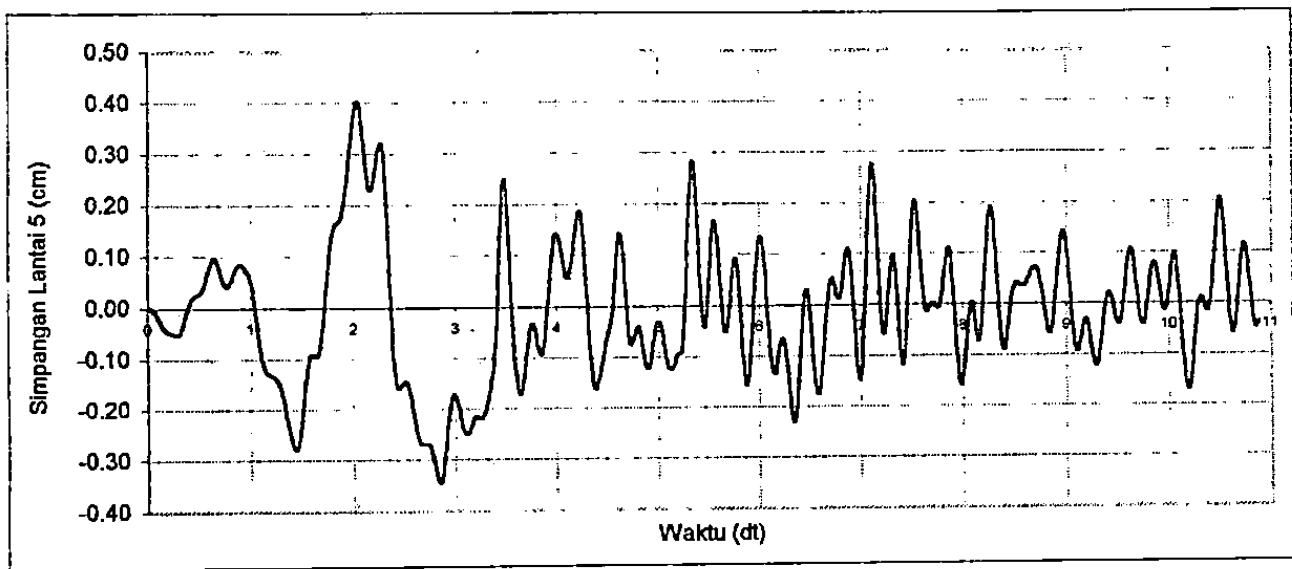
Gambar 4.9. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 60/60 cm) Lantai 2.



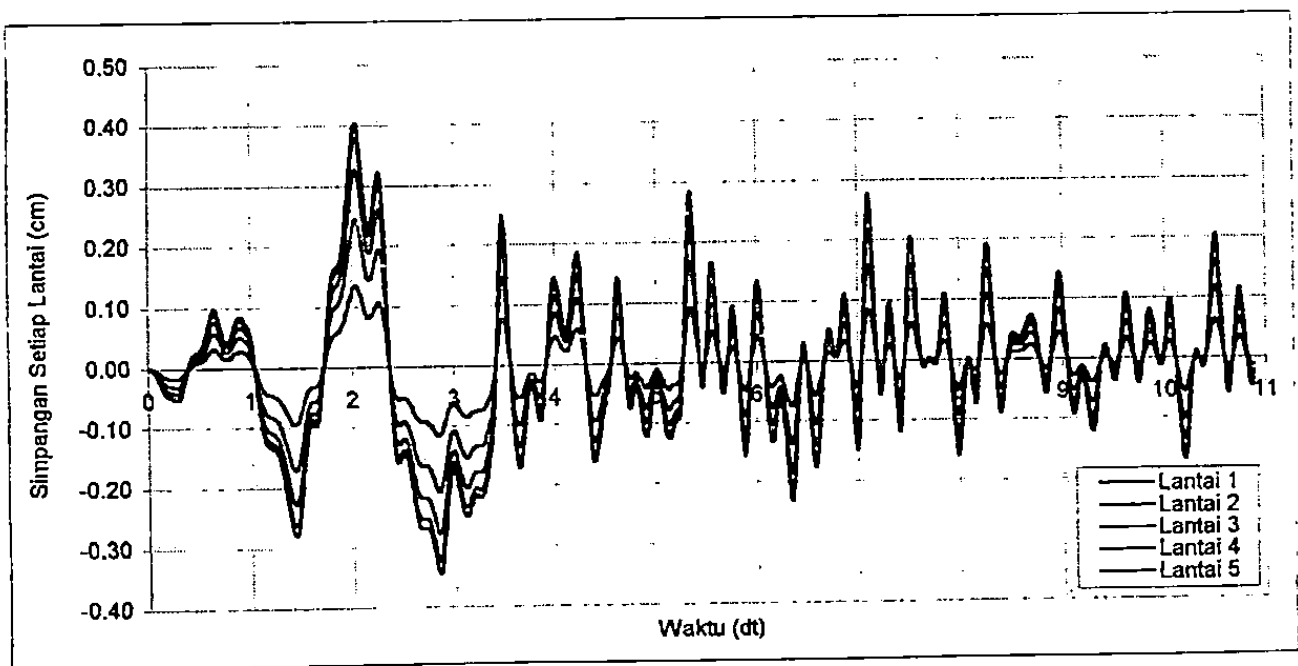
Gambar 4.10. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 60/60 cm) Lantai 3.



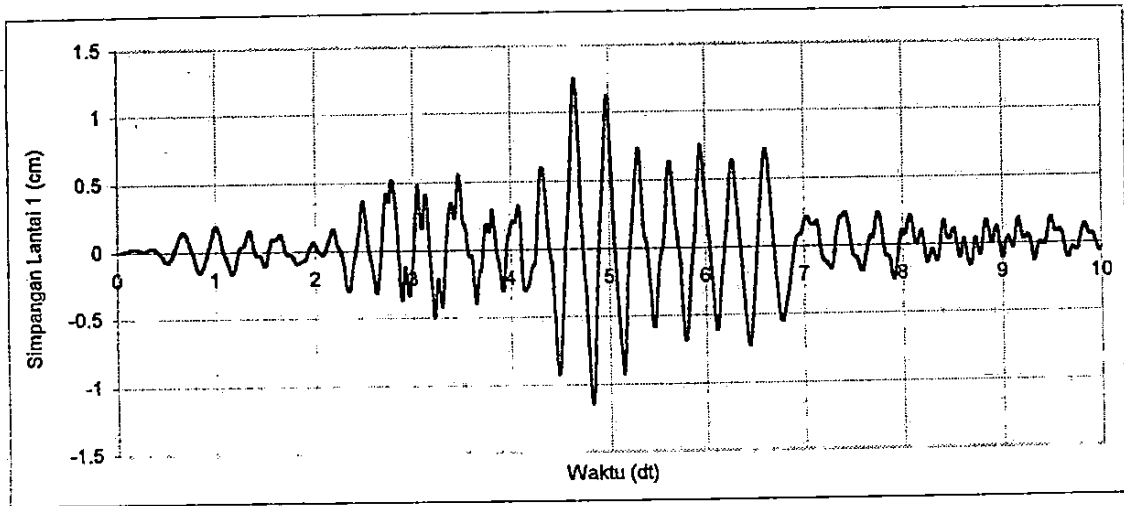
Gambar 4.11. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 60/60 cm) Lantai 4.



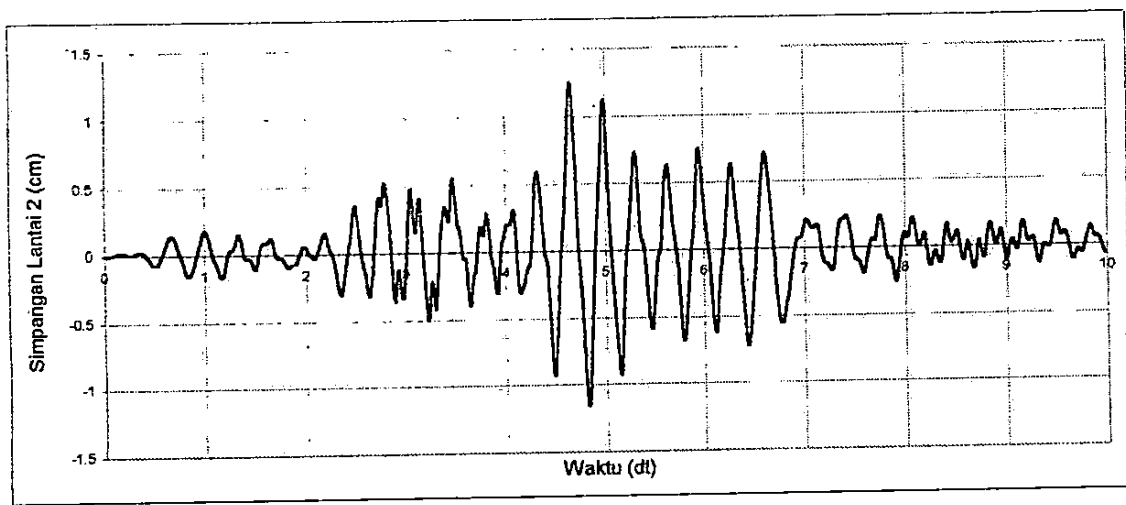
Gambar 4.12. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 60/60 cm) Lantai 5.



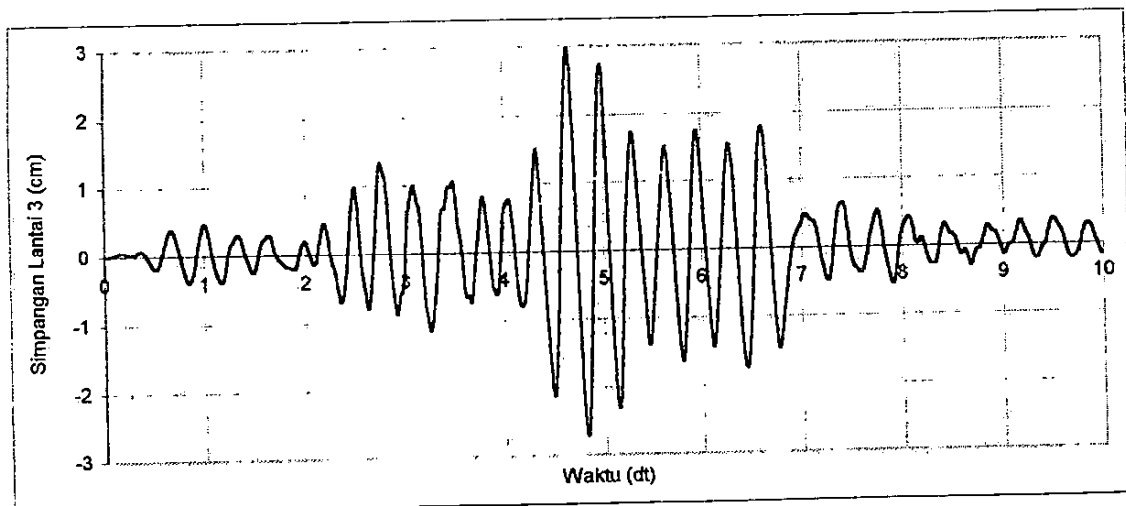
Gambar 4.13. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 60/60 cm) Semua Lantai



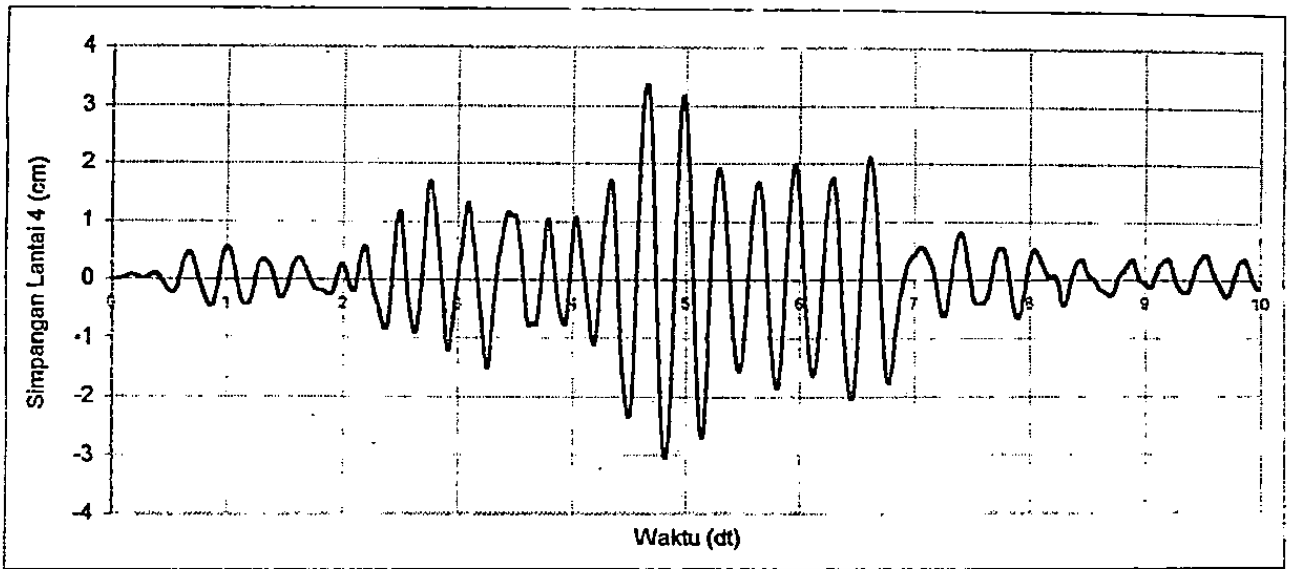
Gambar 4.14. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Lantai 1.



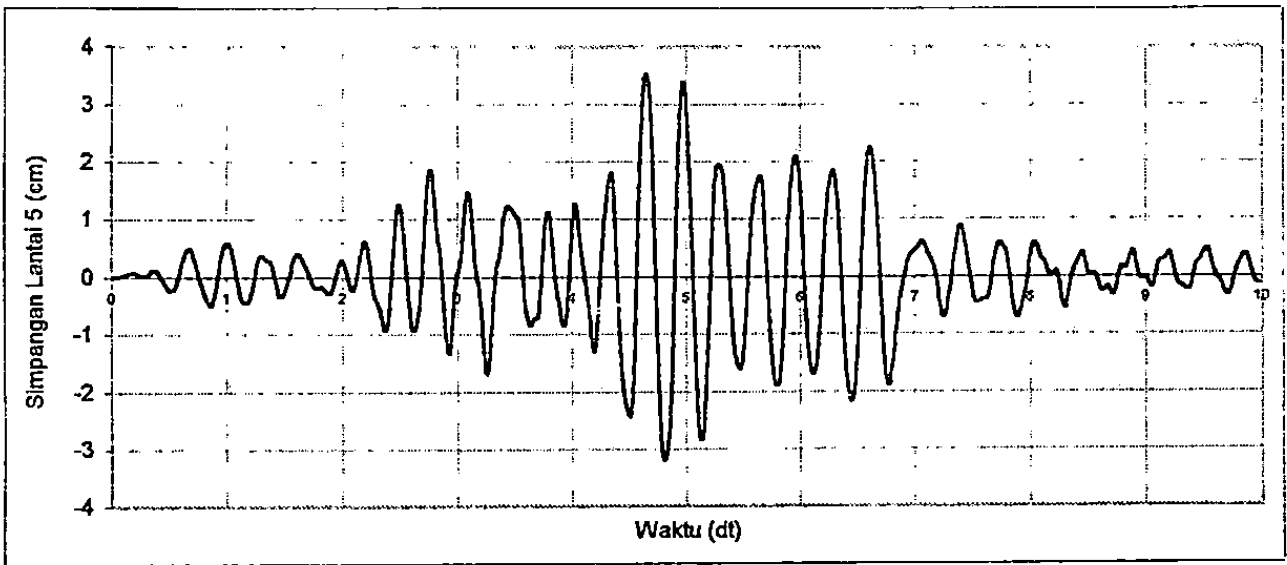
Gambar 4.15. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Lantai 2.



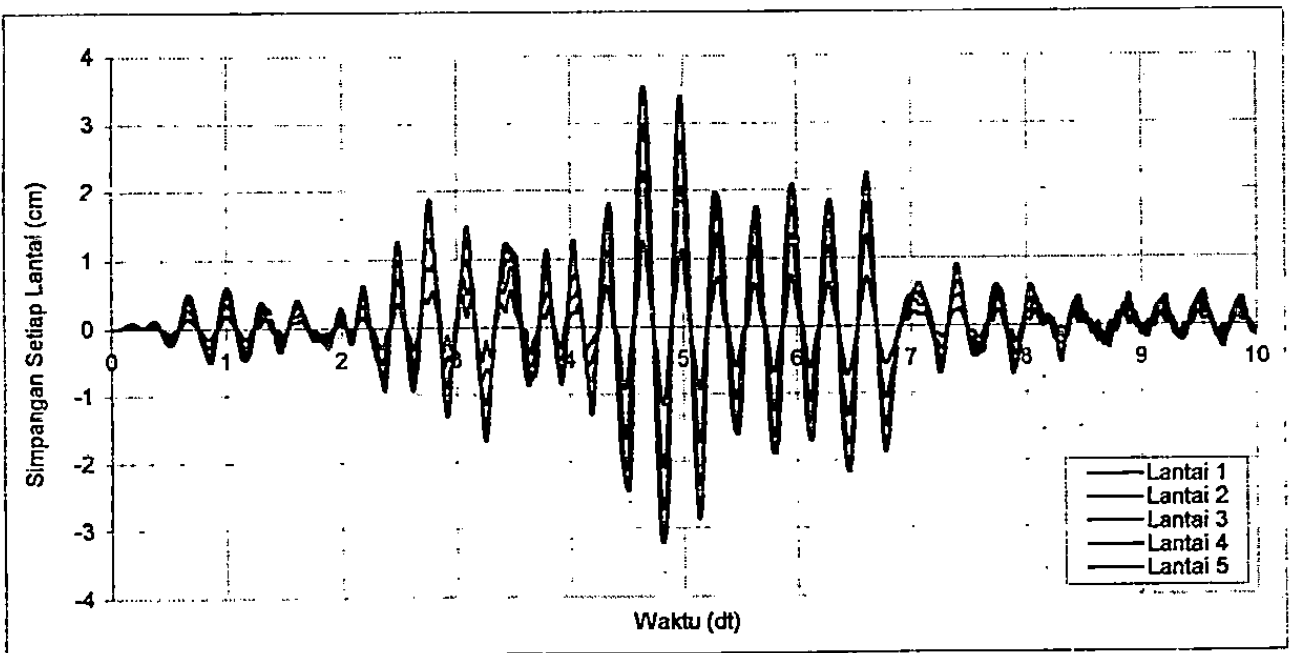
Gambar 4.16. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Lantai 3.



Gambar 4.17. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Lantai 4.



Gambar 4.18. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Lantai 5.



Gambar 4.19. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Semua Lantai

Simpangan horisontal tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Bucharest disajikan berturut-turut pada gambar 4.20 sampai dengan gambar 4.24, Sedangkan gabungan dari kelima tingkat tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.25. Simpangan maksimum ditunjukkan pada tabel 4.1.

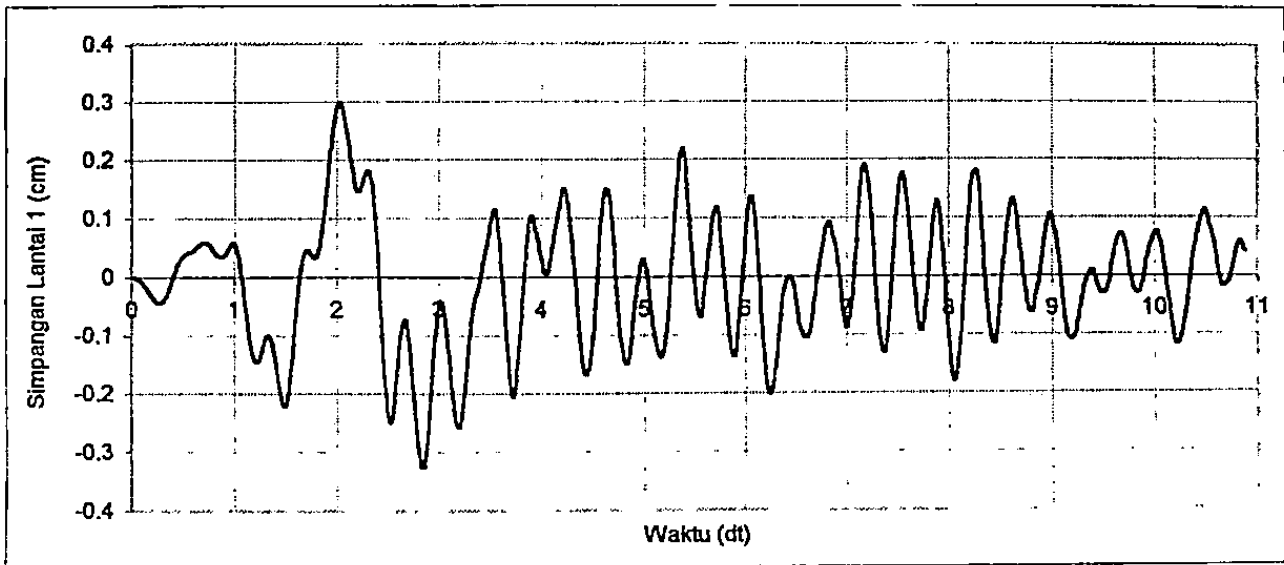
4.2.3. Simpangan Horisontal Kolom Ukuran 40 x 40 cm.

Simpangan horisontal tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Koyna untuk ukuran kolom 40/40 cm dengan skala penuh disajikan berturut-turut pada gambar 4.26 sampai dengan gambar 4.30, Sedangkan gabungan dari kelima tingkat tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.31. Simpangan maksimum untuk tingkat-tingkat tersebut ditunjukkan pada tabel 4.1.

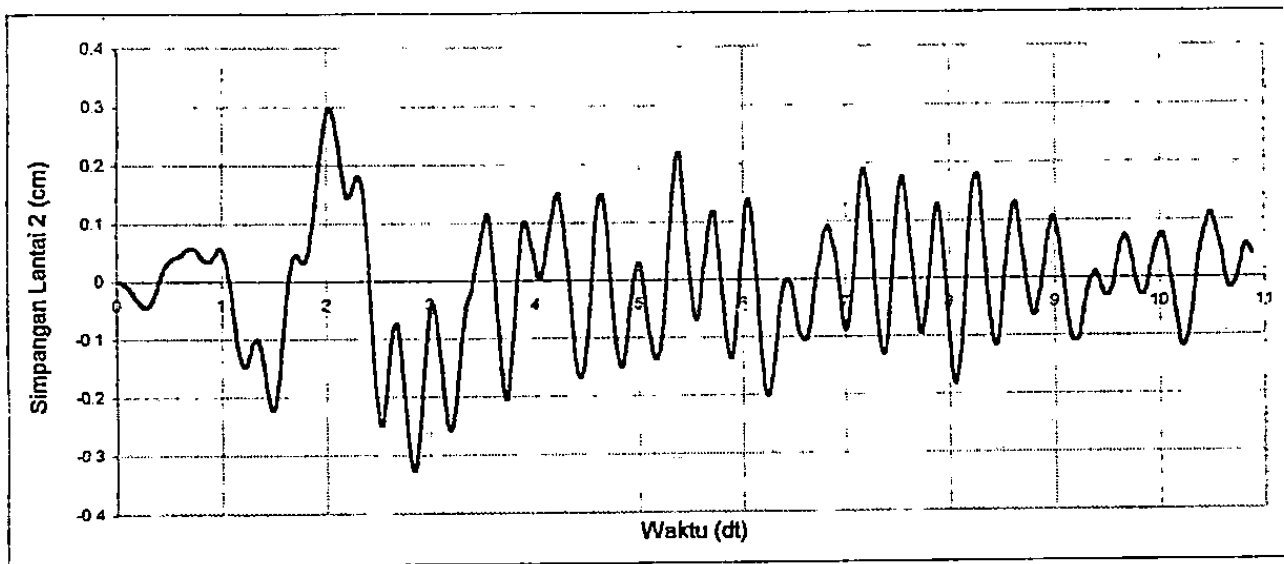
Simpangan horisontal tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Bucharest disajikan berturut-turut pada gambar 4.32 sampai dengan gambar 4.36, Sedangkan gabungan dari kelima tingkat tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.37. Simpangan maksimum untuk tingkat-tingkat tersebut ditunjukkan pada tabel 4.1.

Dari ketiga kondisi tersebut simpangan struktur untuk semua tingkat berada pada satu *phase* artinya simpangan horisontal untuk semua tingkat cenderung terjadi pada arah yang sama, baik akibat gempa Koyna maupun Bucharest.

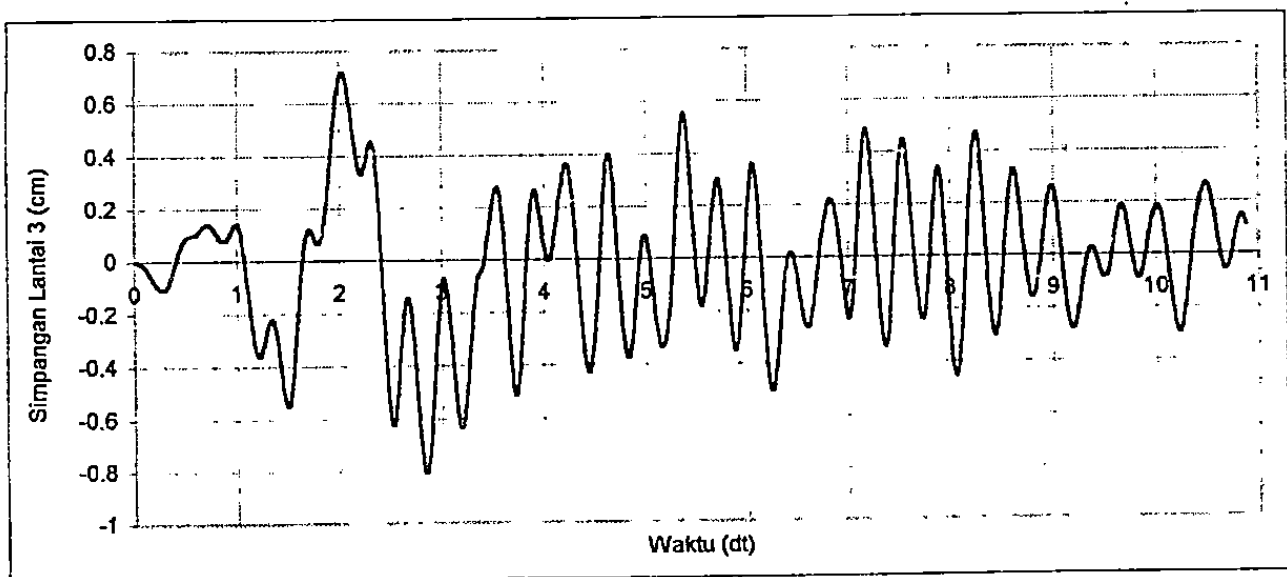
Besarnya percepatan tanah maksimum gempa Koyna adalah 548.80 cm/dt^2 , dan percepatan tanah maksimum gempa Bucharest adalah 225.40 cm/dt^2 . Dengan demikian perbandingan percepatan tanah maksimum gempa Koyna adalah 2.435 kali lebih besar daripada percepatan tanah maksimum gempa Bucharest. Sedangkan perbandingan simpangan horisontal maksimum tingkat ke-5 untuk kolom ukuran 60/60 cm akibat gempa Koyna adalah sebesar 4.21 kali lebih besar dari pada gempa Bucharest sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.1. Untuk kolom ukuran 50/50 cm akibat gempa Koyna adalah sebesar 3.50 kali lebih besar dari pada gempa Bucharest, untuk ukuran kolom 40/40 cm akibat gempa Koyna adalah sebesar 2.06 kali lebih besar dari pada gempa Bucharest. Hal ini menunjukkan bahwa parameter percepatan tanah bukan satu-satunya parameter yang dapat dipakai untuk mengetahui *damage potential* suatu gempa tetapi terdapat parameter lain yang harus diperhatikan. Hal tersebut juga ditunjukkan dengan perbandingan besaran dan percepatan sebagaimana tertulis pada tabel 4.2

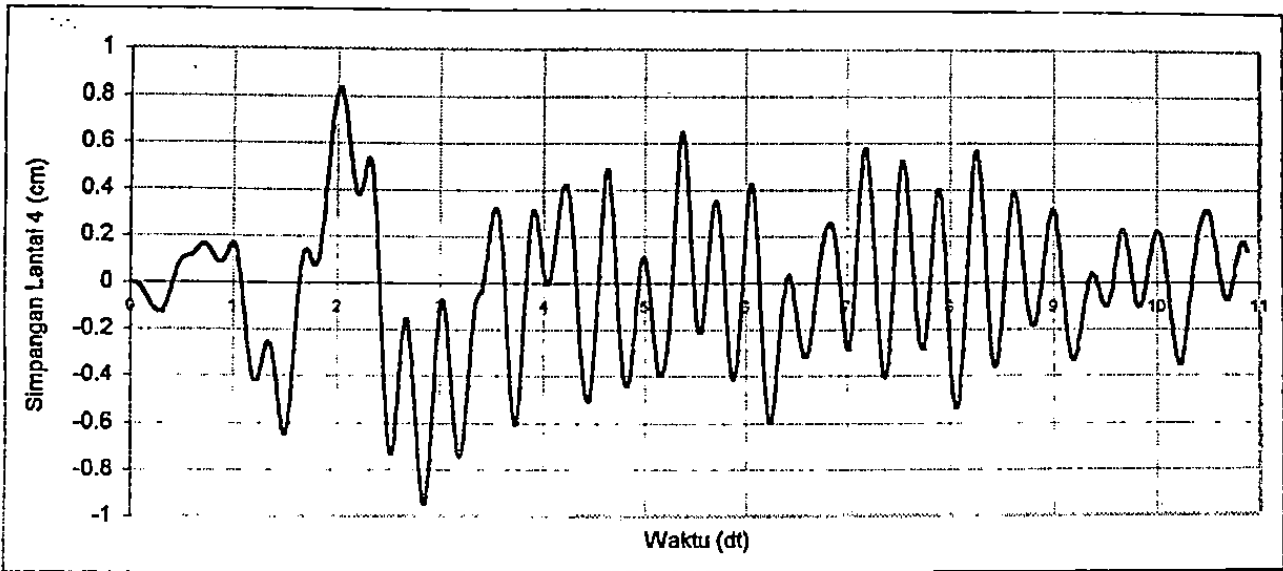


Gambar 4.20. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 50/50 cm) Lantai 1.

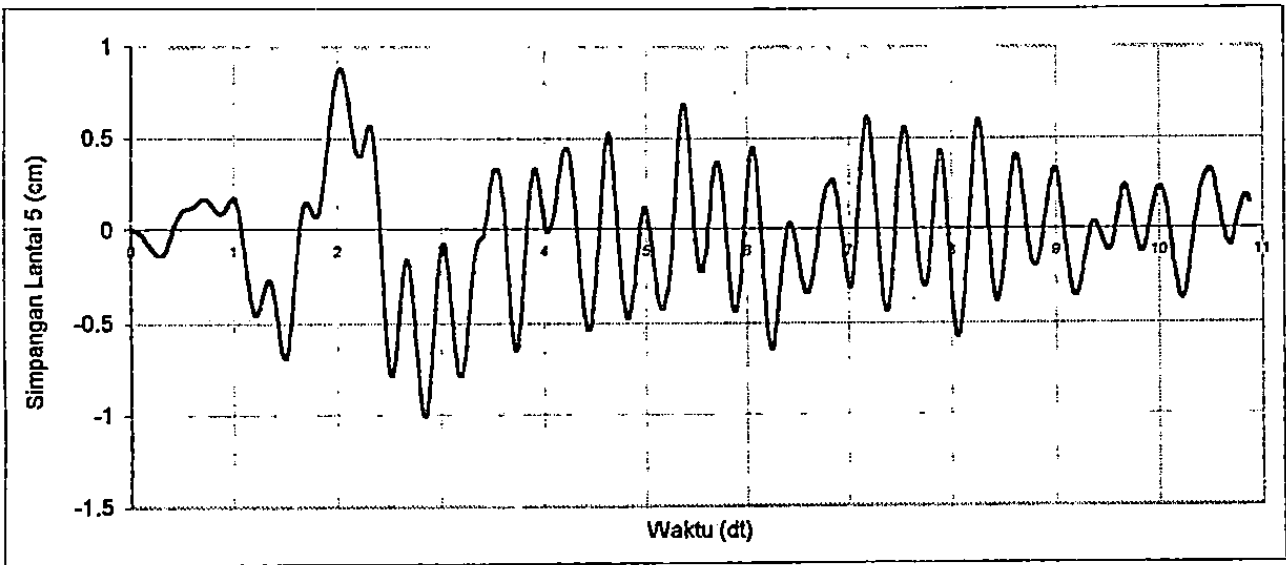


Gambar 4.21. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 50/50 cm) Lantai 2.

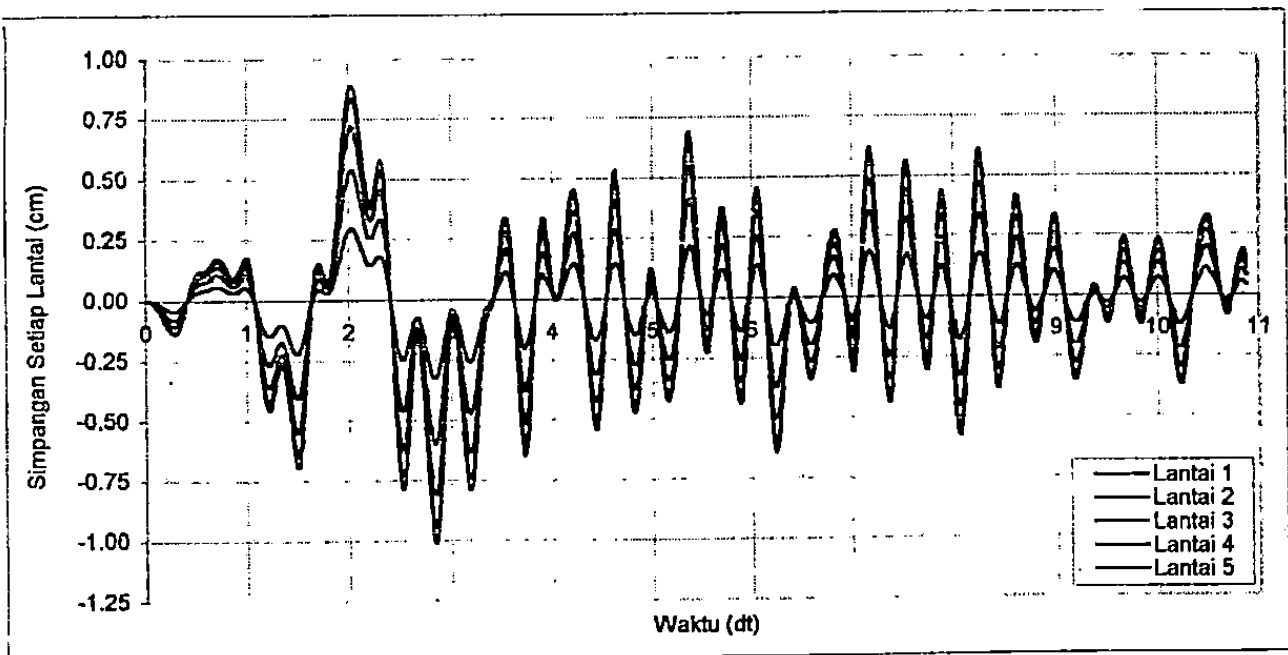




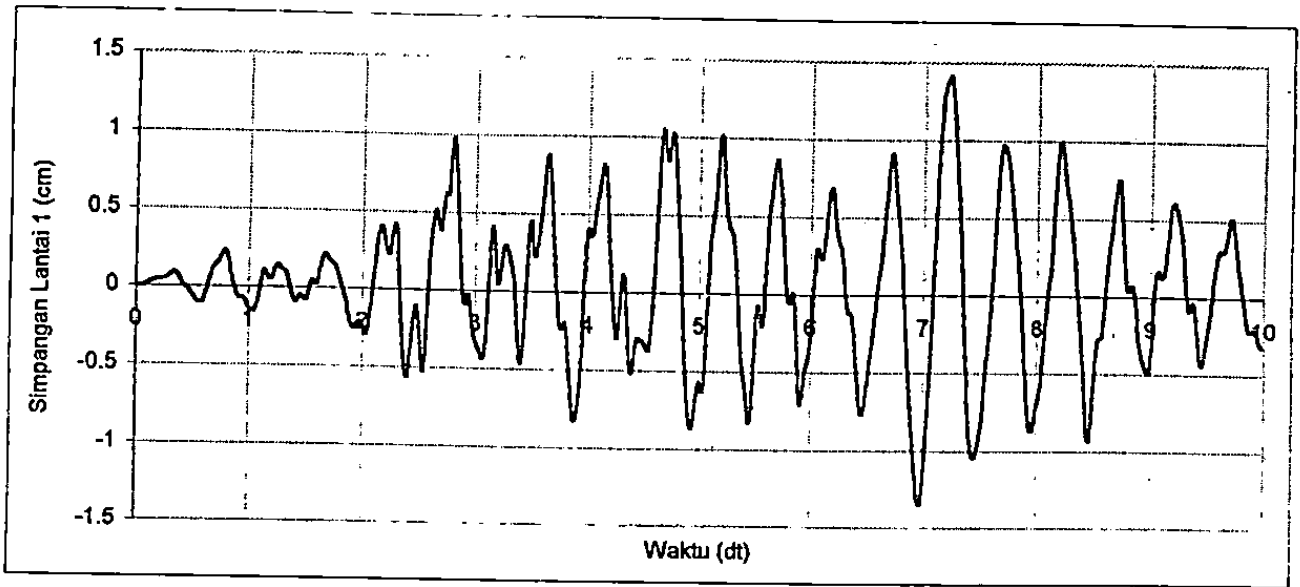
Gambar 4.23. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 50/50 cm) Lantai 4.



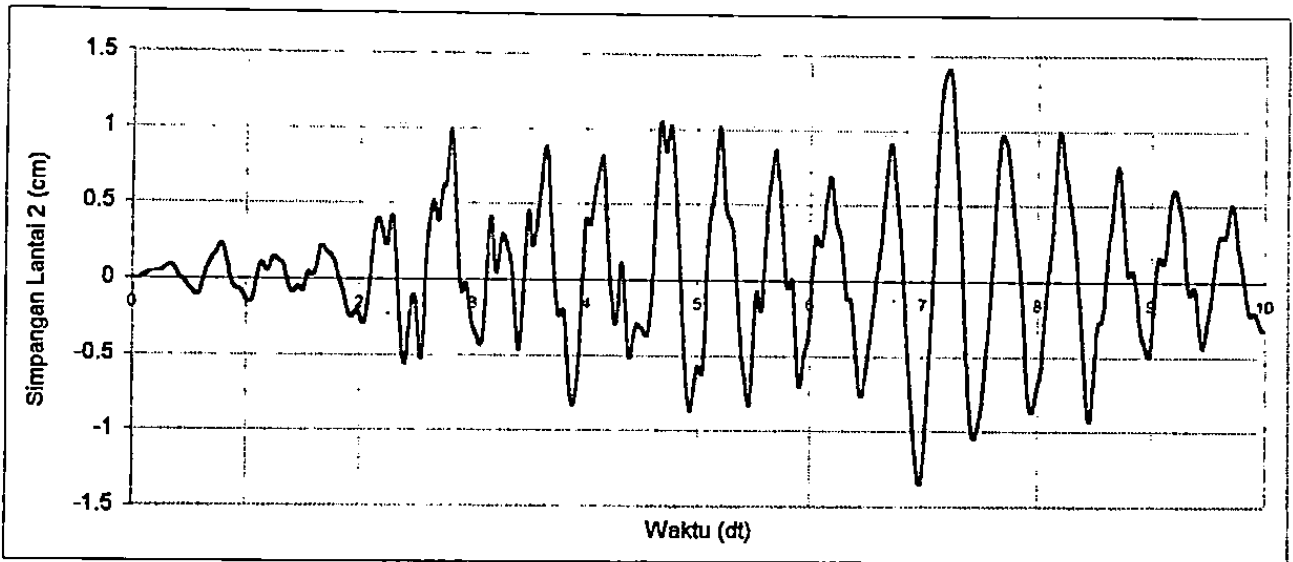
Gambar 4.24. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 50/50 cm) Lantai 5.



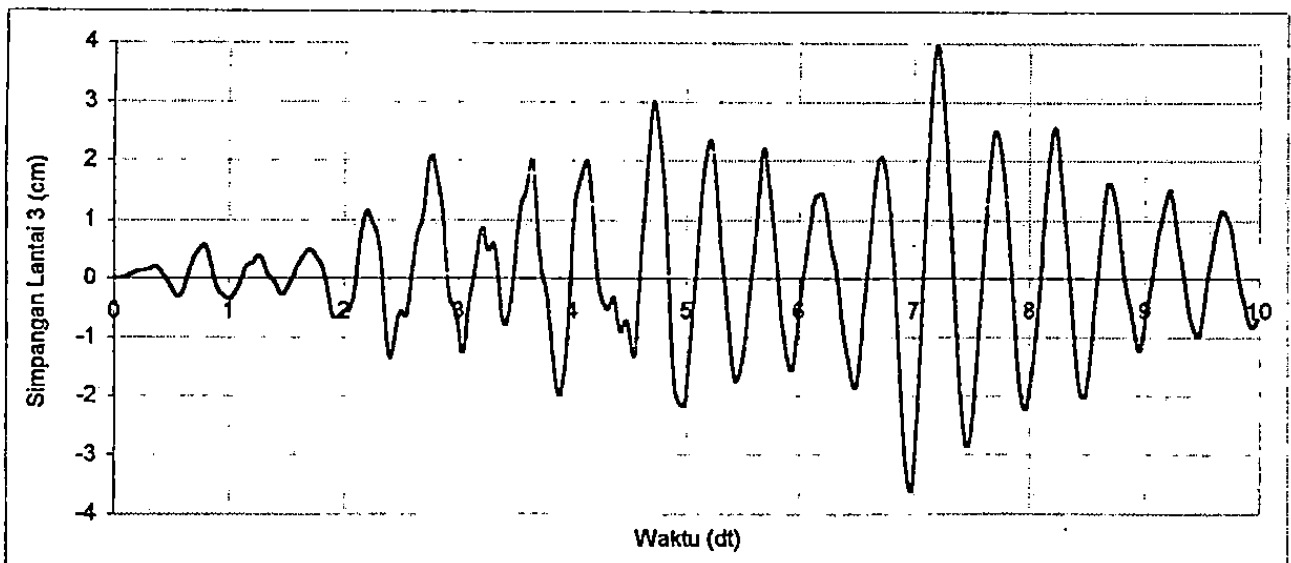
Gambar 4.25. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 50/50 cm) Semua Lantai



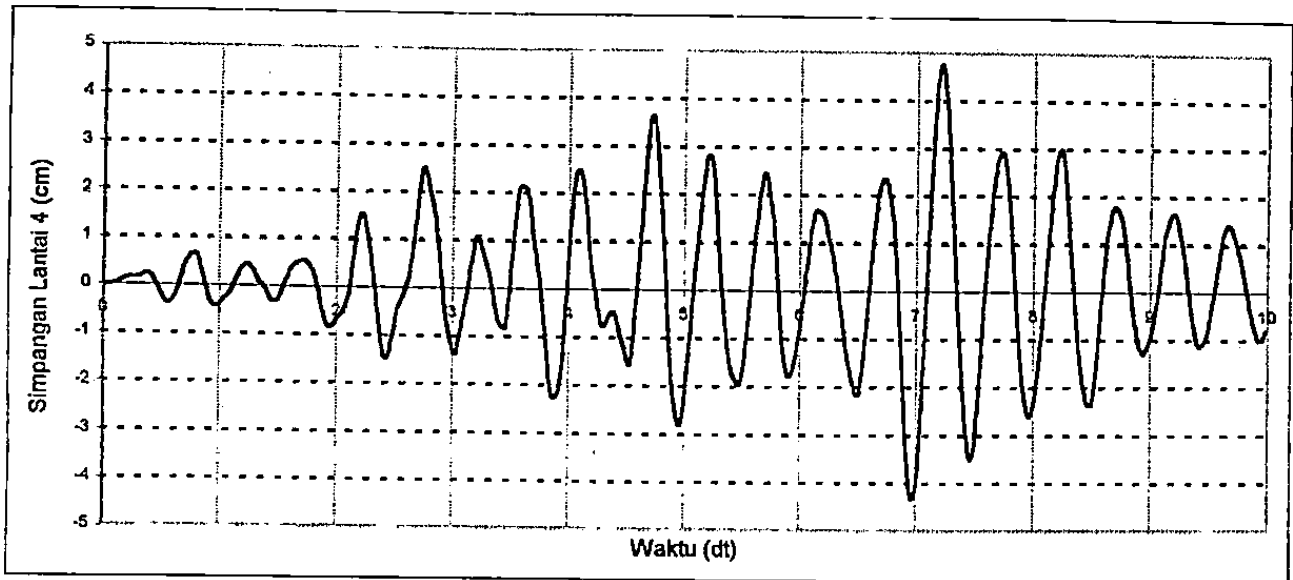
Gambar 4.26. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 40/40 cm) Lantai 1.



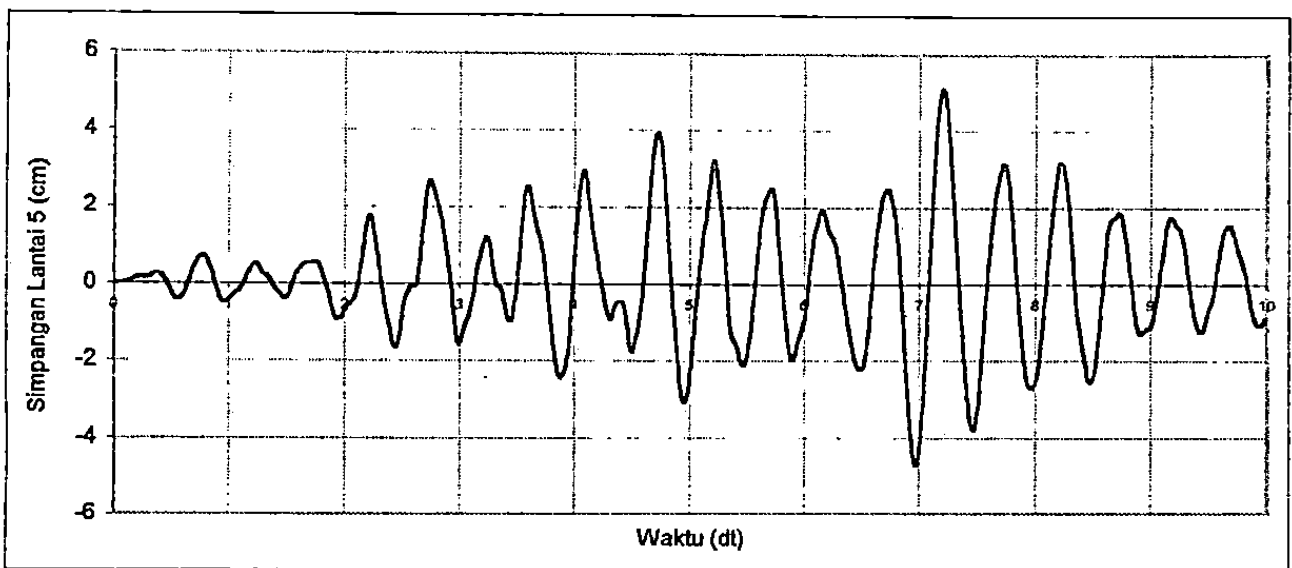
Gambar 4.27. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 40/40 cm) Lantai 2.



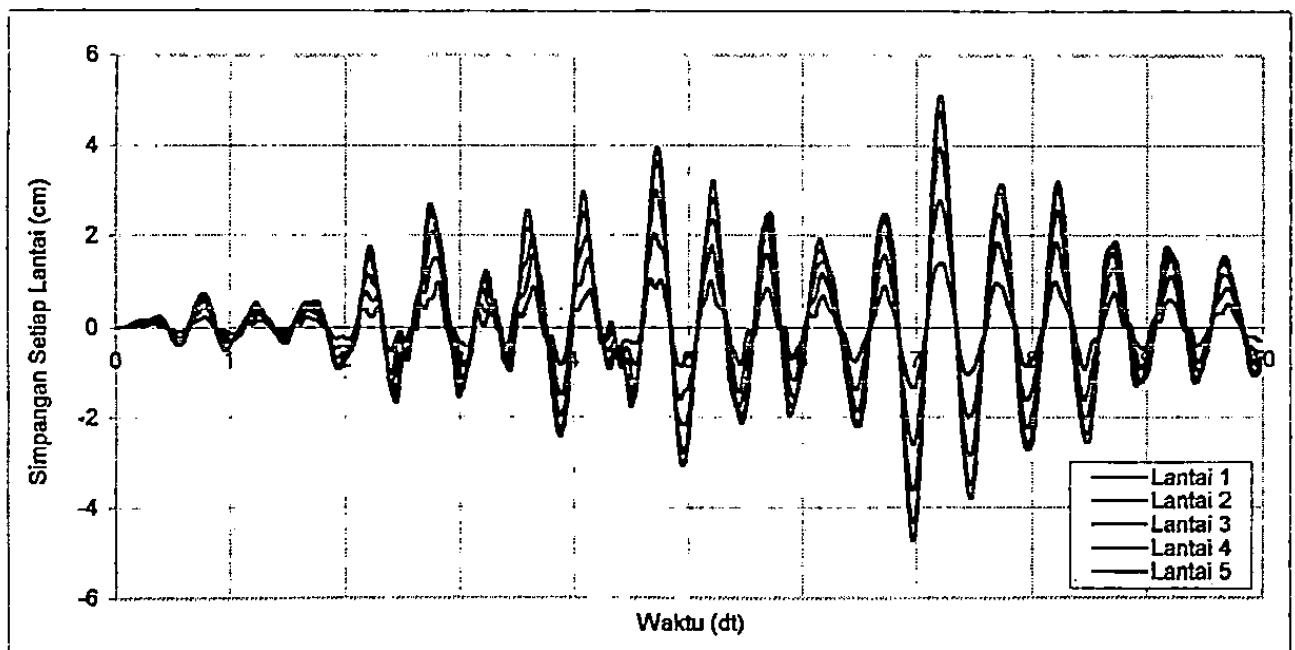
Gambar 4.28. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 40/40 cm) Lantai 3.



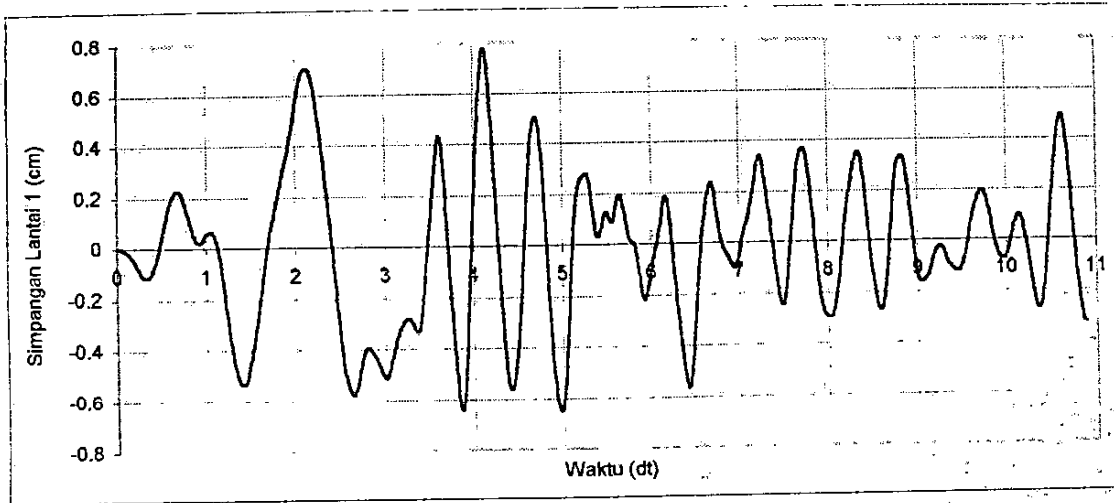
Gambar 4.29. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Koyana, Kolom 40/40 cm) Lantai 4.



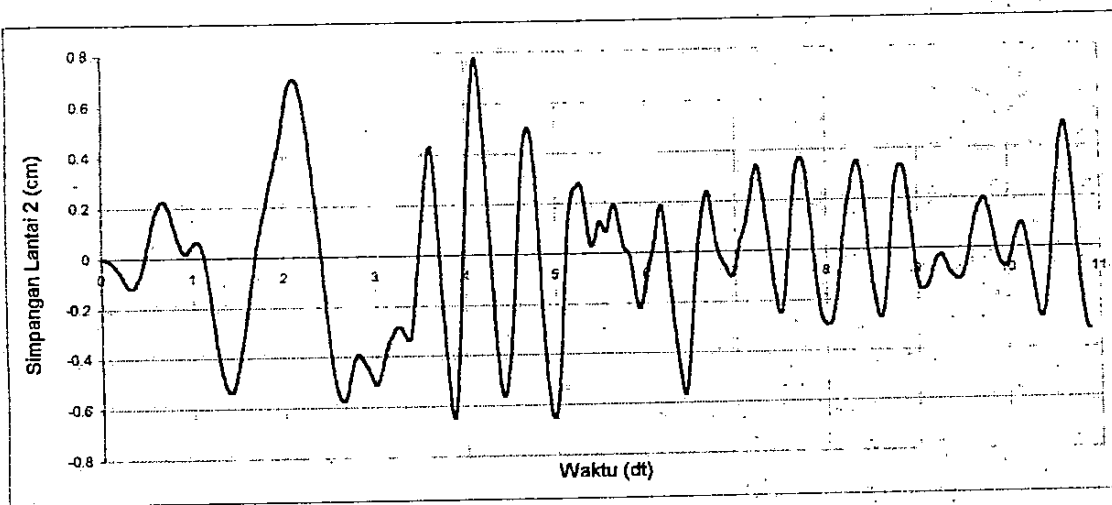
Gambar 4.30. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Koyana, Kolom 40/40 cm) Lantai 5.



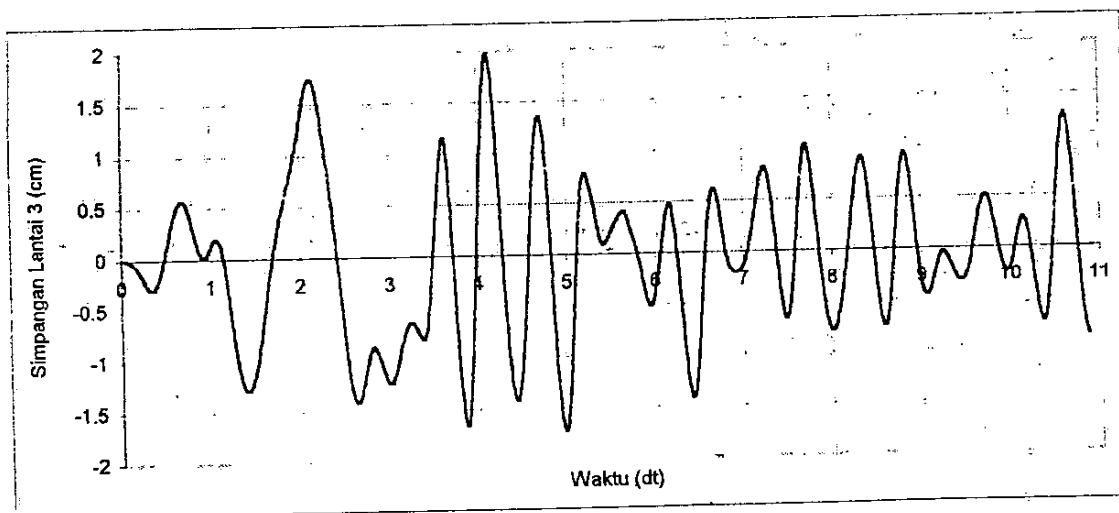
Gambar 4.31. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Koyana, Kolom 40/40 cm) Semua Lantai



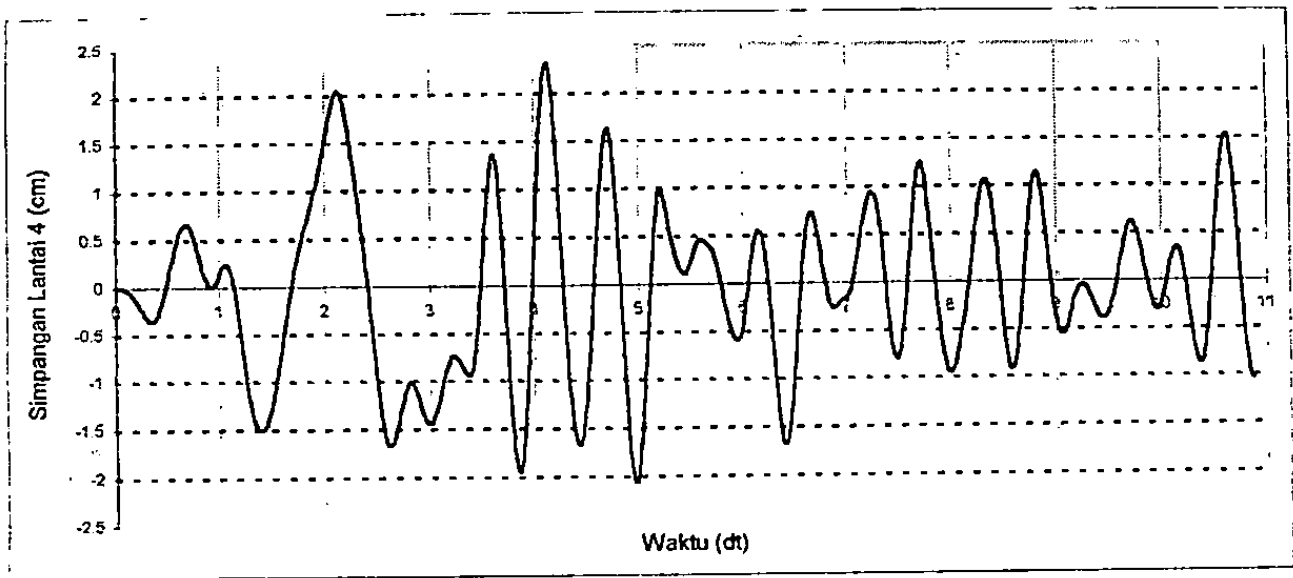
Gambar 4.32. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 40/40 cm) Lantai 1.



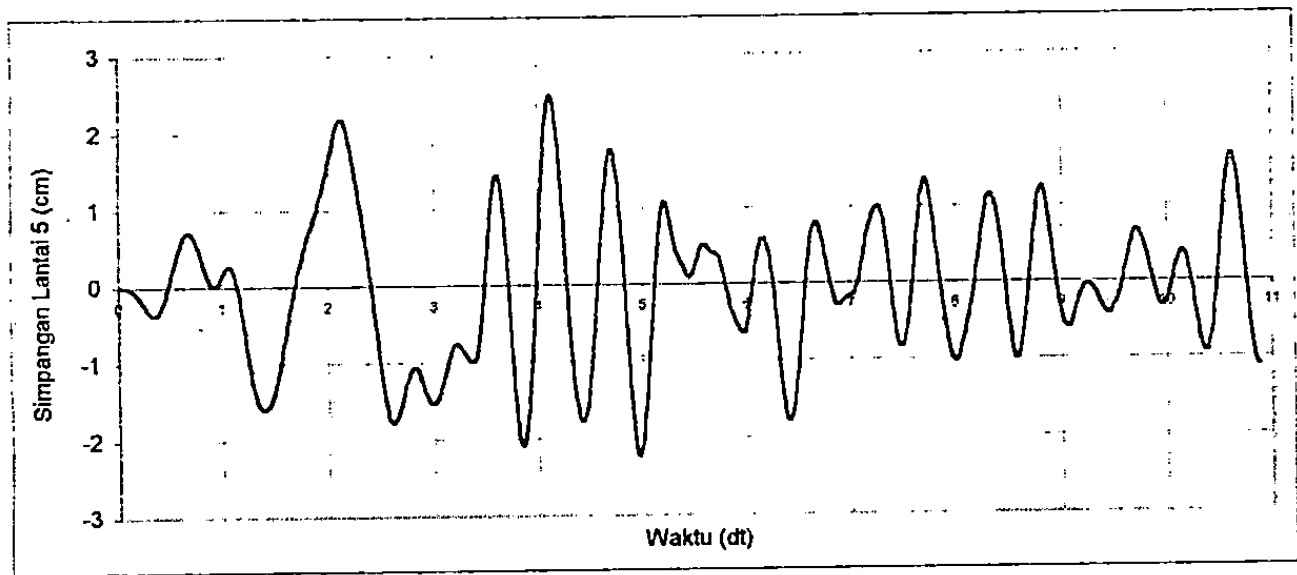
Gambar 4.33. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 40/40 cm) Lantai 2.



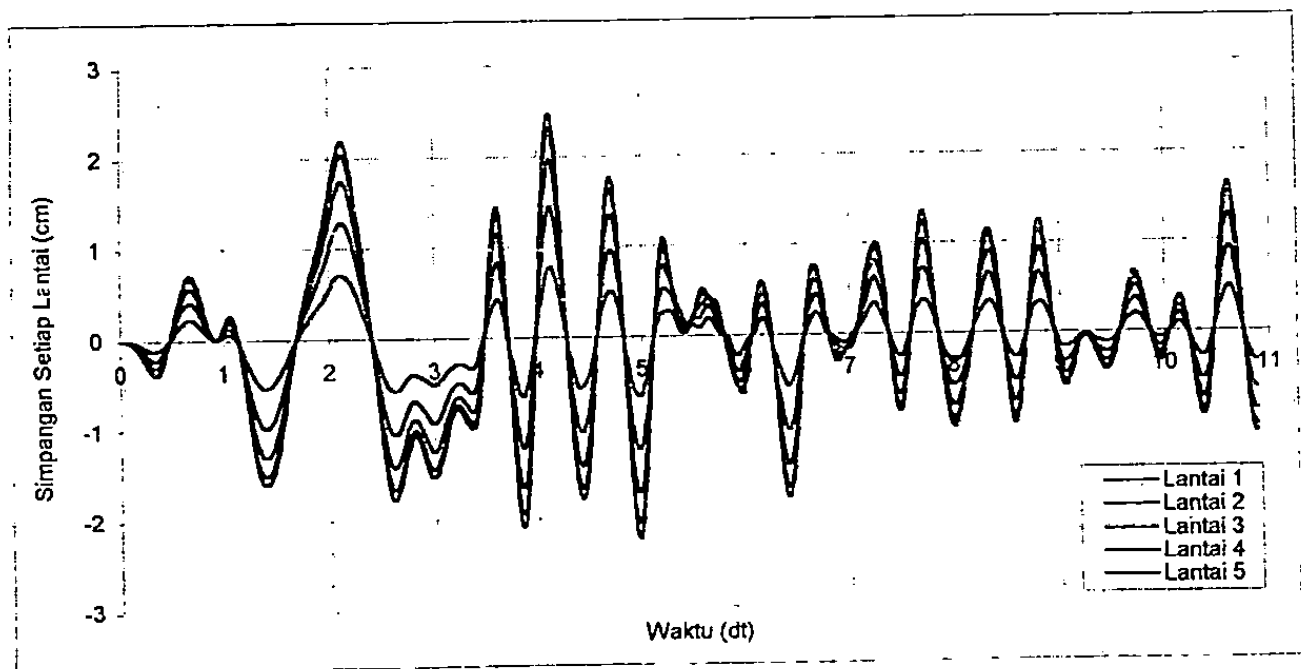
Gambar 4.34. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 40/40 cm) Lantai 3.



Gambar 4.35. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 40/40 cm) Lantai 4.



Gambar 4.36. Simpangan Horizontal vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 40/40 cm) Lantai 5.



Oleh karena itu kalau menganggap bahwa percepatan tanah merupakan satu-satunya parameter gempa adalah tidak tepat, atau dapat dikatakan bahwa parameter percepatan tanah untuk mendiskripsikan *damage potential* suatu gempa tidaklah selalu valid. Hasil tersebut tidaklah bersifat kasuistik melainkan dapat menggejala sebagaimana ditunjukkan oleh hasil pengamatan kerusakan struktur akibat gempa di lapangan seperti disampaikan pada sub bab 2.1.

Tabel 4.2. Perbandingan Kecepatan dan Percepatan

Ukuran Kolom (cm)	Tingkat ke	Kecepatan (cm/dt)		Rasio (kali)	Percepatan (cm/dt ²)		Rasio (kali)
		Bucharest	Koyna		Bucharest	Koyna	
60 x 60	1	1,6658	15,9495	9,57	57,6779	1045,7848	18,13
	2	3,1455	28,1810	8,96	98,6581	1429,8815	14,49
	3	4,3086	39,6582	9,20	117,8254	1256,6851	10,67
	4	5,0478	47,2847	9,37	135,6048	1370,0547	10,10
	5	5,4244	49,9713	9,21	149,4161	2125,1094	14,22
50 x 50	1	3,2579	20,7813	6,38	83,2281	943,5529	11,34
	2	5,9958	35,8598	5,98	123,8003	1294,2134	10,45
	3	8,0678	50,5074	6,26	157,7628	1272,2606	8,06
	4	9,5269	69,2865	7,27	174,6190	1365,8792	7,82
	5	10,2327	80,1174	7,83	214,3075	1796,7004	8,38
40 x 40	1	8,0540	20,8611	2,59	120,9918	837,3215	7,22
	2	14,6330	36,7857	2,51	224,9833	965,0475	4,29
	3	20,5813	50,4872	2,45	277,4247	1023,2531	3,69
	4	25,4865	60,2441	2,36	280,3518	1036,2384	3,70
	5	27,9233	66,0170	2,36	329,9808	1127,2200	3,42

4.3. Efek Normalisasi Percepatan Tanah.

Normalisasi gempa yang dimaksud dalam hal ini adalah bahwa semua percepatan tanah gempa Koyna diskala sedemikian sehingga percepatan tanah maksimumnya sama dengan gempa Bucharest, yaitu sebesar 225.40 cm/dt². Dengan percepatan tanah yang sama, maka akan dapat diketahui seberapa besar pengaruh gempa masing-masing

terhadap respon (simpangan horisontal, kecepatan, dan percepatan) pada struktur yang sama dengan struktur sebelumnya.

4.3.1. Simpangan Horisontal Kolom Ukuran 60 x 60 cm.

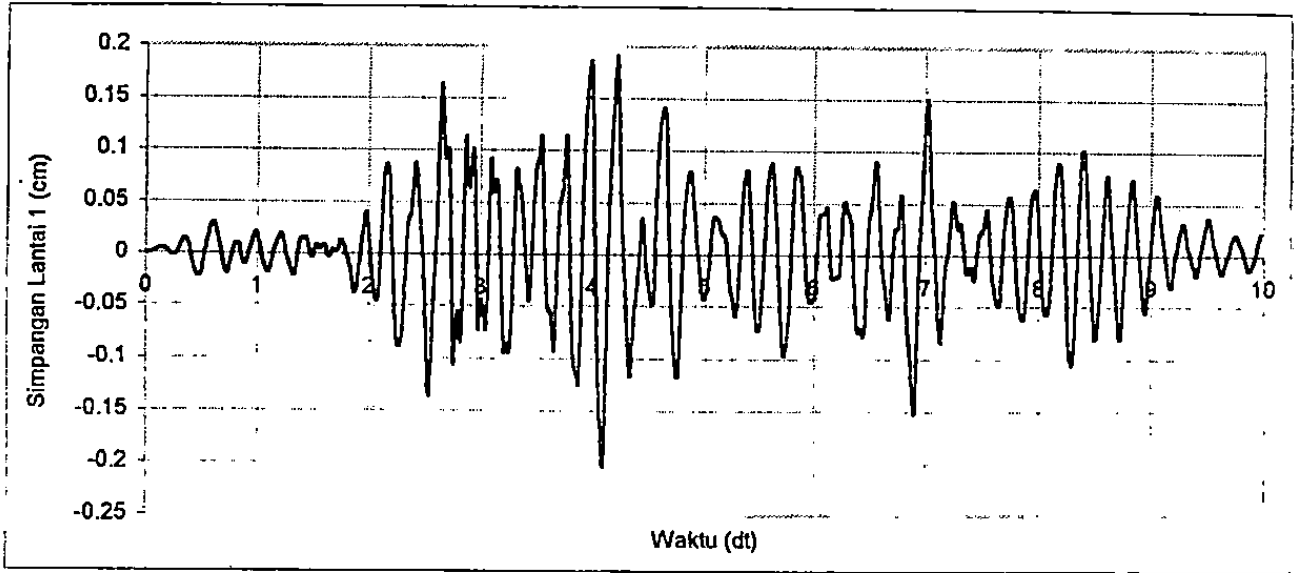
Simpangan horisontal tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Koyna yang telah dinormalisasi untuk ukuran kolom 60/60 cm dengan skala penuh disajikan berturut-turut pada gambar 4.38 sampai dengan gambar 4.42, Sedangkan gabungan dari kelima tingkat tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.43. Simpangan maksimum untuk tingkat-tingkat tersebut berturut-turut adalah 0.2035 cm, 0.3919 cm, 0.5412 cm, 0.6462 cm, dan 0.6972 cm. Seperti dikemukakan sebelumnya simpangan pada tingkat yang sama akibat gempa Bucharest adalah 0.1350 cm, 0.2442 cm, 0.3258 cm, 0.3791 cm, dan 0.4029 cm. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa pada percepatan tanah maksimum yang sama, gempa Bucharest ternyata menyebabkan simpangan horisontal tingkat yang lebih kecil.

4.3.2. Simpangan Horisontal Kolom Ukuran 50 x 50 cm.

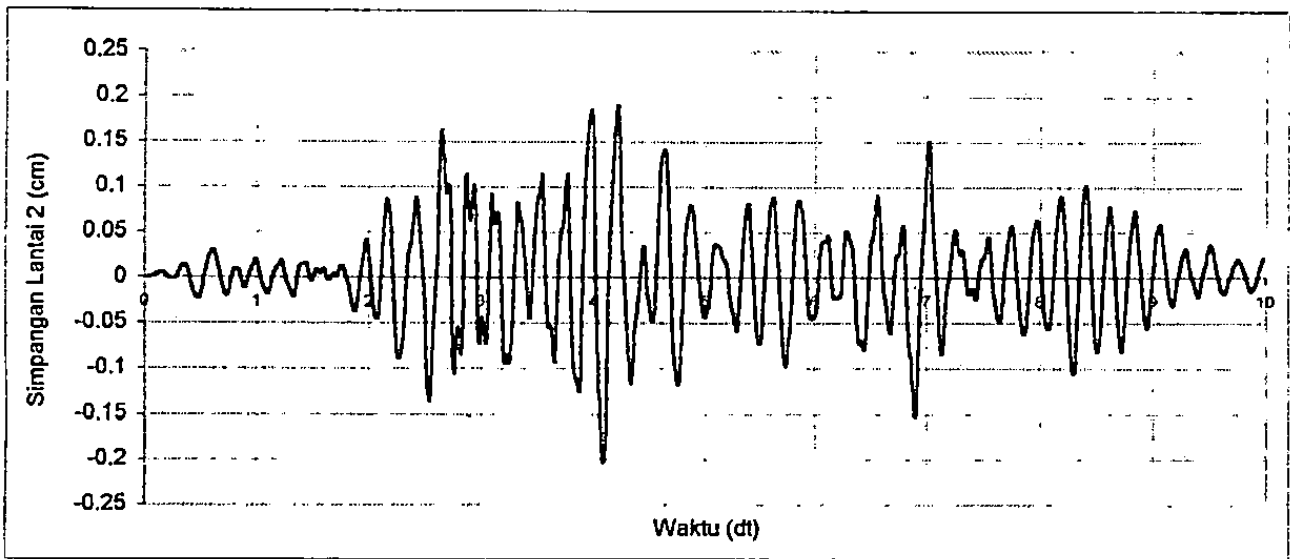
Simpangan horisontal tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Koyna untuk ukuran kolom 50/50 cm dengan skala penuh disajikan berturut-turut pada gambar 4.44 sampai dengan gambar 4.48, Sedangkan gabungan dari kelima tingkat tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.49. Simpangan maksimum untuk tingkat-tingkat tersebut berturut-turut adalah 0.5151 cm, 0.9339 cm, 1.2207 cm, 1.3842 cm, dan 1.4502 cm. Seperti dikemukakan sebelumnya simpangan pada tingkat yang sama akibat gempa Bucharest adalah 0.3265 cm, 0.5994 cm, 0.8085 cm, 0.9461 cm, dan 1.0078 cm. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa pada percepatan tanah maksimum yang sama, gempa Bucharest ternyata menyebabkan simpangan horisontal tingkat yang lebih kecil.

4.3.3. Simpangan Horisontal Kolom Ukuran 40 x 40 cm.

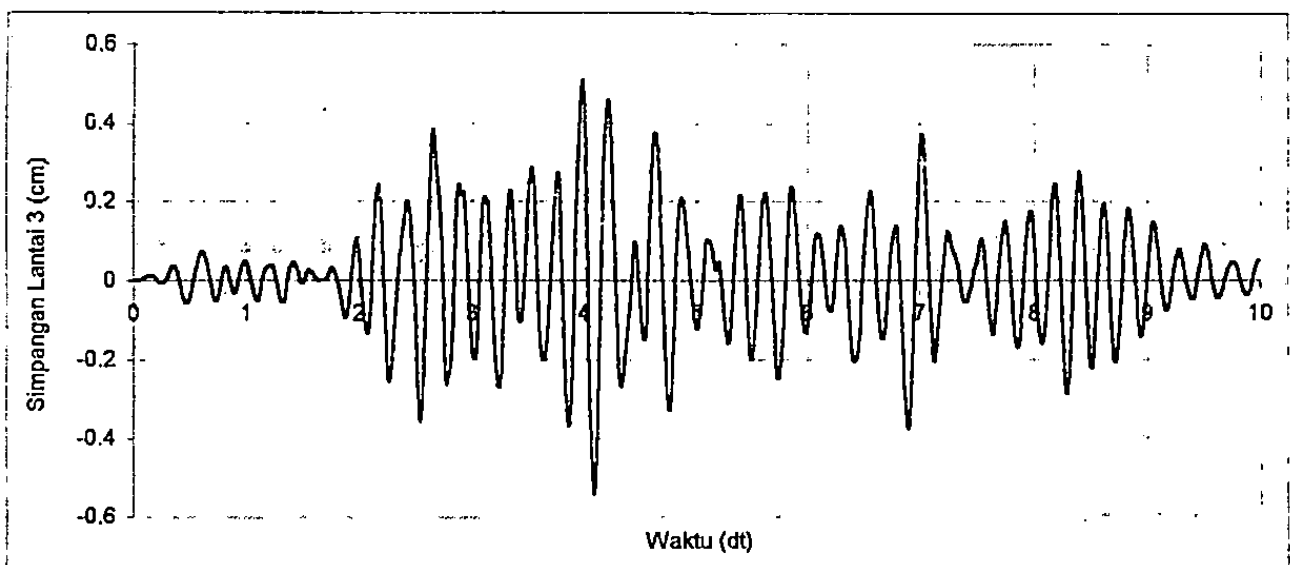
Simpangan horisontal tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Koyna untuk ukuran kolom 40/40 cm dengan skala penuh disajikan berturut-turut pada gambar 4.50 sampai dengan gambar 4.55. Sedangkan gabungan dari kelima tingkat



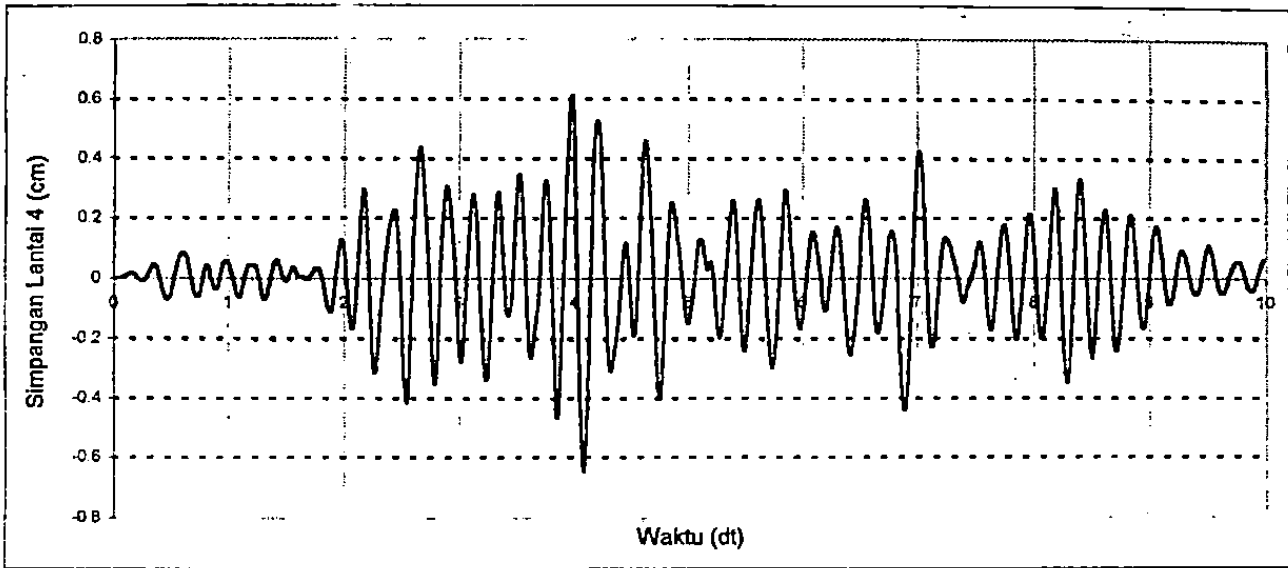
Gambar 4.38. Simpangan vs. Waktu (Normalisasi Gempa Koyna, Kolom 60/60 cm) Lantai 1.



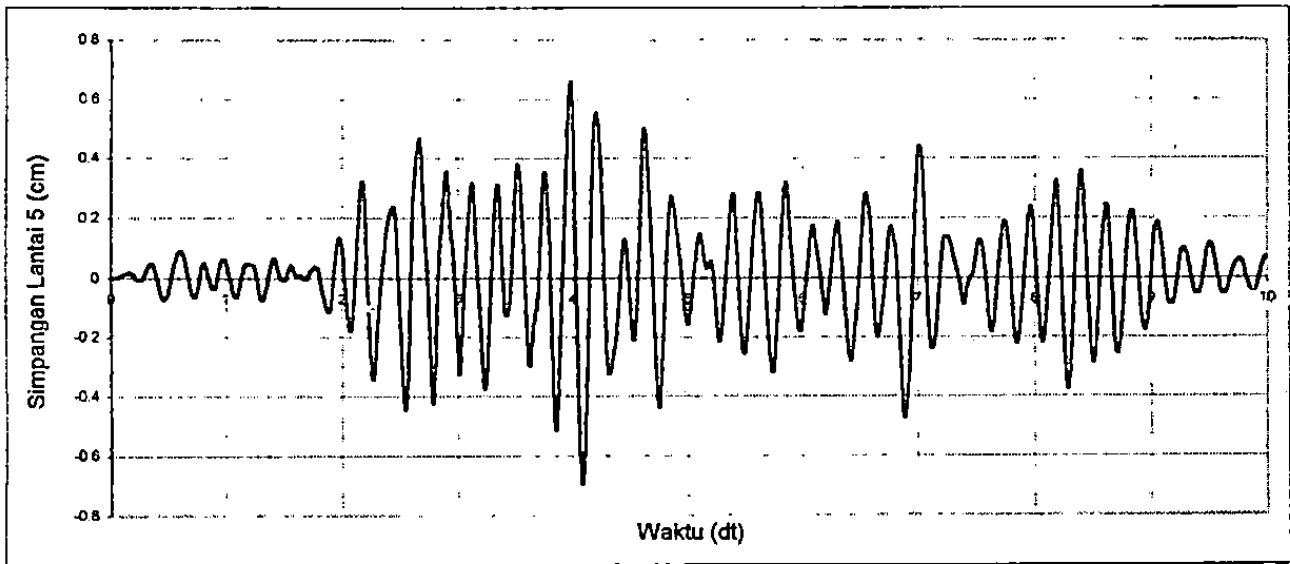
Gambar 4.39. Simpangan vs. Waktu (Normalisasi Gempa Koyna, Kolom 60/60 cm) Lantai 2.



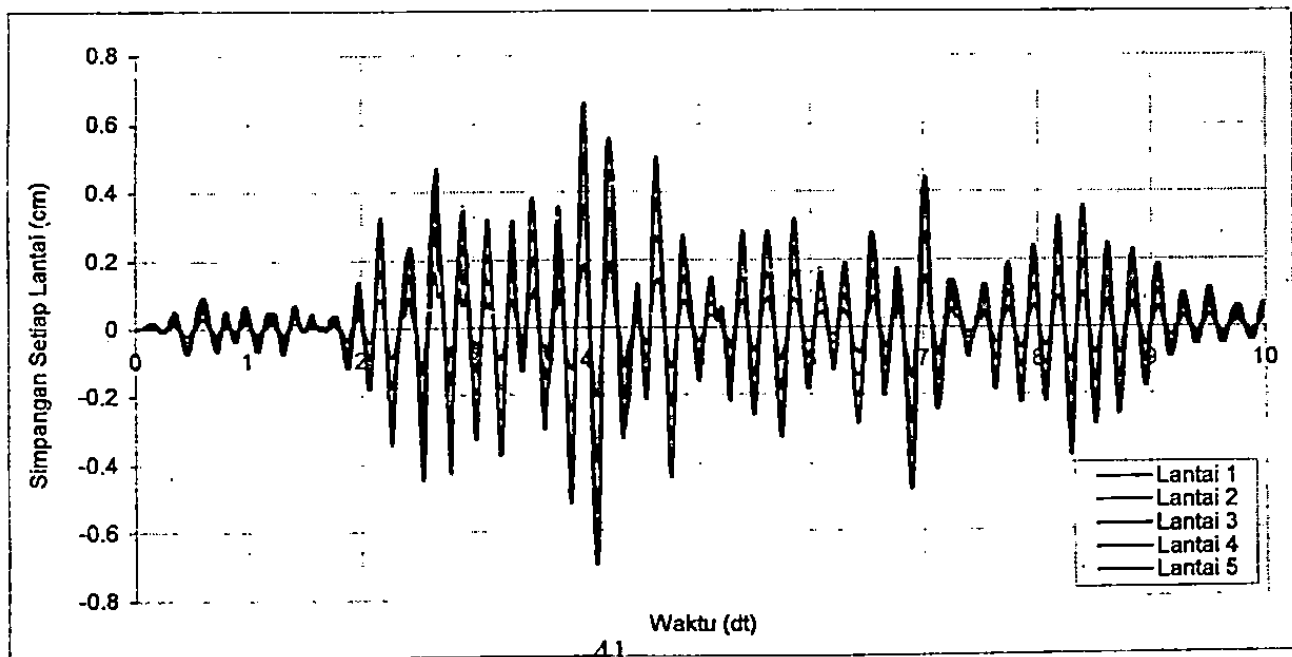
Gambar 4.40. Simpangan vs. Waktu (Normalisasi Gempa Koyna, Kolom 60/60 cm) Lantai 3.

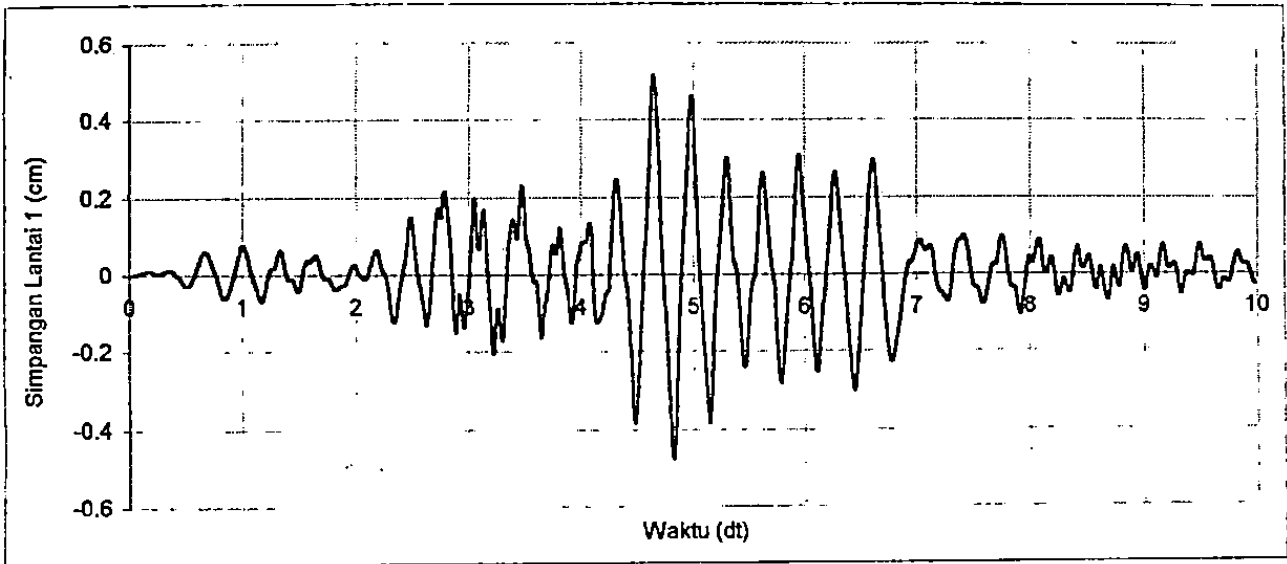


Gambar 4.41. Simpangan vs. Waktu (Normalisasi Gempa Koyana, Kolom 60/60 cm) Lantai 4.

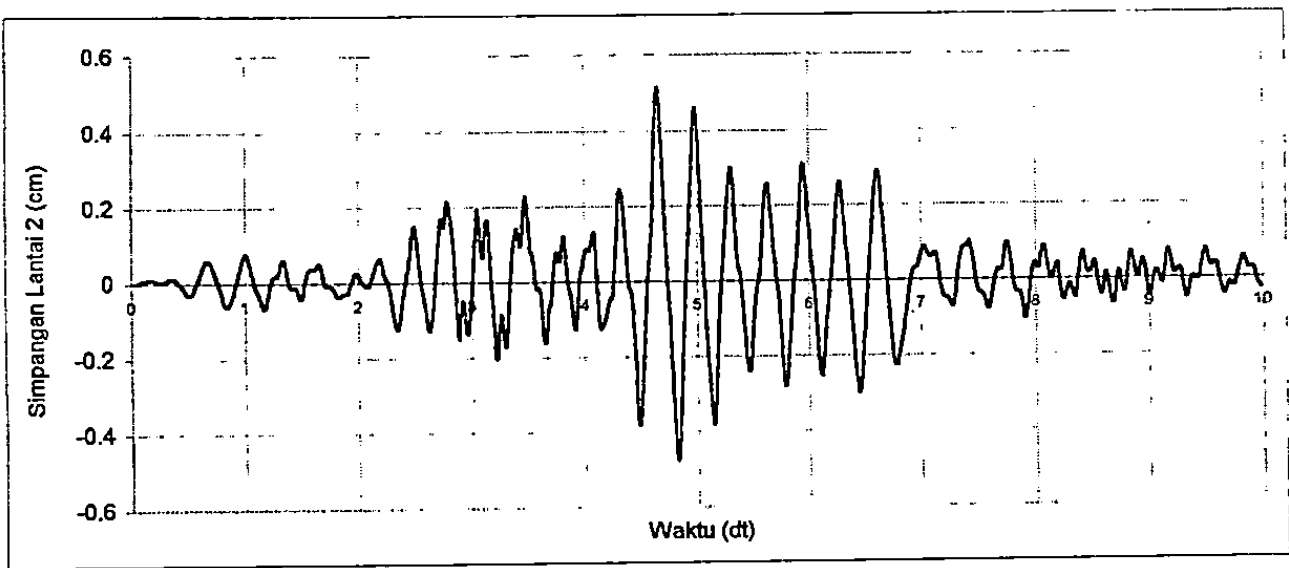


Gambar 4.42. Simpangan vs. Waktu (Normalisasi Gempa Koyana, Kolom 60/60 cm) Lantai 5.

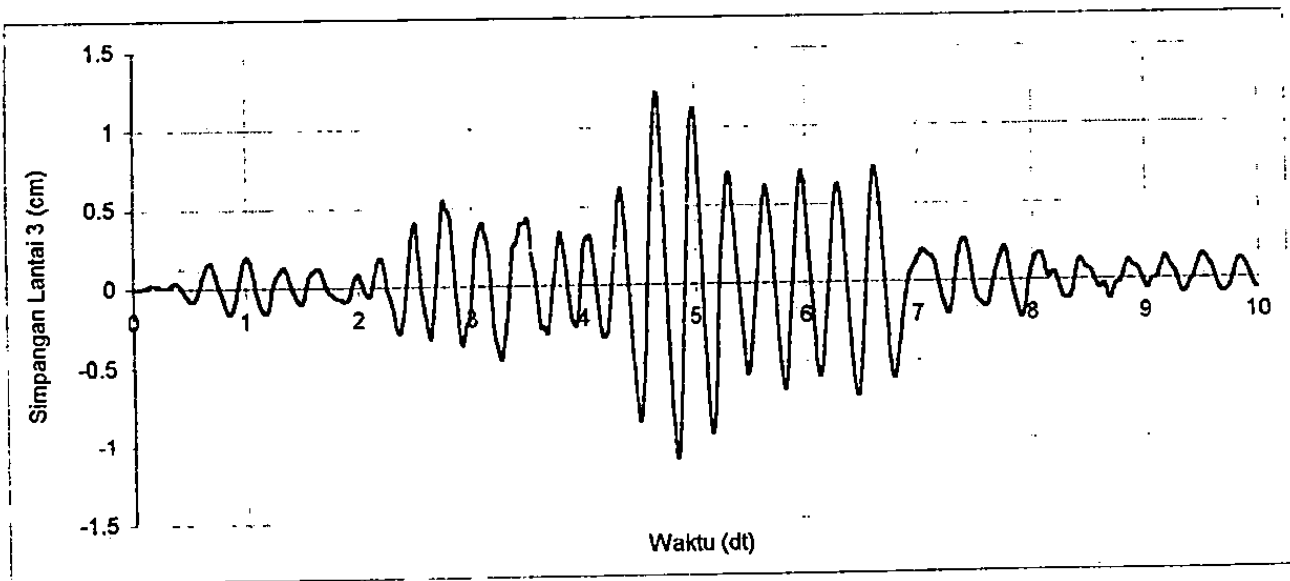




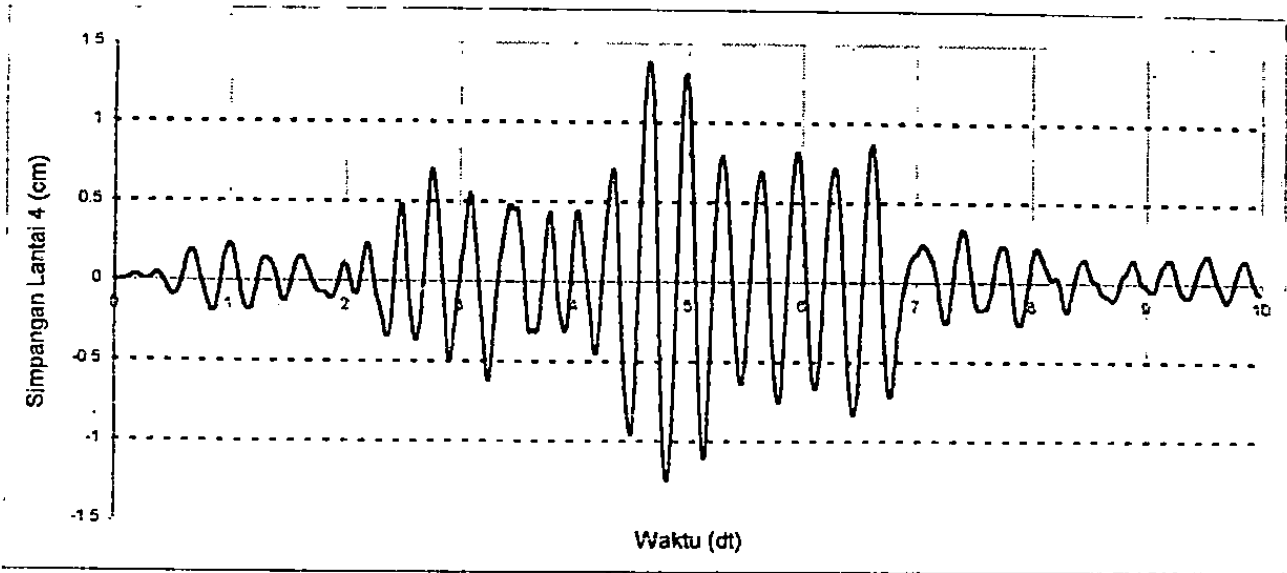
Gambar 4.44. Simpangan vs. Waktu (Normalisasi Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Lantai 1.



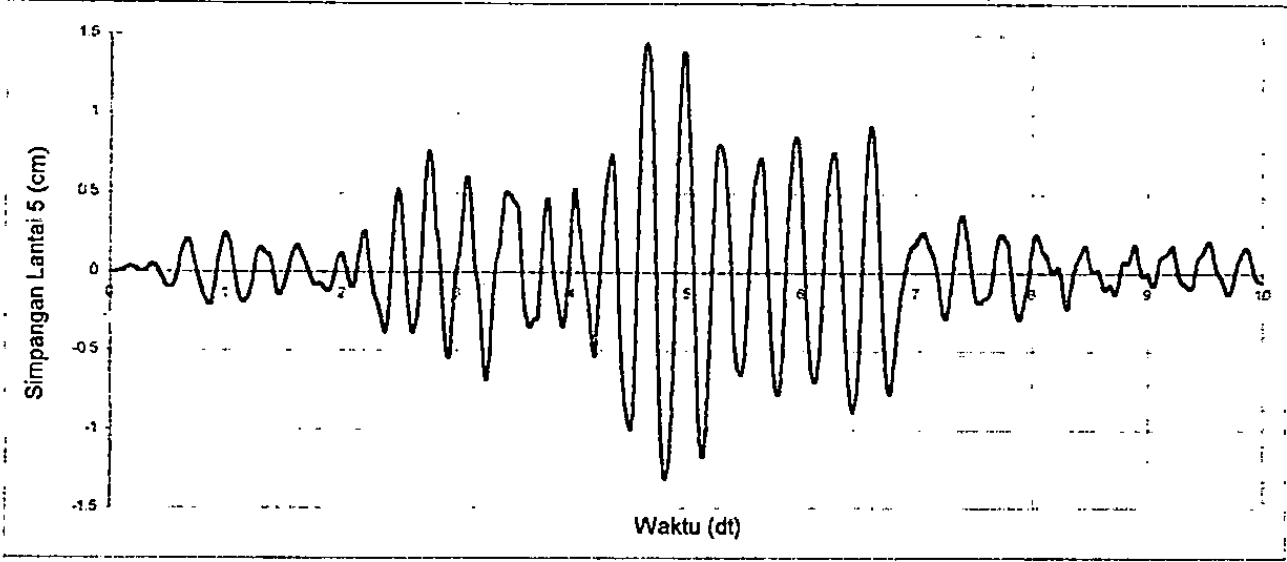
Gambar 4.45. Simpangan vs. Waktu (Normalisasi Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Lantai 2.



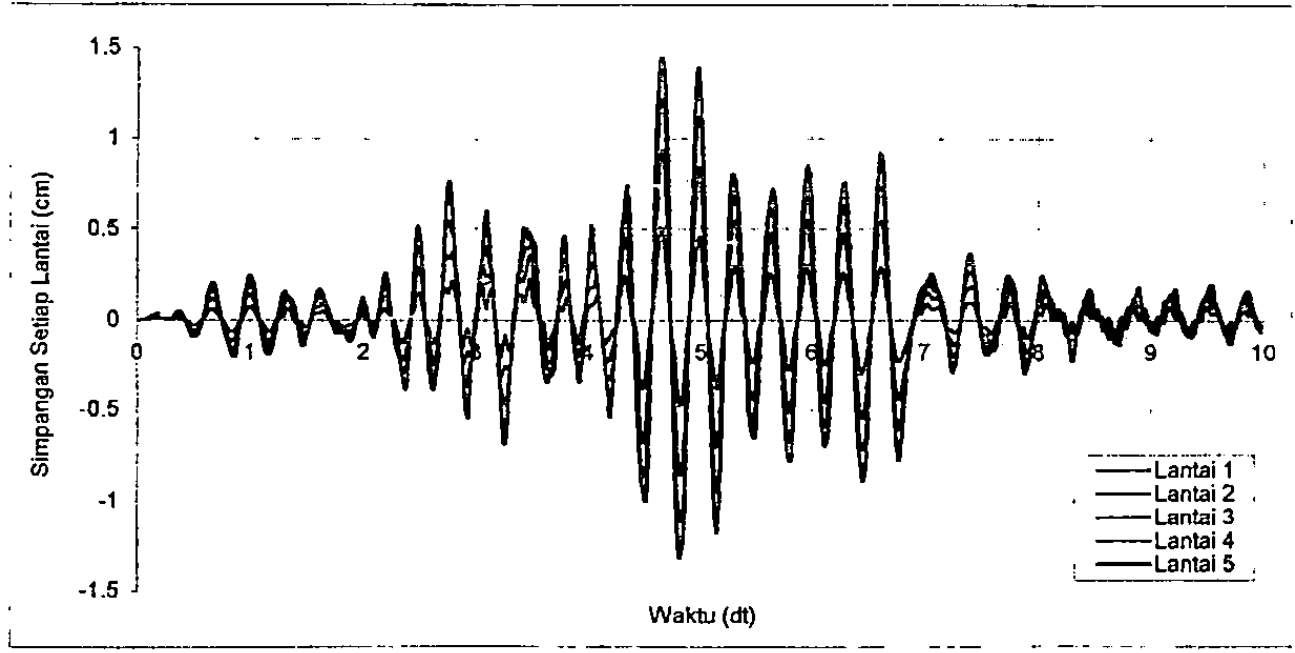
Kolom 50/50 cm) Lantai 3



Gambar 4.47. Simpangan vs. Waktu (Normalisasi Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Lantai 4.



Gambar 4.48. Simpangan vs. Waktu (Normalisasi Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Lantai 5.



Gambar 4.49. Simpangan vs. Waktu (Normalisasi Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Semua Lantai

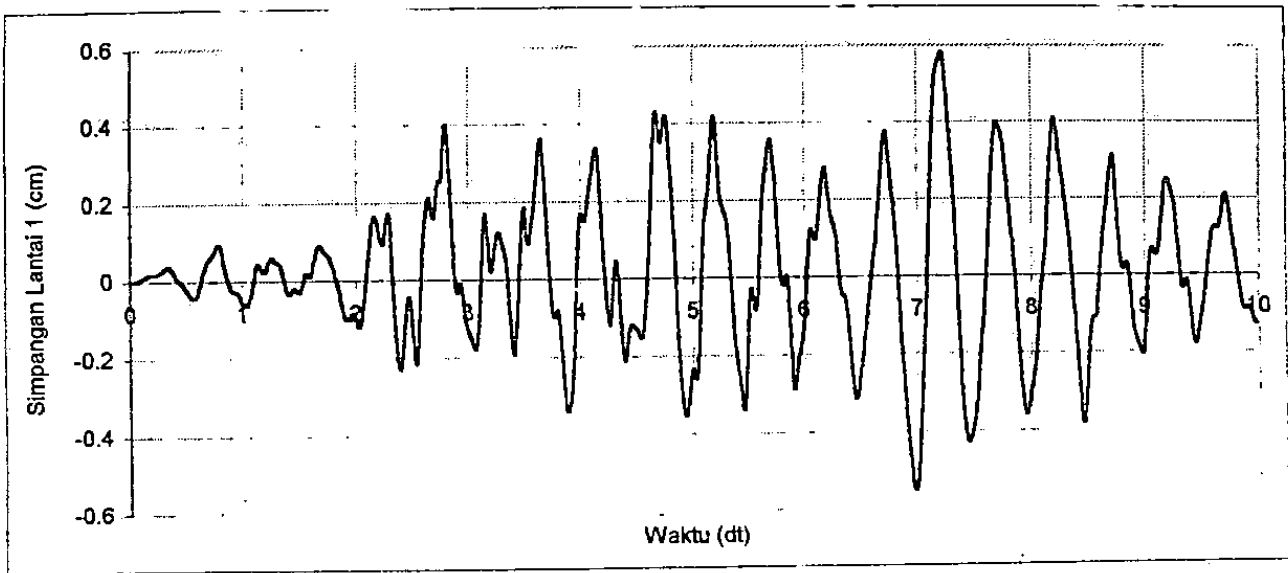
tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.56. Simpangan maksimum untuk tingkat-tingkat tersebut berturut-turut adalah 0.5819 cm, 1.1437 cm, 1.6255 cm, 1.9550 cm, dan 2.0965 cm. Seperti dikemukakan sebelumnya simpangan pada tingkat yang sama akibat gempa Bucharest adalah 0.7783 cm, 1.4481 cm, 1.9689 cm, 2.3170 cm, dan 2.4736 cm. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa pada percepatan tanah maksimum yang sama, gempa Bucharest ternyata menyebabkan simpangan horisontal tingkat yang lebih besar.

Tabel 4.3. Simpangan maksimum akibat percepatan yang telah di Normalisasi.

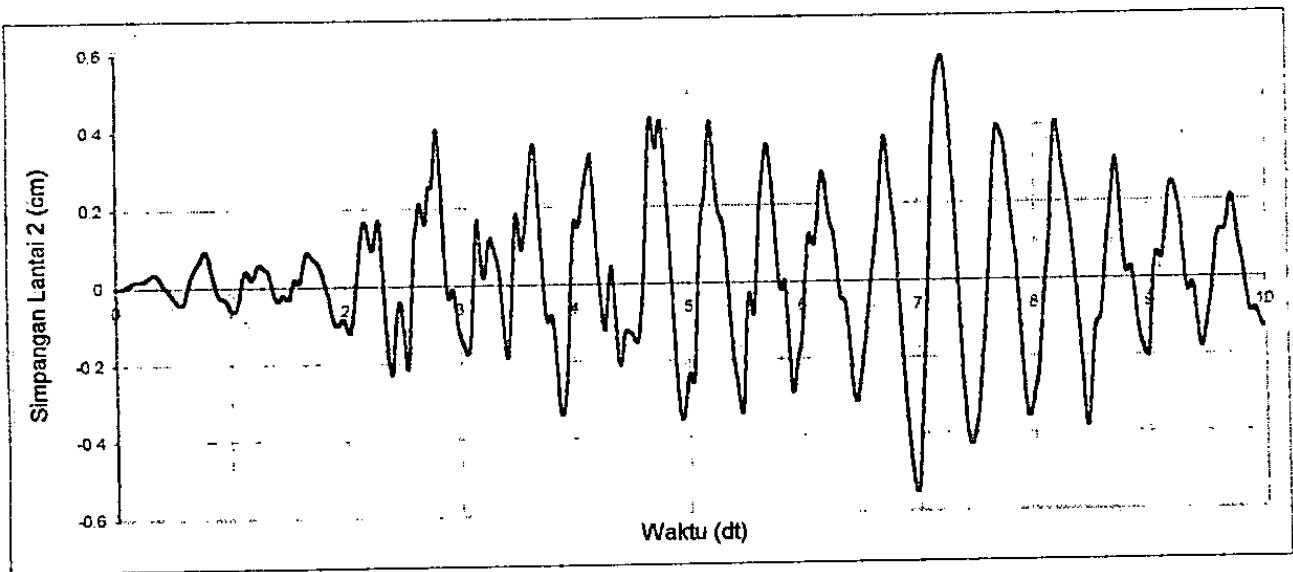
Ukuran Kolom (cm)	Tingkat ke	Simpangan (cm)		Keterangan G. Bucharest terhadap Koyna
		Bucharest	Koyna	
60 x 60	1	0,1350	0,2035	Lebih Kecil
	2	0,2442	0,3919	Lebih Kecil
	3	0,3258	0,5412	Lebih Kecil
	4	0,3791	0,6462	Lebih Kecil
	5	0,4029	0,6972	Lebih Kecil
50 x 50	1	0,3265	0,5151	Lebih Kecil
	2	0,5994	0,9339	Lebih Kecil
	3	0,8085	1,2207	Lebih Kecil
	4	0,9461	1,3842	Lebih Kecil
	5	1,0078	1,4502	Lebih Kecil
40 x 40	1	0,7783	0,5819	Lebih Besar
	2	1,4481	1,1437	Lebih Besar
	3	1,9689	1,6255	Lebih Besar
	4	2,3170	1,9550	Lebih Besar
	5	2,4736	2,0965	Lebih Besar

Untuk lebih jelasnya simpangan maksimum selengkapnya dicantumkan pada Tabel 4.3. Dari ketiga kondisi tersebut dapat dilihat bahwa pada percepatan tanah maksimum yang sama dengan ukuran kolom sama, simpangan yang terjadi tidak ada

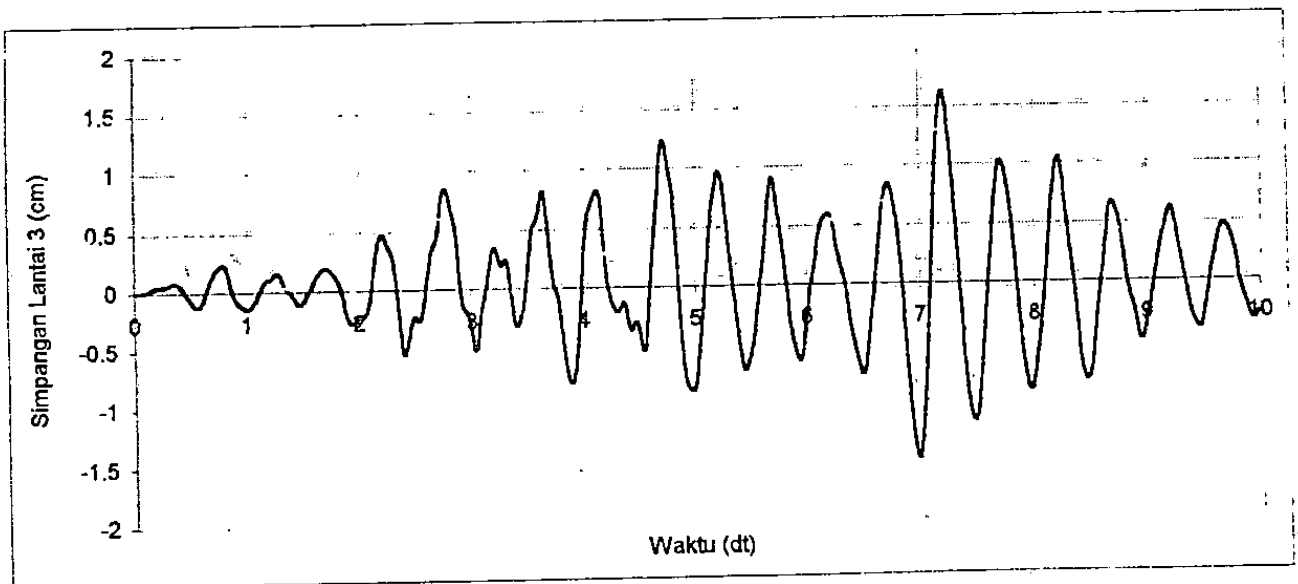
...



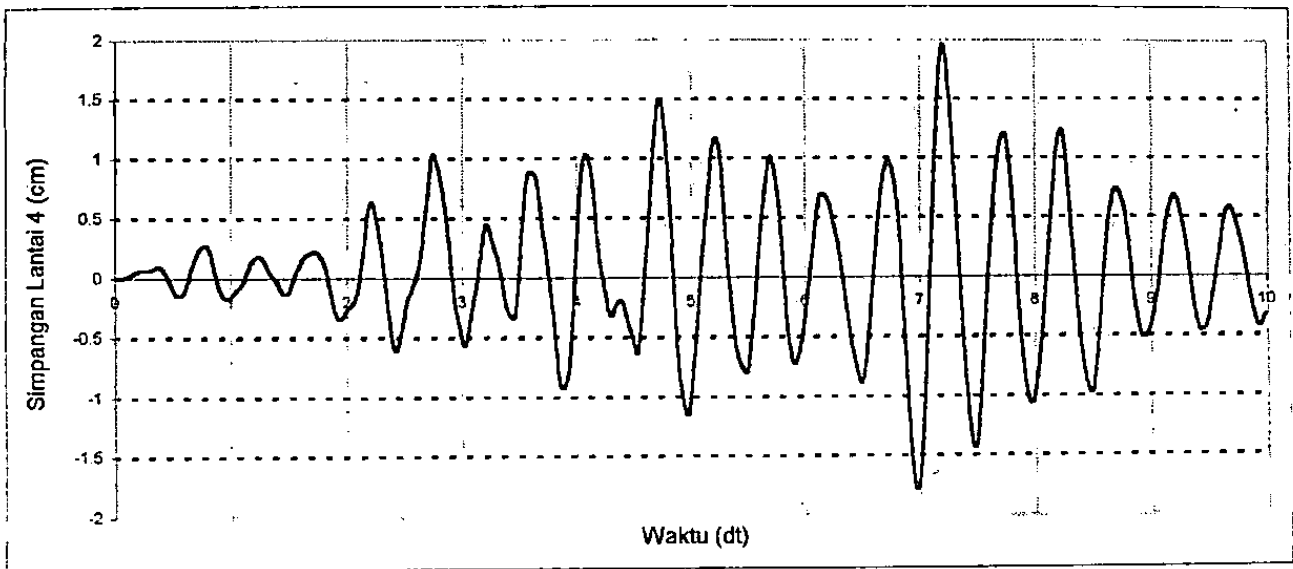
Gambar 4.50. Simpangan vs. Waktu (Normalisasi Gempa Koyna, Kolom 40/40 cm) Lantai 1.



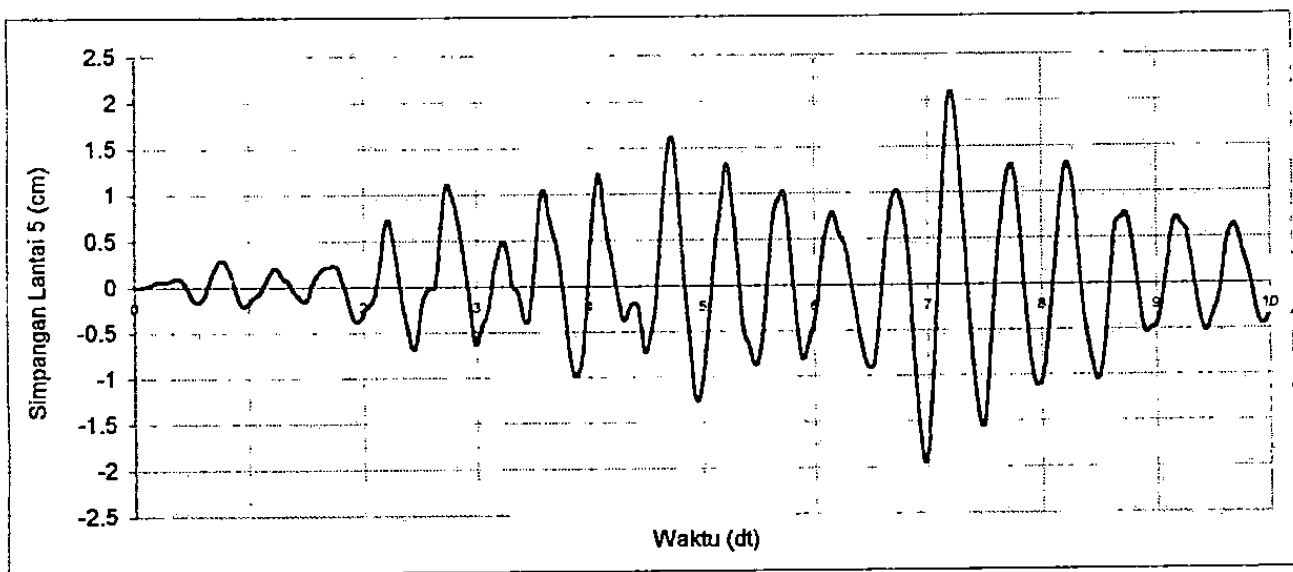
Gambar 4.52. Simpangan vs. Waktu (Normalisasi Gempa Koyna, Kolom 40/40 cm) Lantai 2.



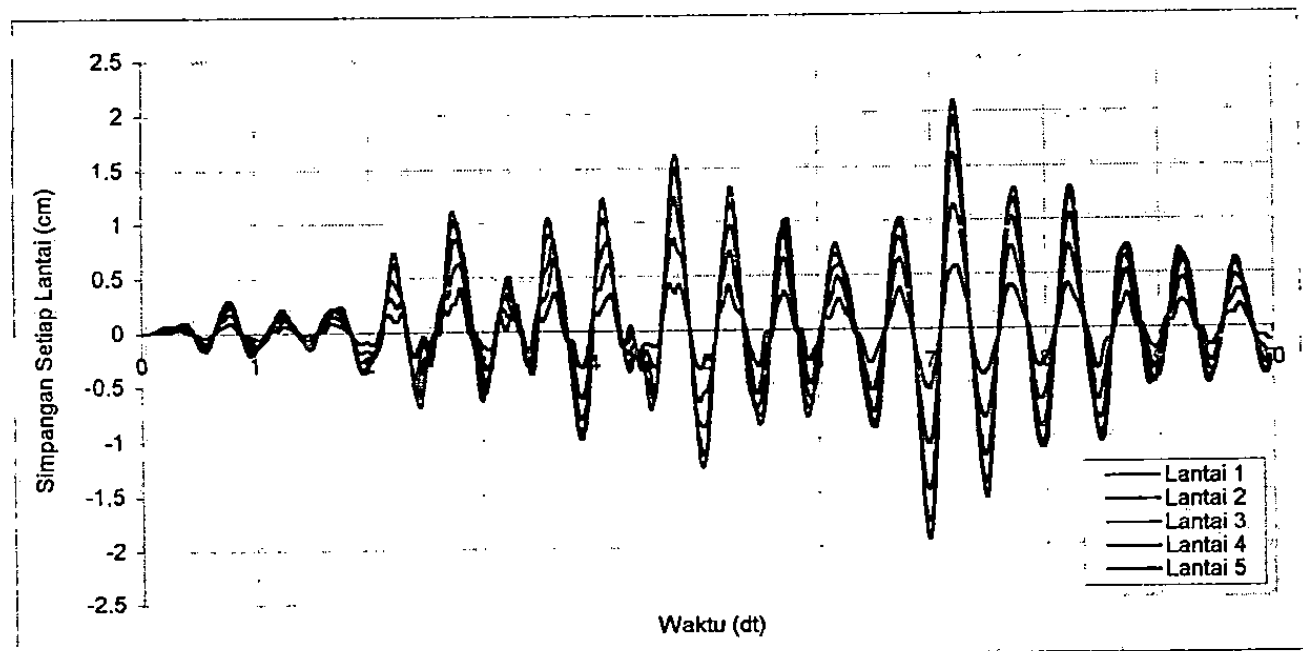
Kolom 40/40 cm) Lantai 3



Gambar 4.54. Simpangan vs. Waktu (Normalisasi Gempa Koyna, Kolom 40/40 cm) Lantai 4.



Gambar 4.55. Simpangan vs. Waktu (Normalisasi Gempa Koyna, Kolom 40/40 cm) Lantai 5.



Waktu (Normalisasi Gempa Koyna, Kolom 40/40 cm) Semua Lantai

gempa Koyna lebih besar daripada akibat gempa Bucharest, sedangkan pada struktur yang lebih lentur (40/40 cm) simpangan akibat gempa Koyna lebih kecil daripada akibat gempa Bucharest.

Disamping itu, semakin kaku kolomnya simpangan yang terjadi semakin kecil, baik akibat gempa Koyna maupun Bucharest. Hal tersebut sesuai dengan teori getaran, yang dirumuskan dengan Persamaan $\omega = \lambda \sqrt{k/m}$ untuk struktur yang mempunyai kekakuan (k) lebih besar, massa (m) dan initial eigenvalue (λ) tetap akan menghasilkan Frekwensi natural (ω) yang lebih besar. Jika frekuensi naturalnya lebih besar maka menurut persamaan $T = 2\pi/\omega$ akan menghasilkan periode getar (T) yang lebih kecil. Jika periode getar kecil dan nilai frekwensi natural besar maka simpangan horisontalnya akan menjadi lebih kecil.

4.3.4. Kecepatan Kolom Ukuran 60 x 60 cm.

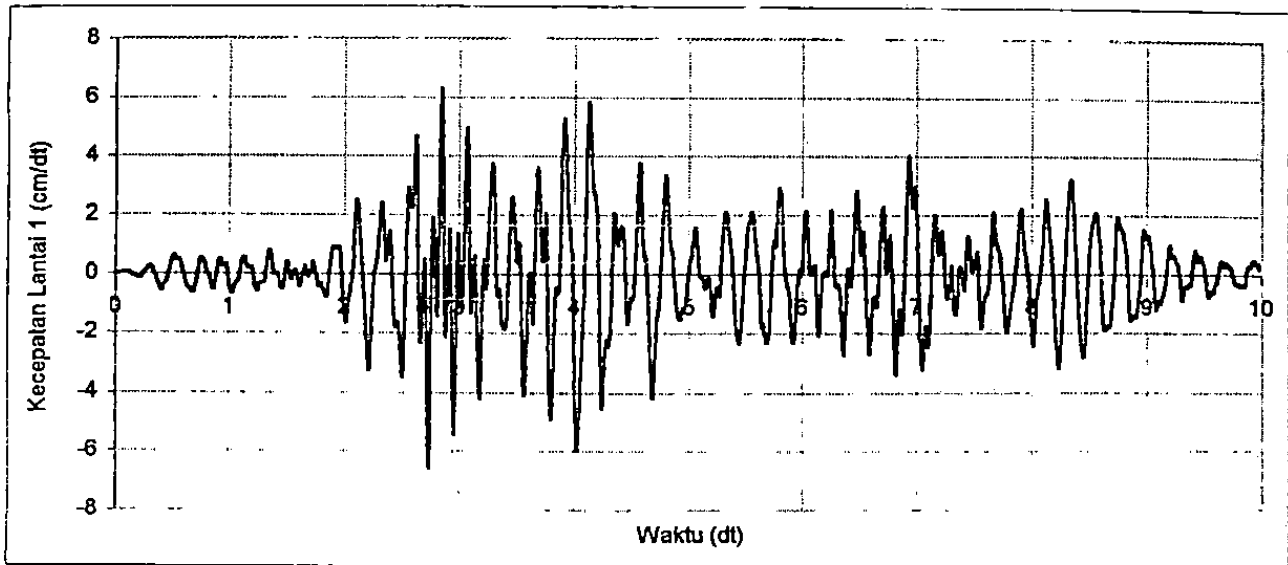
Kecepatan tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Koyna yang telah dinormalisasi untuk ukuran kolom 60/60 cm dengan skala penuh disajikan berturut-turut pada gambar 4.57 sampai dengan gambar 4.61, sedangkan gabungan dari kelima tingkat tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.62.

Kecepatan tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Bucharest untuk ukuran kolom 60/60 cm dengan skala penuh disajikan berturut-turut pada gambar 4.63 sampai dengan gambar 4.67, sedangkan gabungan dari kelima tingkat tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.68.

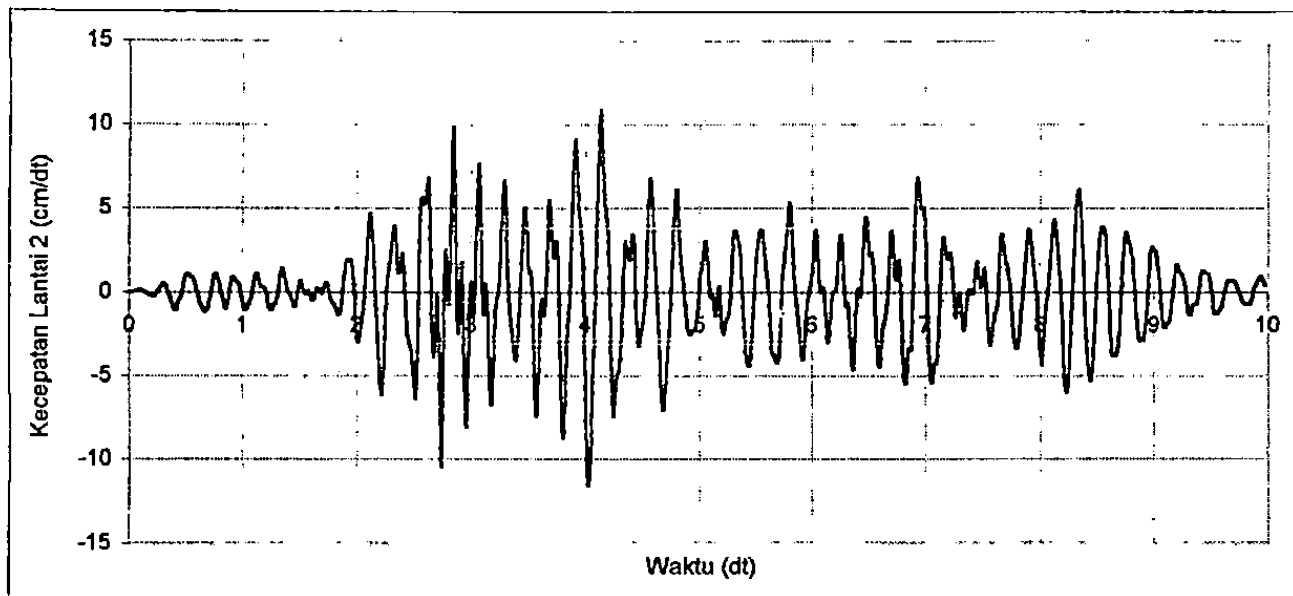
Kecepatan maksimum untuk tingkat-tingkat tersebut dicantumkan selengkapnya pada tabel 4.4. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa pada percepatan tanah maksimum yang sama, gempa Bucharest ternyata menyebabkan kecepatan tingkat yang lebih kecil dari pada gempa Koyna.

4.3.5. Kecepatan Kolom Ukuran 50 x 50 cm.

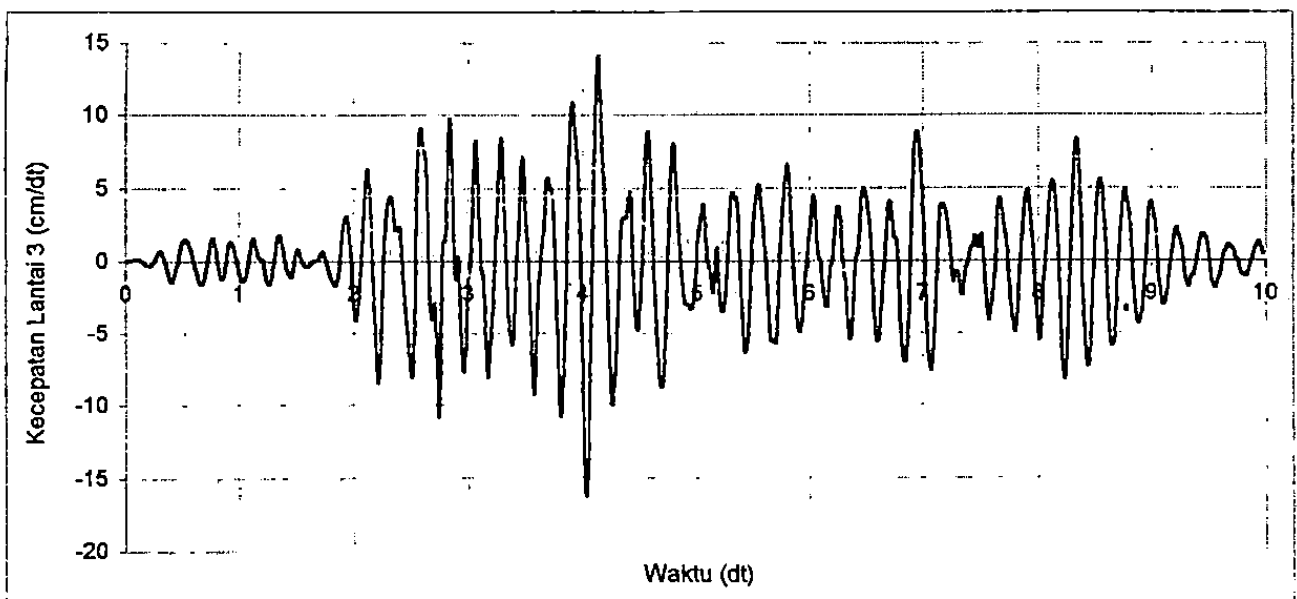
Kecepatan tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Koyna yang telah dinormalisasi untuk ukuran kolom 50/50 cm dengan skala penuh disajikan berturut-turut pada gambar 4.69 sampai dengan gambar 4.73, sedangkan gabungan dari kelima tingkat



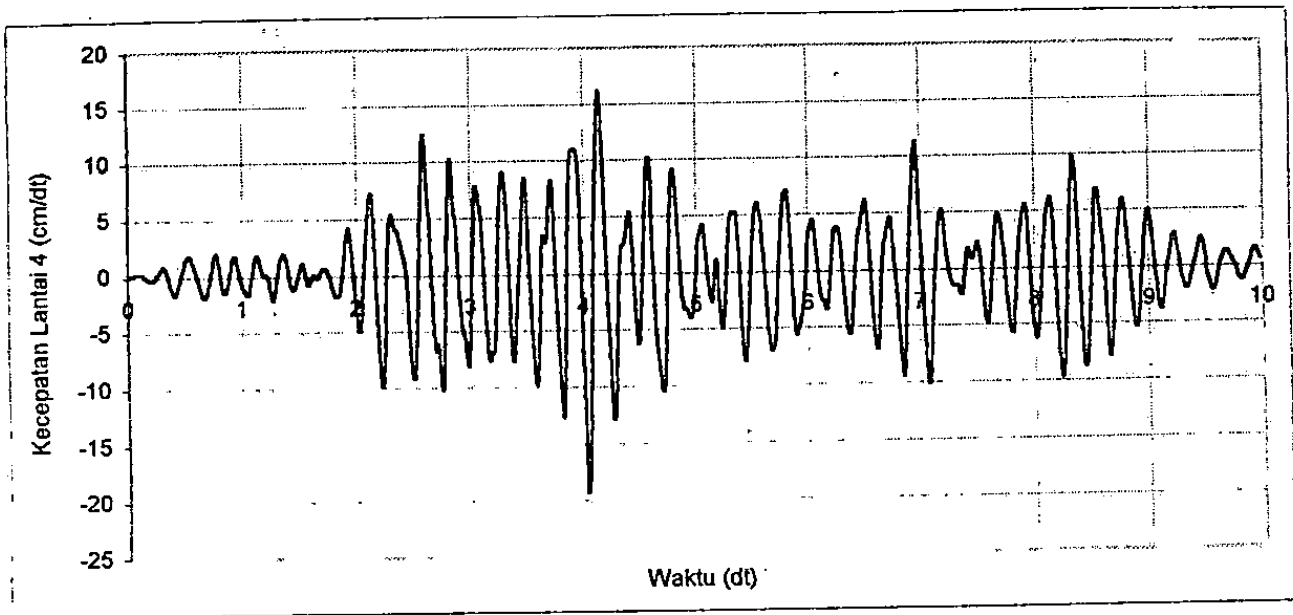
Gambar 4.57. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 60/60 cm) Lantai 1.



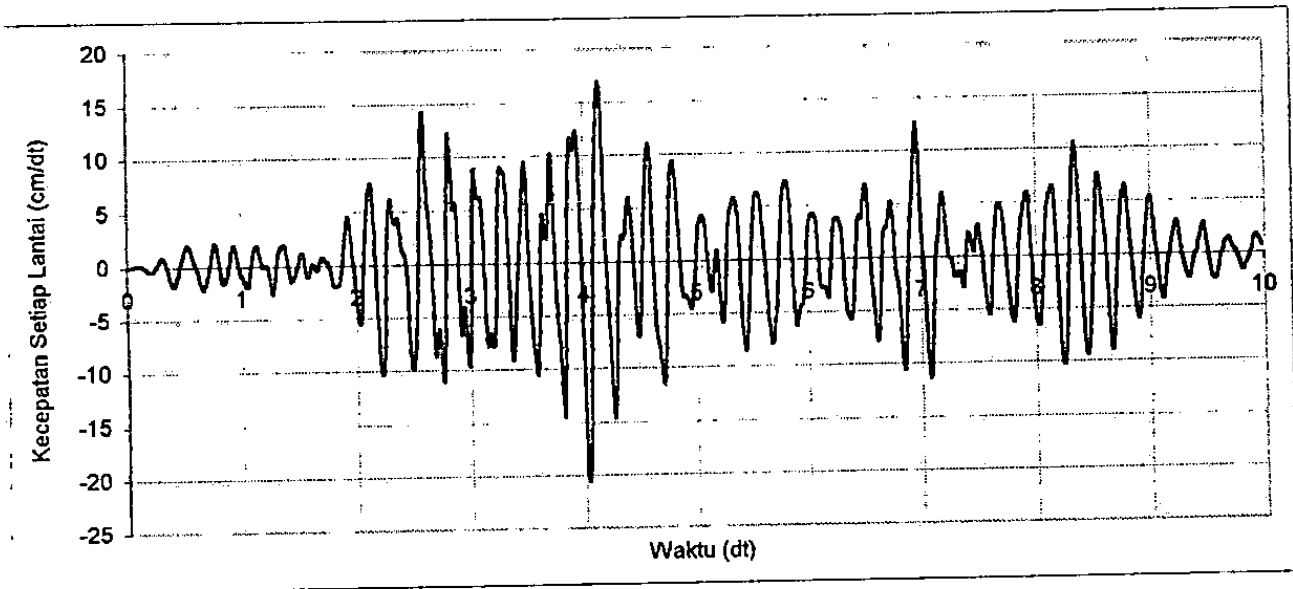
Gambar 4.58. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 6+A540/60 cm) Lantai 2.



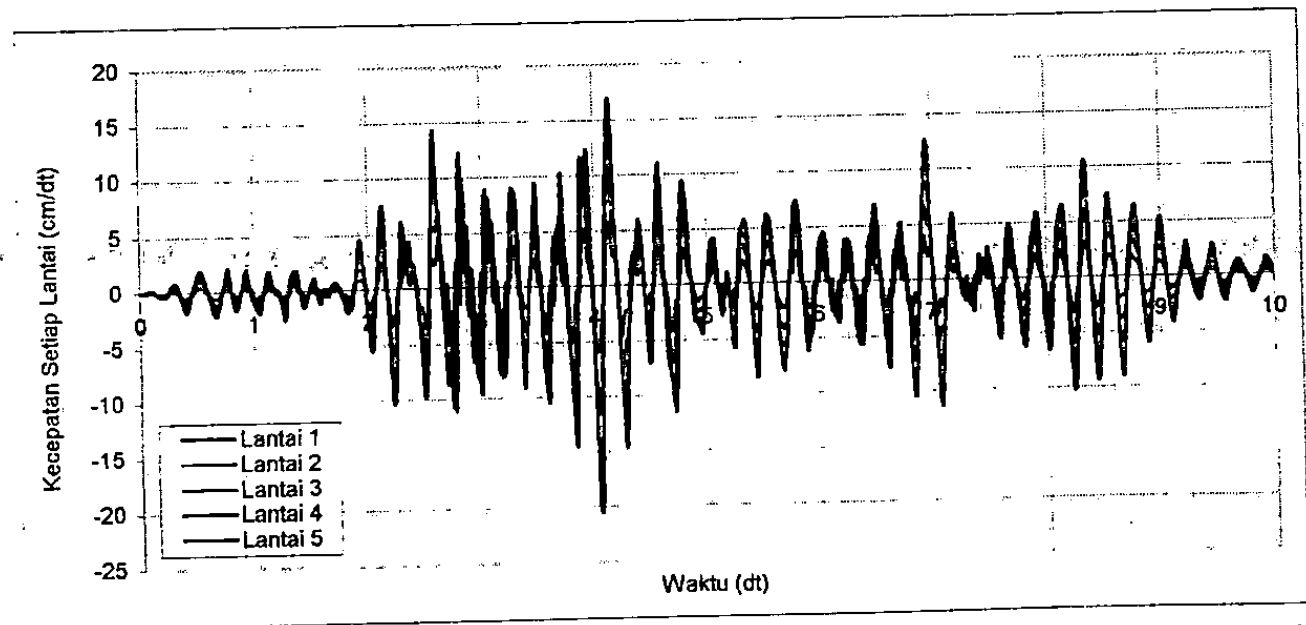
Gambar 4.59. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 60/60 cm) Lantai 3.

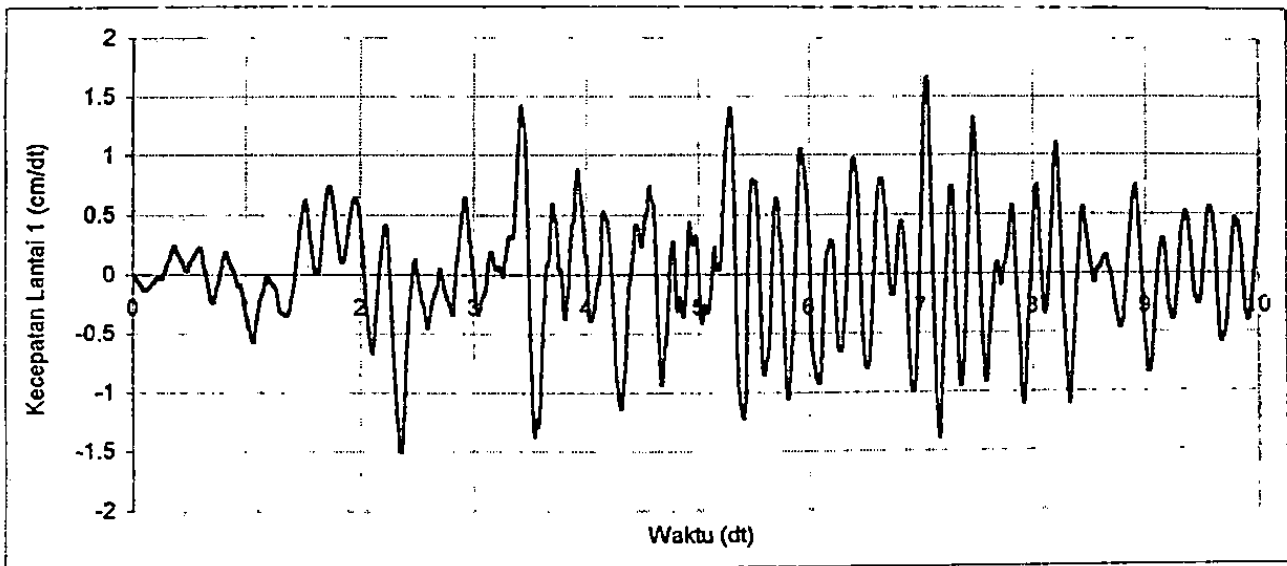


Gambar 4.60. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 60/60 cm) Lantai 4.

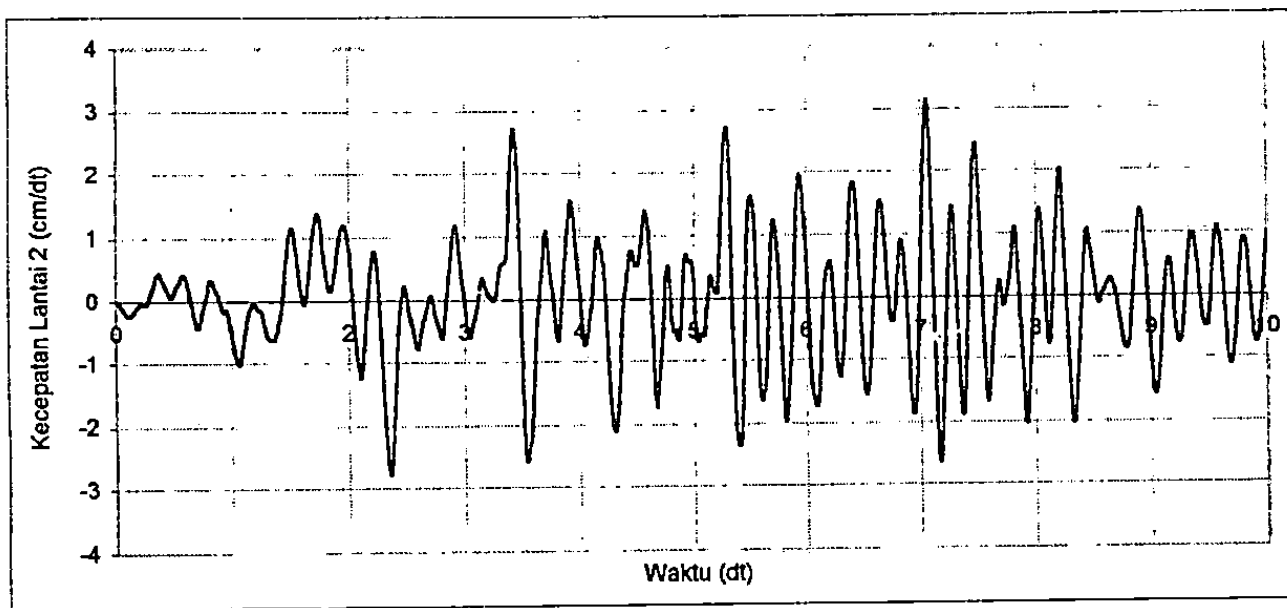


Gambar 4.61. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 60/60 cm) Lantai 5.

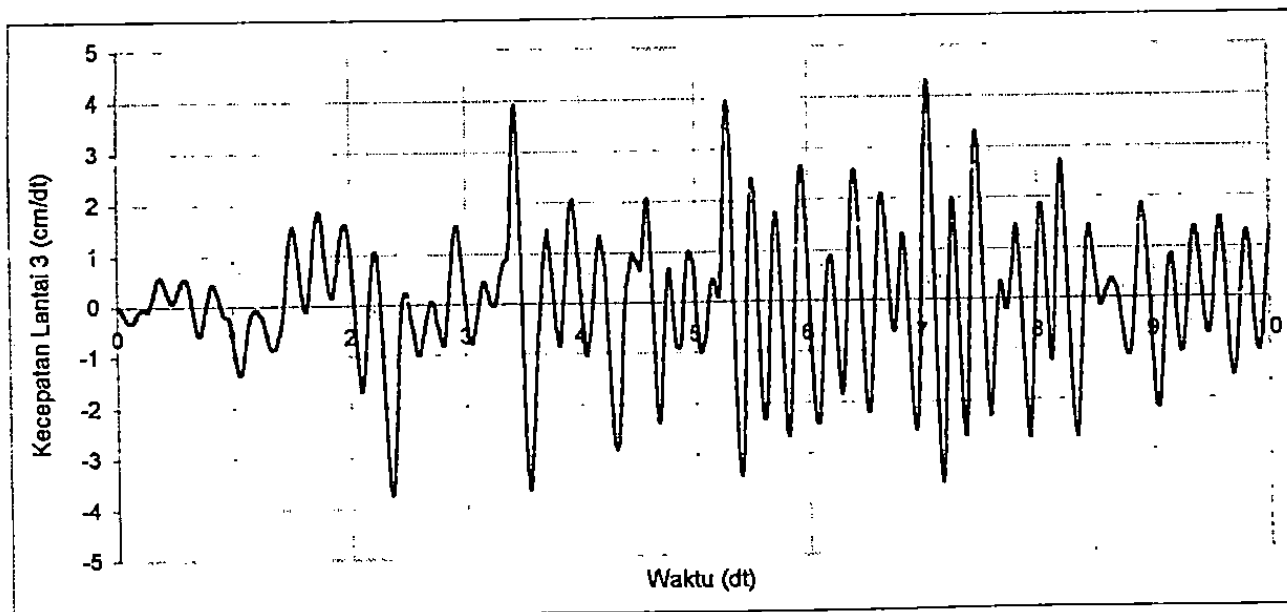




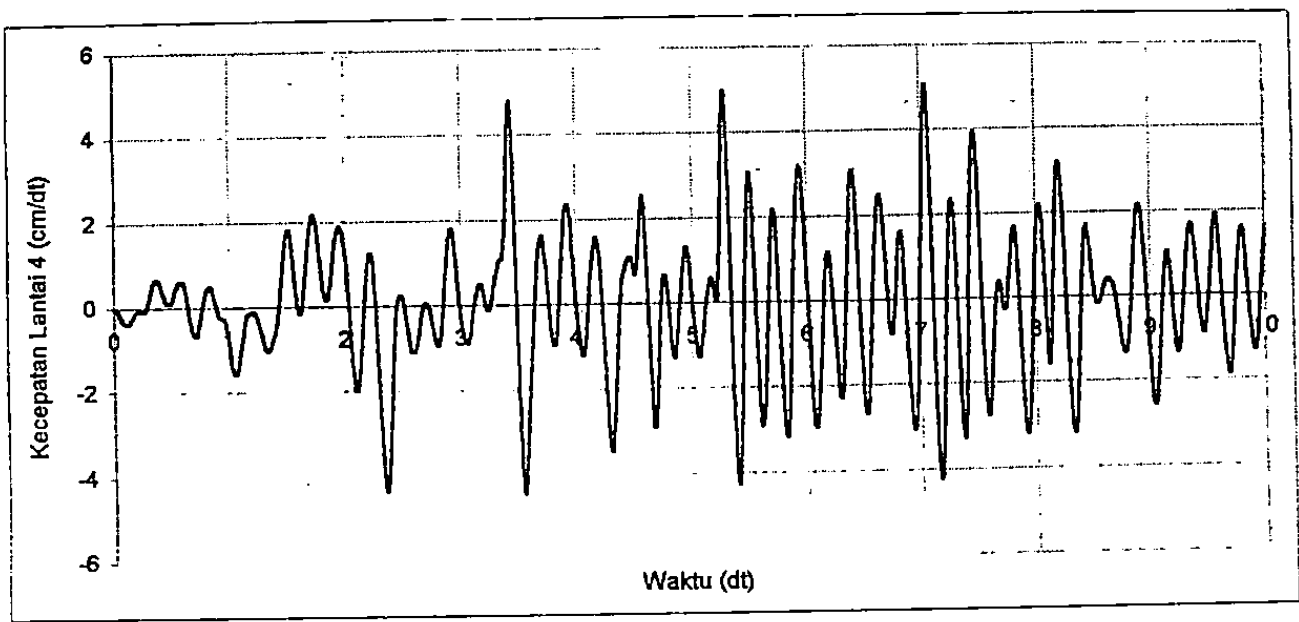
Gambar 4.63. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 60/60 cm) Lantai 1.



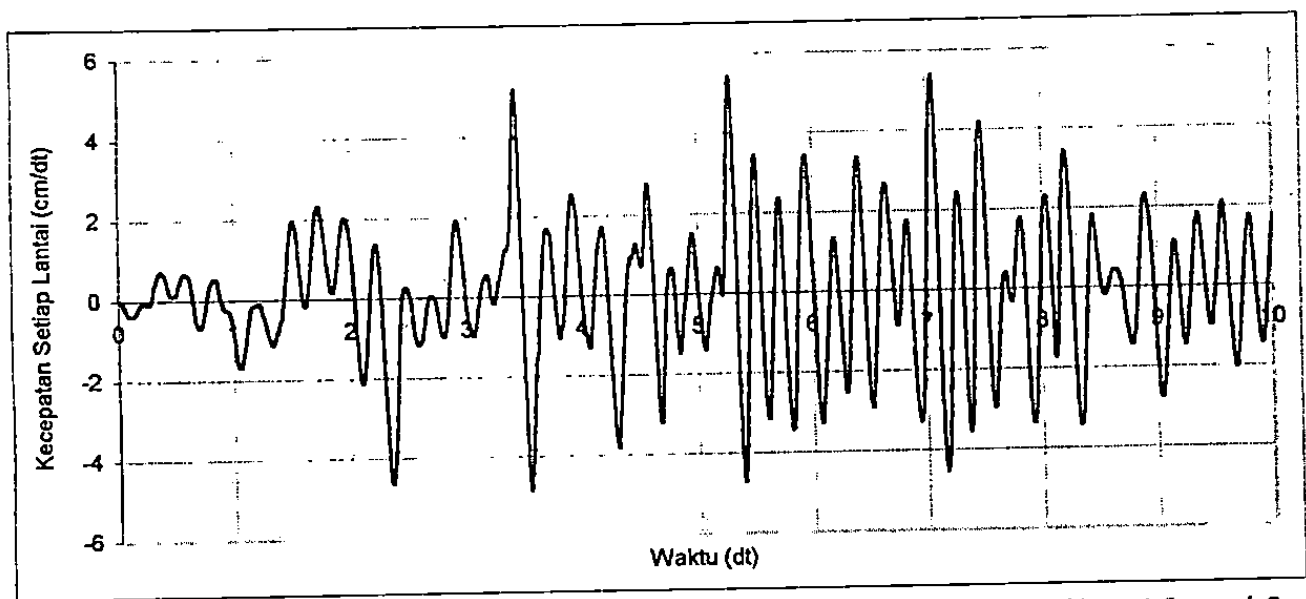
Gambar 4.64. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 60/60 cm) Lantai 2.



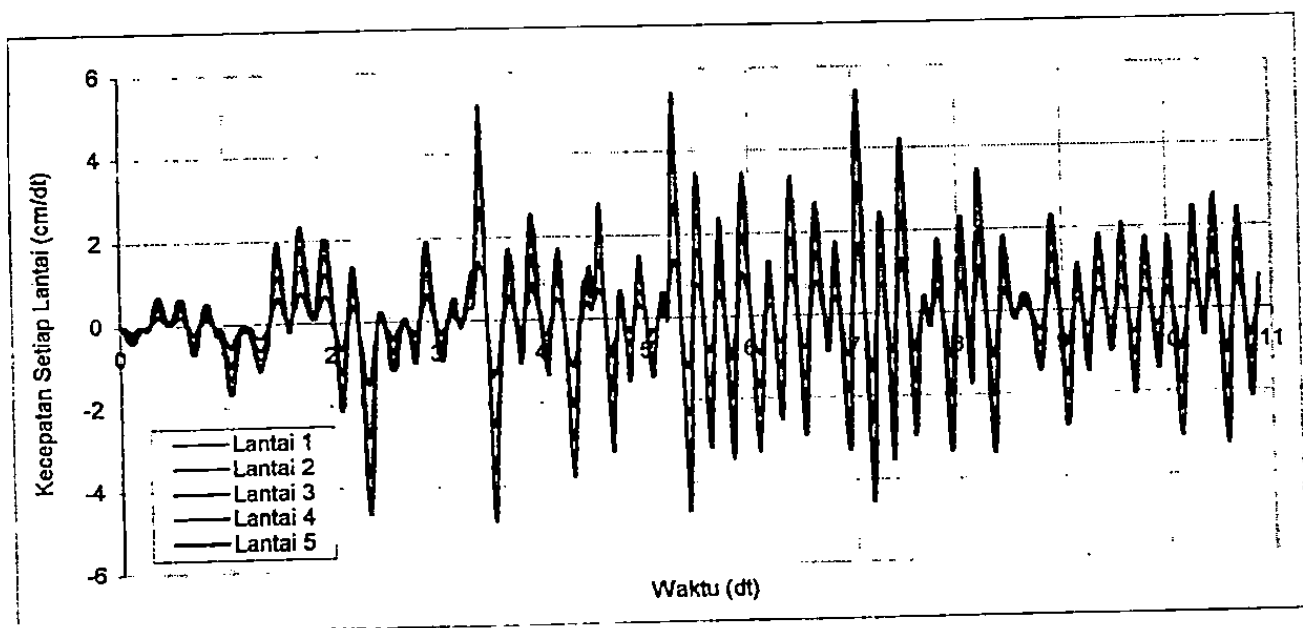
Gambar 4.65. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 60/60 cm) Lantai 3.

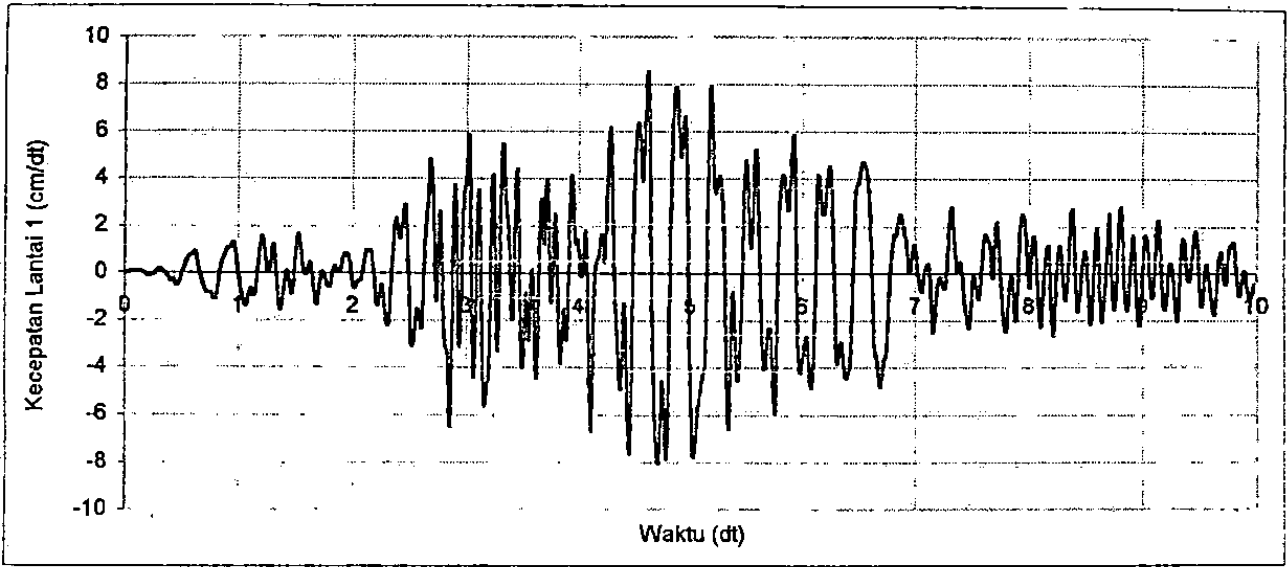


Gambar 4.66. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 60/60 cm) Lantai 4.

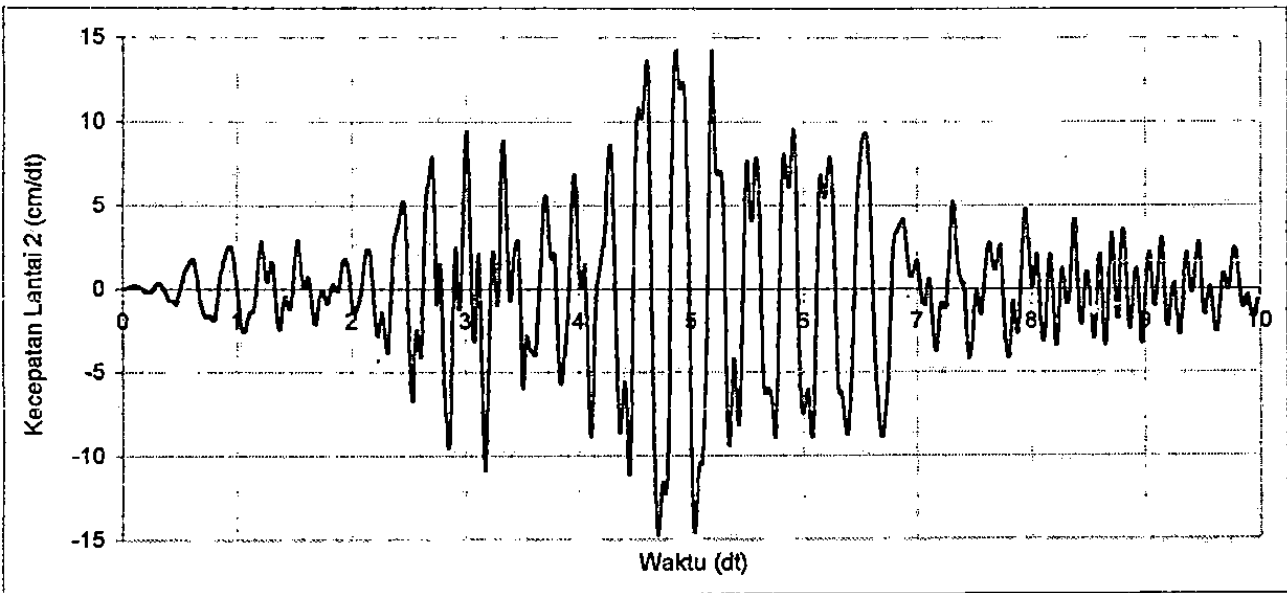


Gambar 4.67. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 60/60 cm) Lantai 5.

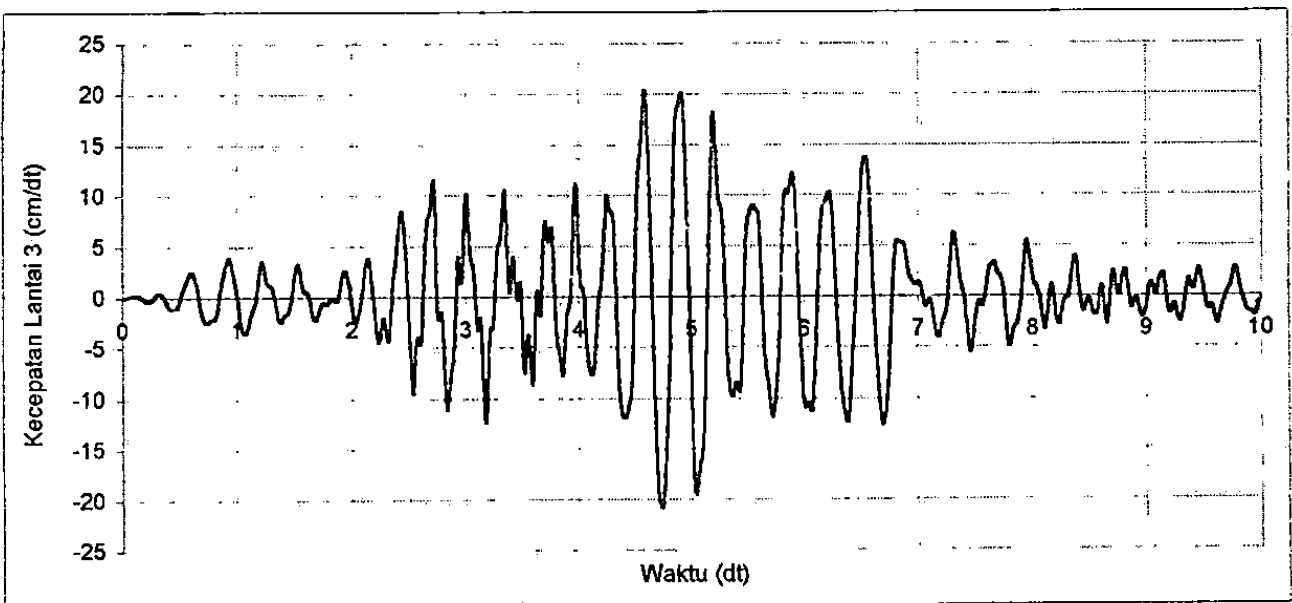




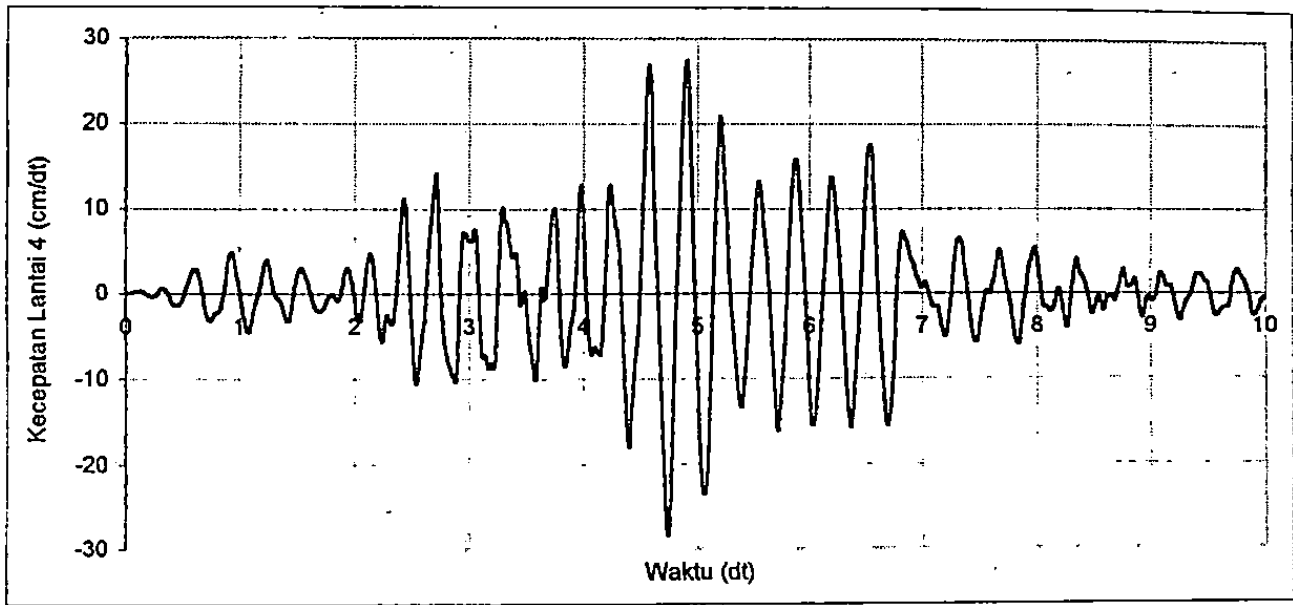
Gambar 4.69. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Lantai 1.



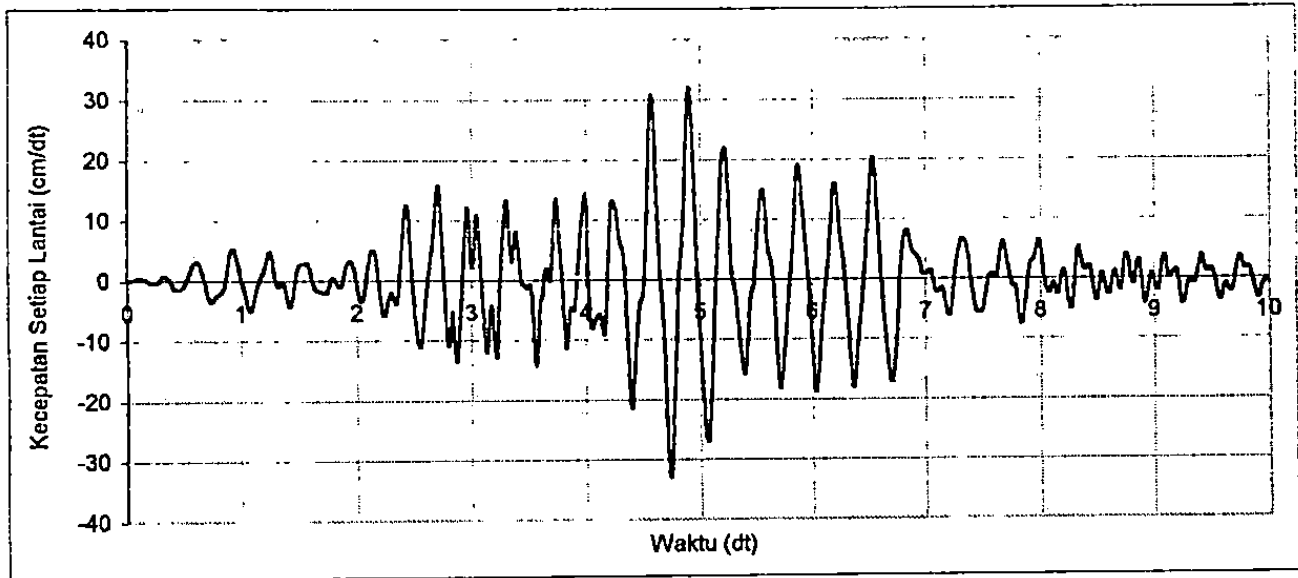
Gambar 4.70. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 5+A540/50 cm) Lantai



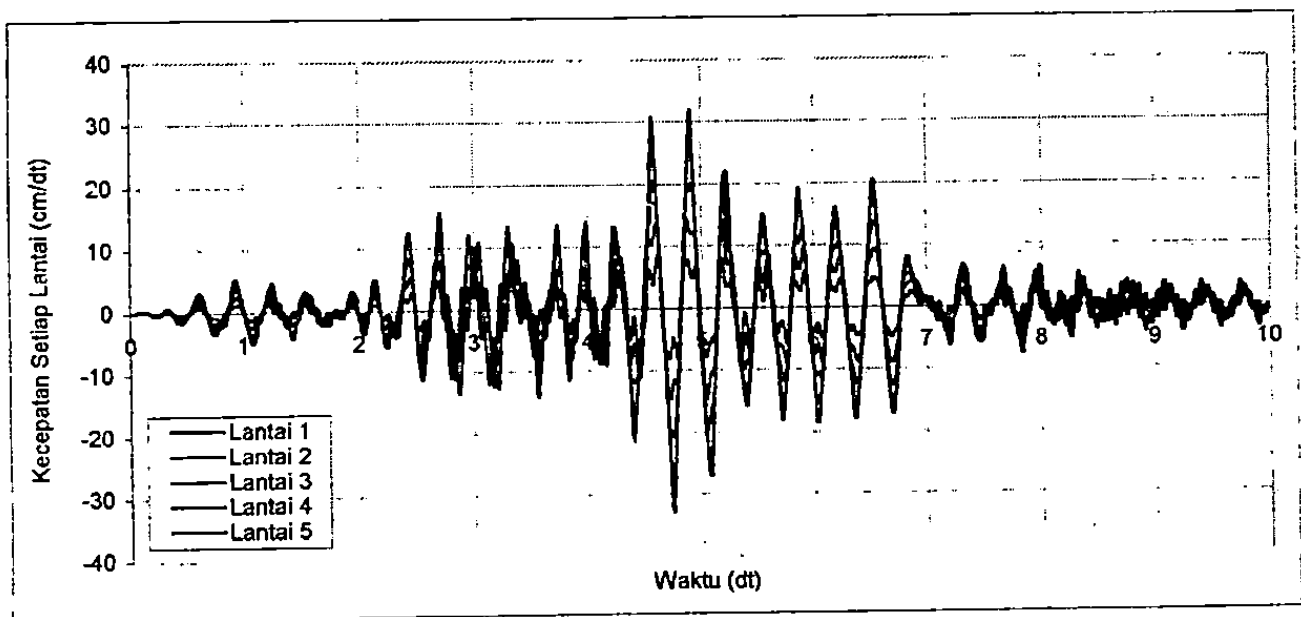
Gambar 4.71. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Lantai 3



Gambar 4.72. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Lantai 4.



Gambar 4.73. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Lantai 5.



Gambar 4.74. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Semua Lantai

Kecepatan tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Bucharest untuk ukuran kolom 50/50 cm dengan skala penuh disajikan berturut-turut pada gambar 4.75 sampai dengan gambar 4.79, sedangkan gabungan dari kelima tingkat tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.80.

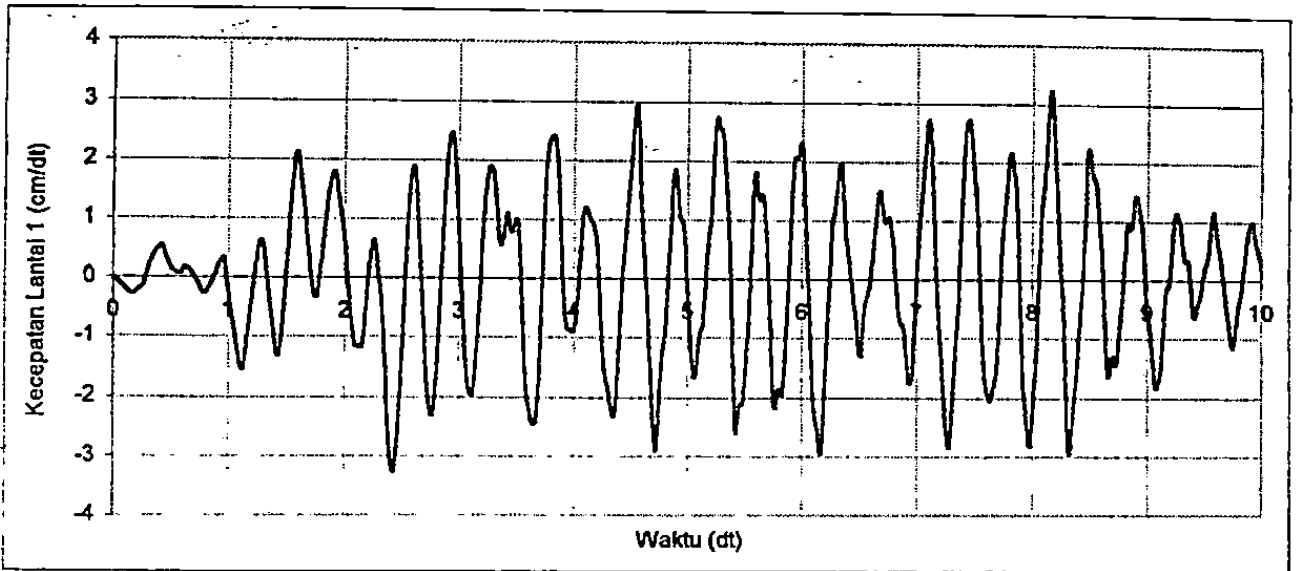
Kecepatan maksimum untuk tingkat-tingkat tersebut dicantumkan selengkapnya pada tabel 4.4. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa pada percepatan tanah maksimum yang sama, gempa Bucharest ternyata menyebabkan kecepatan tingkat yang lebih kecil dari pada gempa Koyna.

Tabel 4.4. Kecepatan maksimum akibat percepatan yang telah di Normalisasi.

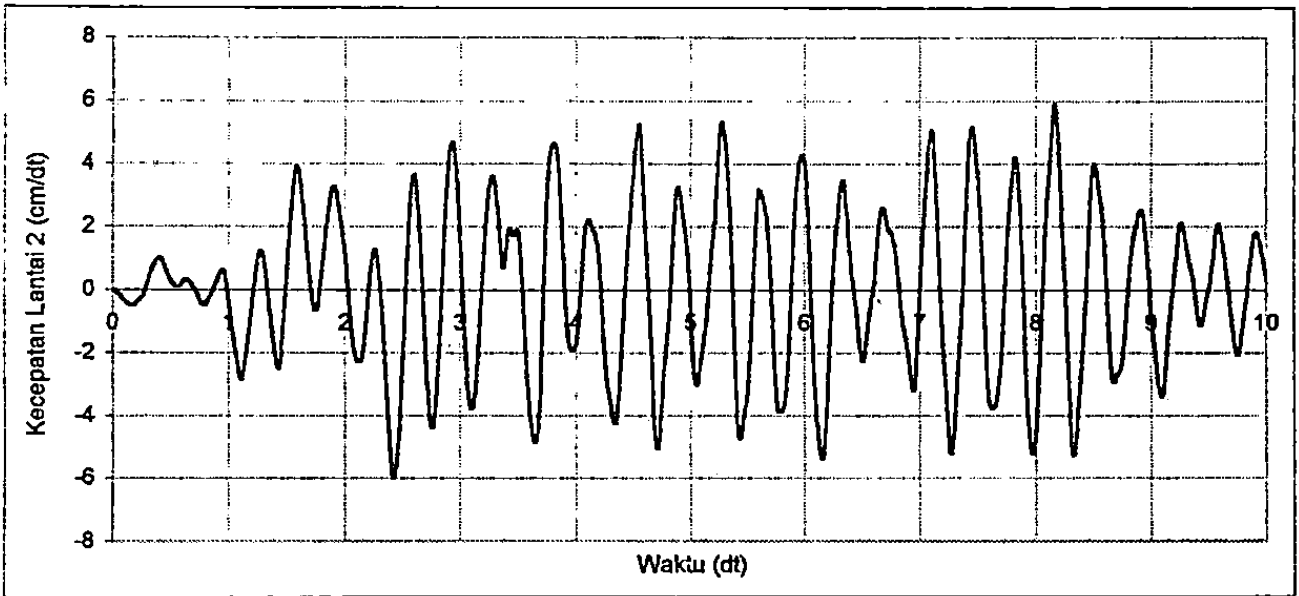
Ukuran Kolom (cm)	Tingkat ke	Kecepatan (cm/dt)		Keterangan G. Bucharest terhadap Koyna
		Bucharest	Koyna	
60 x 60	1	1,6658	6,5507	Lebih Kecil
	2	3,1455	11,5744	Lebih Kecil
	3	4,3086	16,2883	Lebih Kecil
	4	5,0478	19,4206	Lebih Kecil
	5	5,4244	20,5240	Lebih Kecil
50 x 50	1	3,2579	8,5352	Lebih Kecil
	2	5,9958	14,7282	Lebih Kecil
	3	8,0678	20,7442	Lebih Kecil
	4	9,5269	28,4571	Lebih Kecil
	5	10,2327	32,9055	Lebih Kecil
40 x 40	1	8,0540	8,5680	Lebih Kecil
	2	14,6330	15,1085	Lebih Kecil
	3	20,5813	20,7359	Lebih Kecil
	4	25,4865	24,7432	Lebih Besar
	5	27,9233	27,0965	Lebih Besar

4.3.6. Kecepatan Kolom Ukuran 40 x 40 cm.

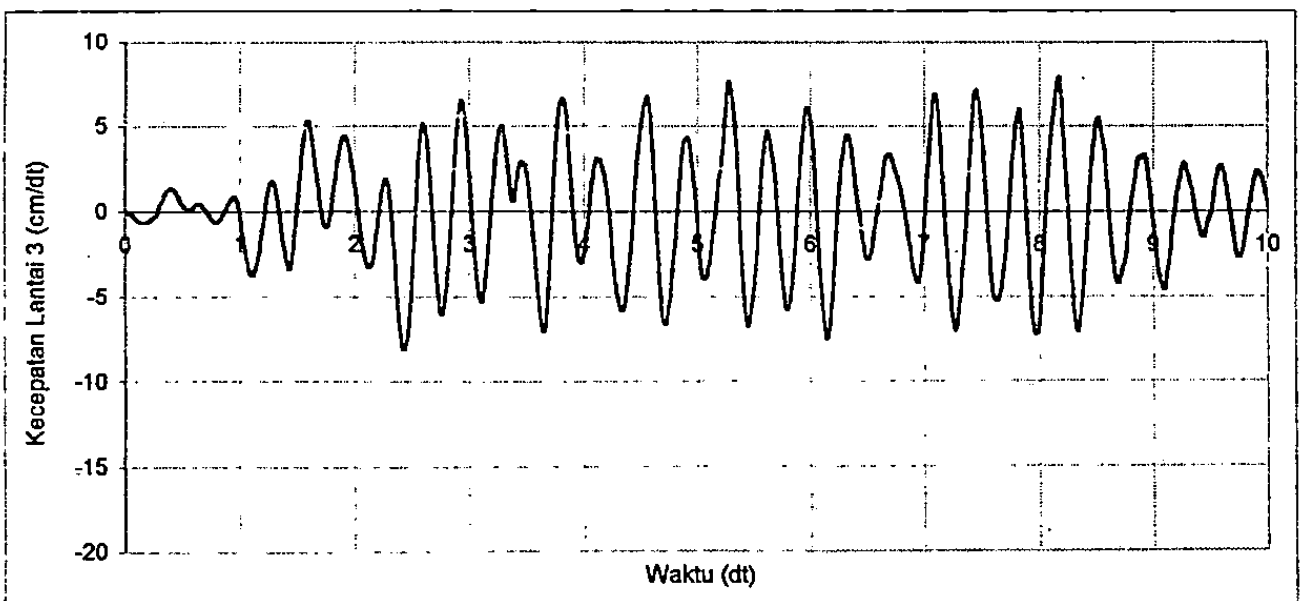
Kecepatan tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Koyna yang telah



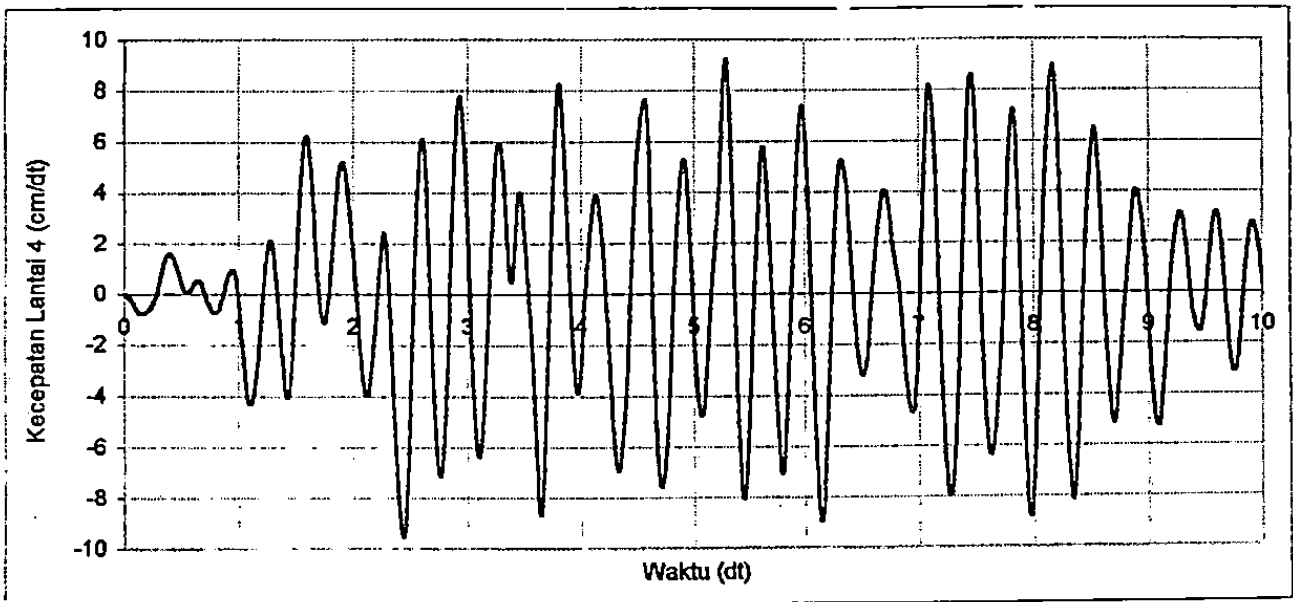
Gambar 4.75. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 50/50 cm) Lantai 1



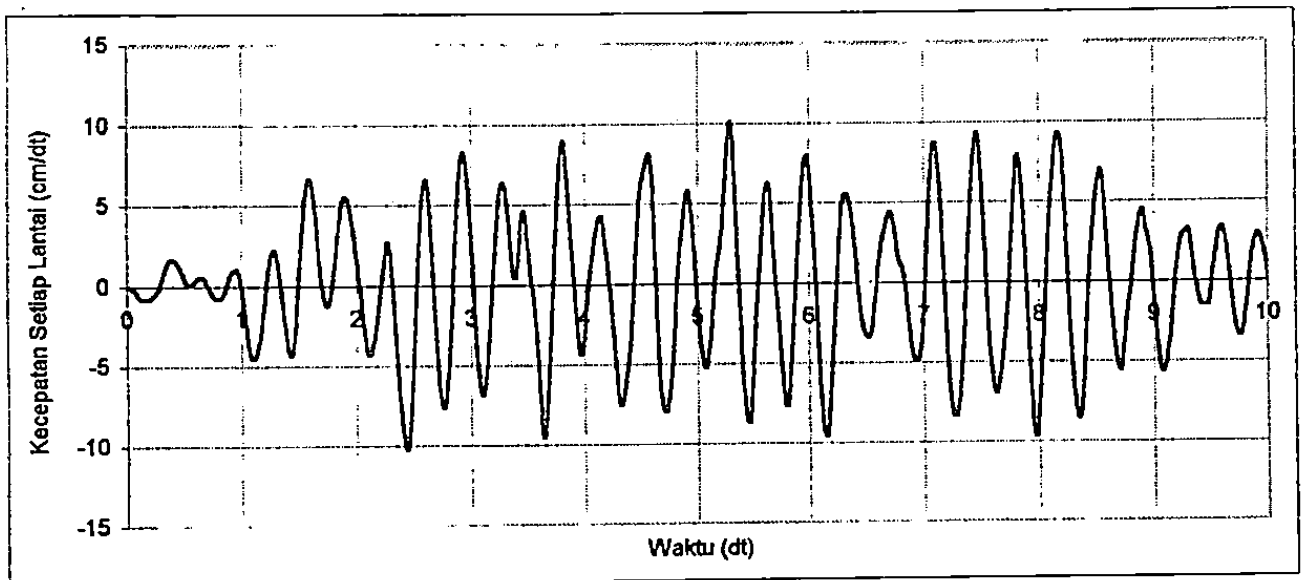
Gambar 4.76. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 50/50 cm) Lantai 2



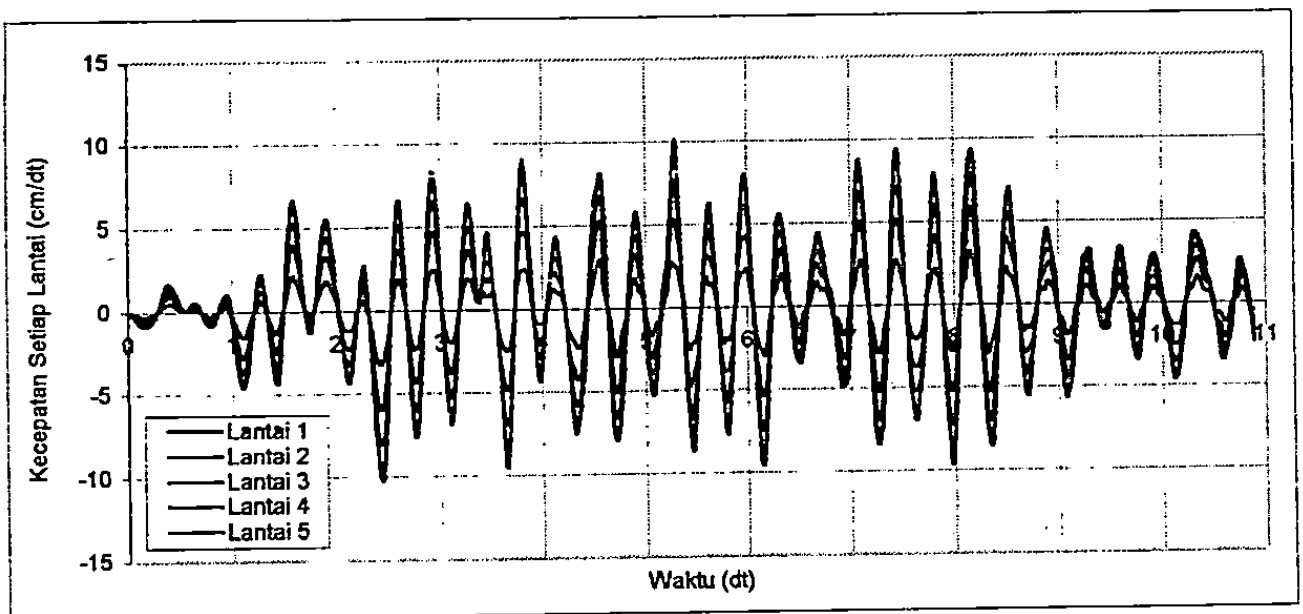
Gambar 4.77. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 50/50 cm) Lantai 3



Gambar 4.78. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 50/50 cm) Lantai 4



Gambar 4.79. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 50/50 cm) Lantai 5



... 50/50 cm) Gempa L...

Pada gambar 4.81 sampai dengan gambar 4.85, sedangkan gabungan dari kelima tingkat tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.86.

Kecepatan tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Bucharest untuk ukuran kolom 50/50 cm dengan skala penuh disajikan berturut-turut pada gambar 4.87 sampai dengan gambar 4.91, sedangkan gabungan dari kelima tingkat tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.92.

Kecepatan maksimum untuk tingkat-tingkat tersebut dicantumkan selengkapnya pada tabel 4.4. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa pada percepatan tanah maksimum yang sama, gempa Bucharest ternyata menyebabkan kecepatan tingkat yang lebih kecil dari pada gempa Koyna pada tingkat ke-1, ke-2, dan ke-3, namun mengakibatkan lebih besar pada tingkat ke-4 dan ke-5.

4.3.7. Percepatan Kolom Ukuran 60 x 60 cm.

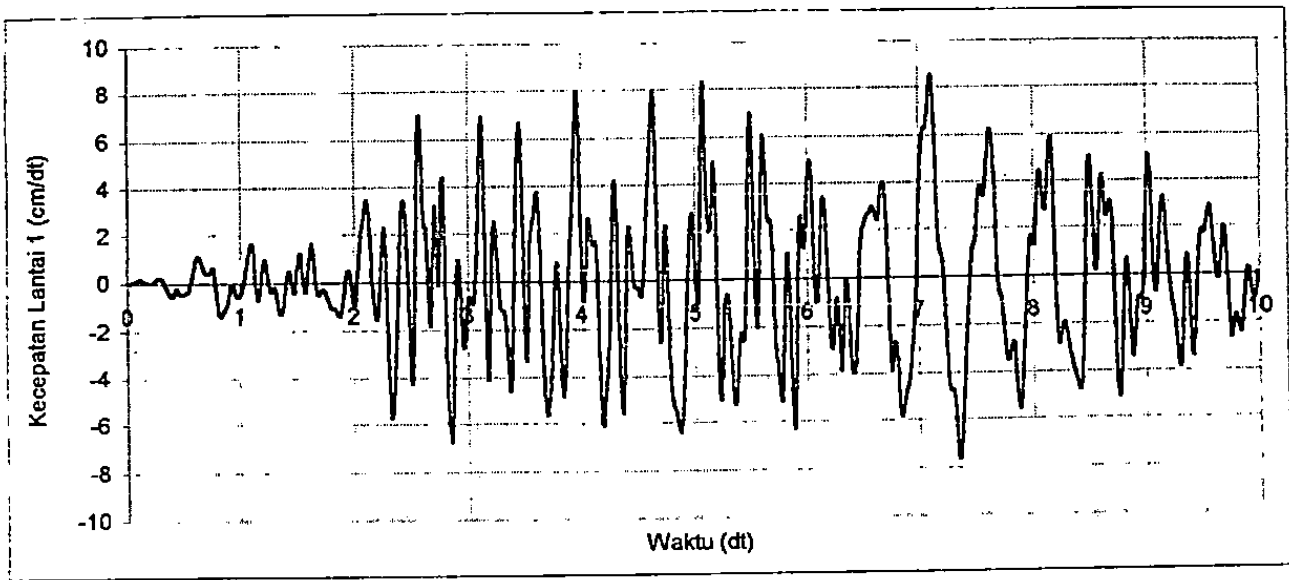
Percepatan tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Koyna yang telah dinormalisasi untuk ukuran kolom 60/60 cm dengan skala penuh disajikan berturut-turut pada gambar 4.93 sampai dengan gambar 4.97, sedangkan gabungan dari kelima tingkat tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.98.

Percepatan tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Bucharest untuk ukuran kolom 60/60 cm dengan skala penuh disajikan berturut-turut pada gambar 4.99 sampai dengan gambar 4.103, sedangkan gabungan dari kelima tingkat tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.104.

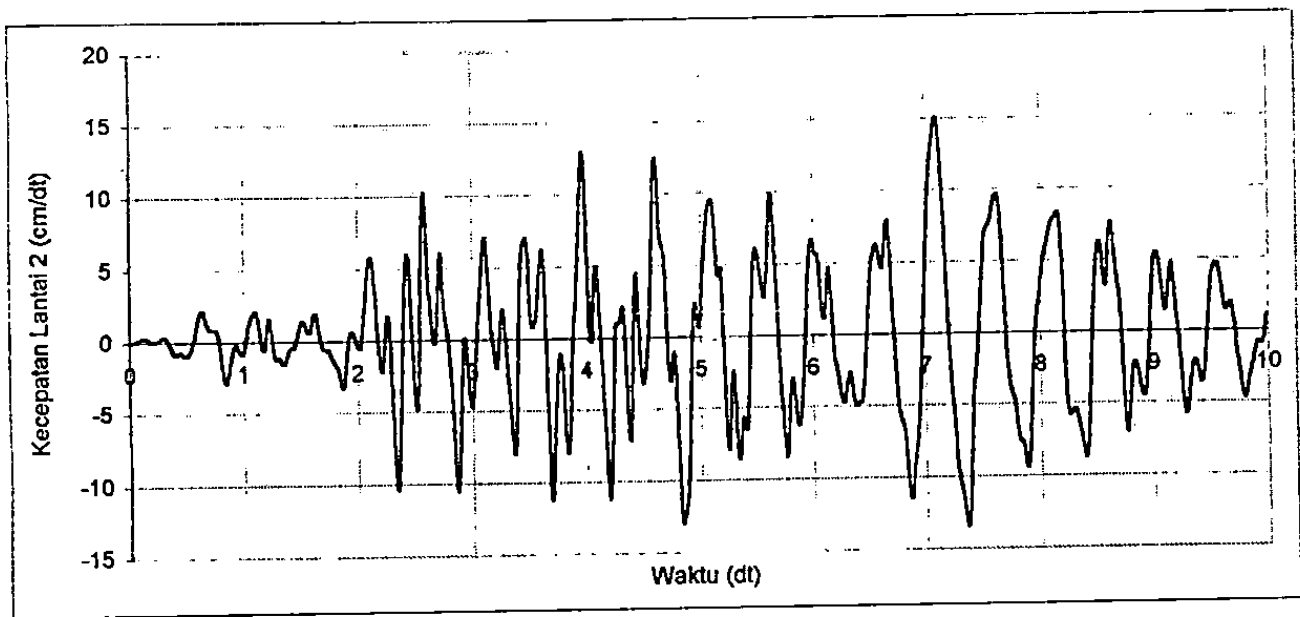
Percepatan maksimum untuk tingkat-tingkat tersebut dicantumkan selengkapnya pada tabel 4.5. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa pada percepatan tanah maksimum yang sama, gempa Bucharest ternyata menyebabkan percepatan tingkat yang lebih kecil dari pada gempa Koyna.

4.3.8. Percepatan Kolom Ukuran 50 x 50 cm.

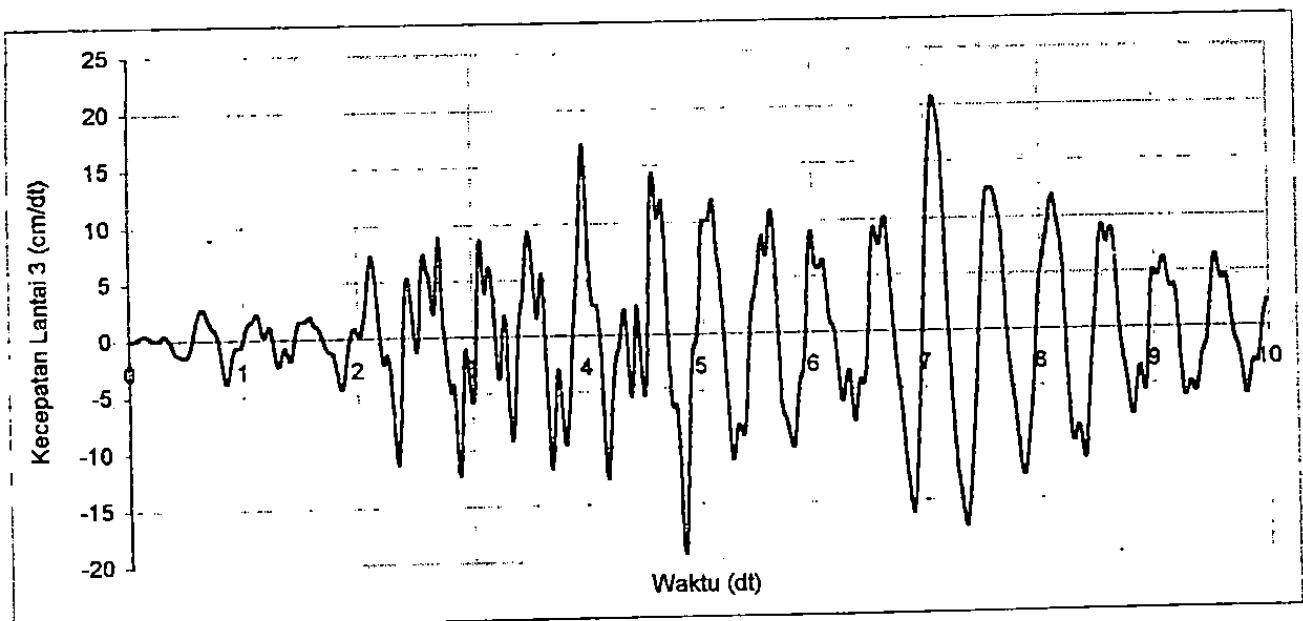
Percepatan tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Koyna yang telah dinormalisasi untuk ukuran kolom 50/50 cm dengan skala penuh disajikan berturut-turut pada gambar 4.105 sampai dengan gambar 4.109, sedangkan gabungan dari kelima

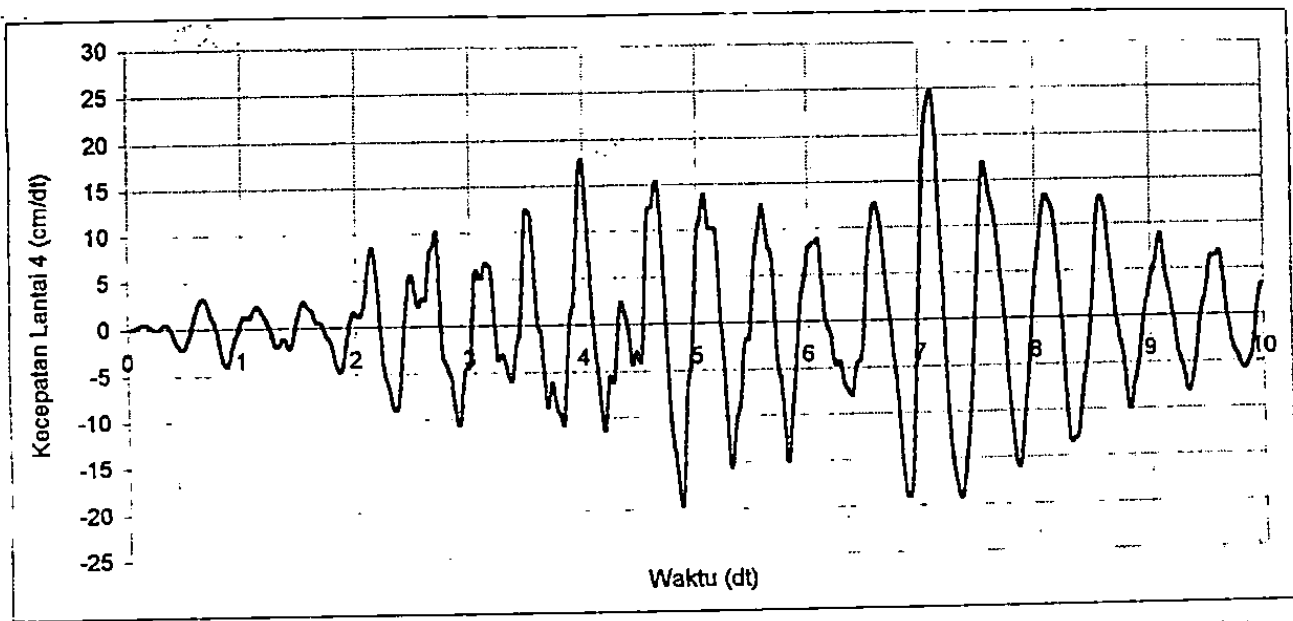


Gambar 4.81. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 40/40 cm) Lantai 1.

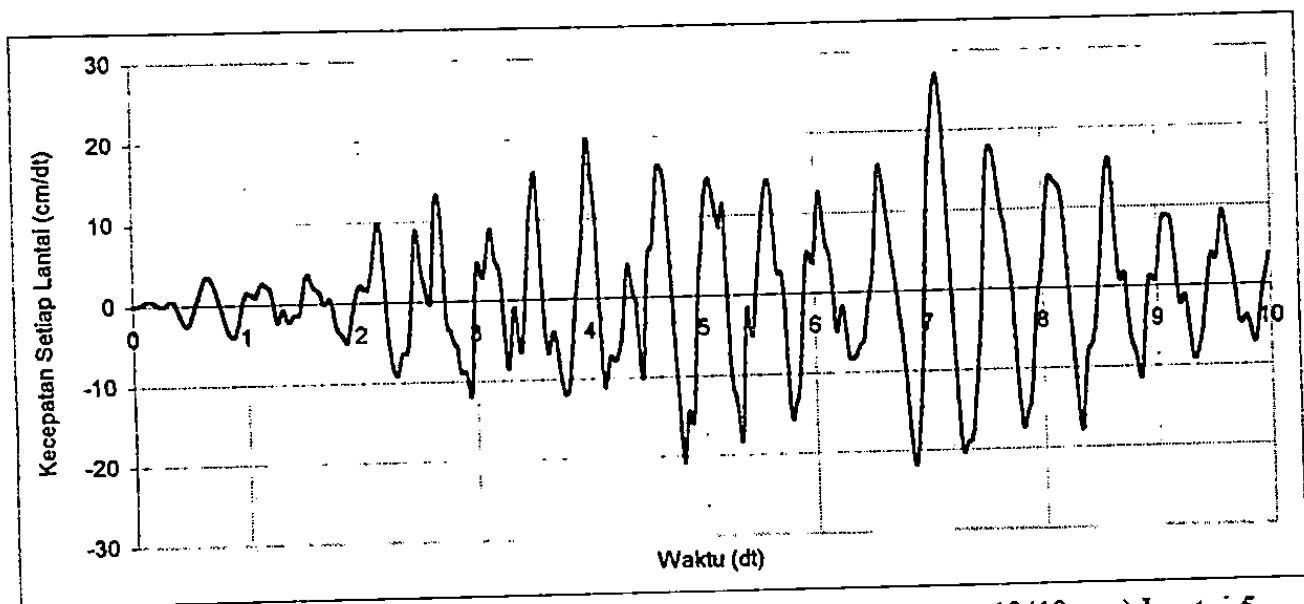


Gambar 4.82. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 40/40 cm) Lantai 2.

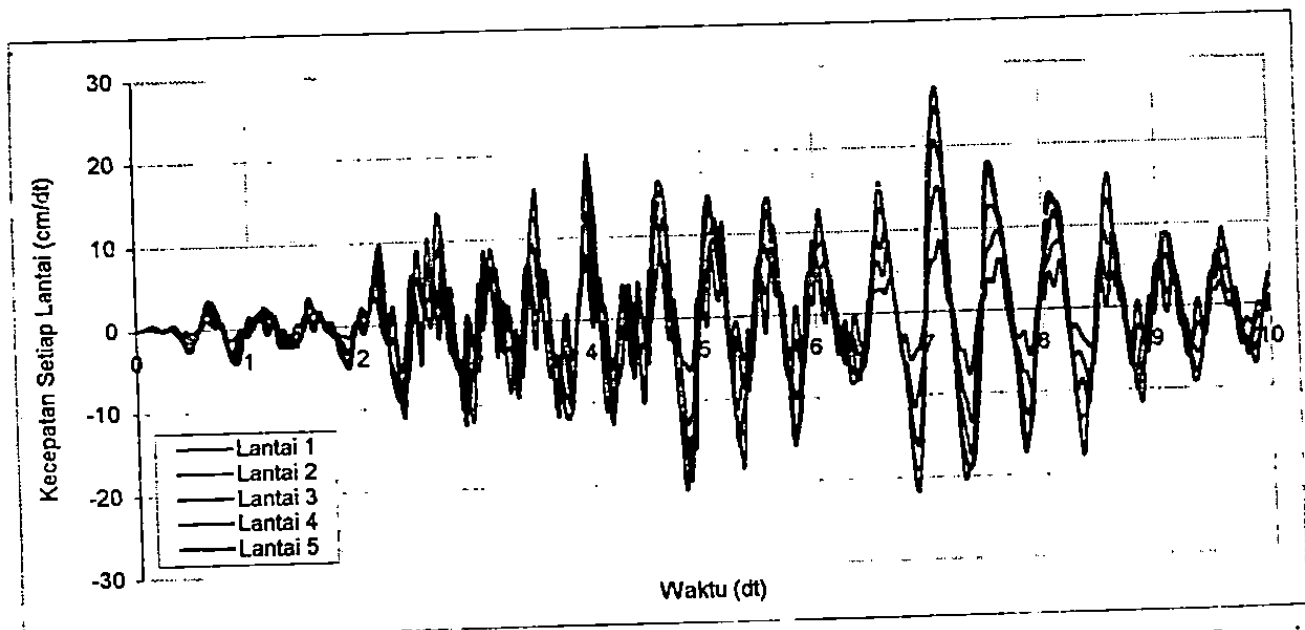


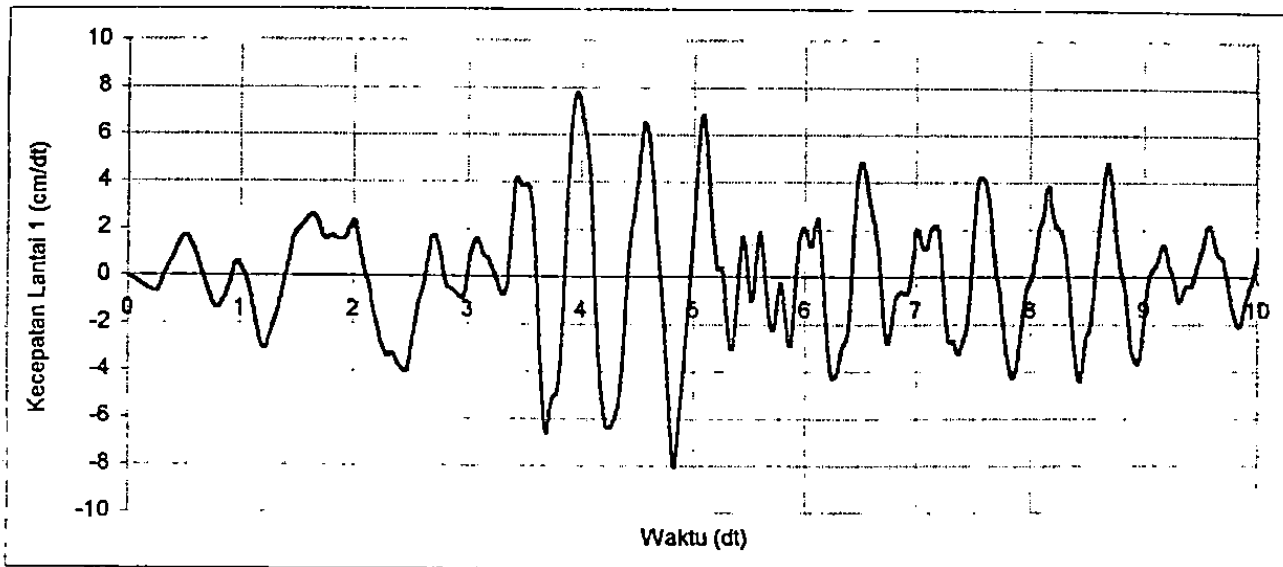


Gambar 4.84. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 40/40 cm) Lantai 4.

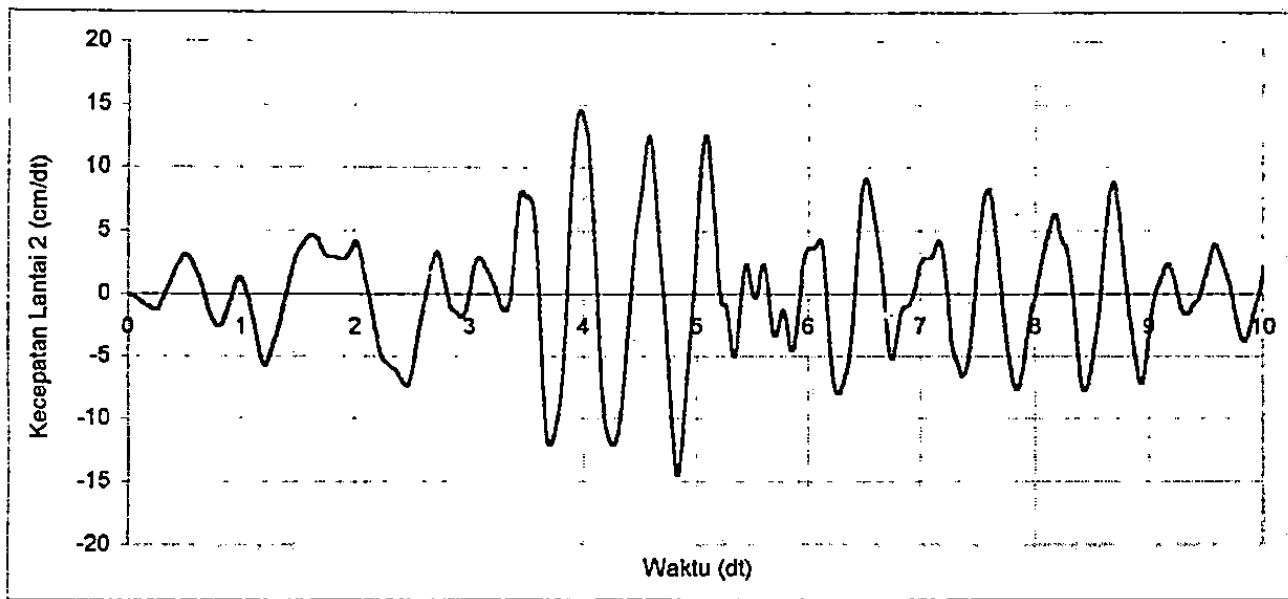


Gambar 4.85. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 40/40 cm) Lantai 5.

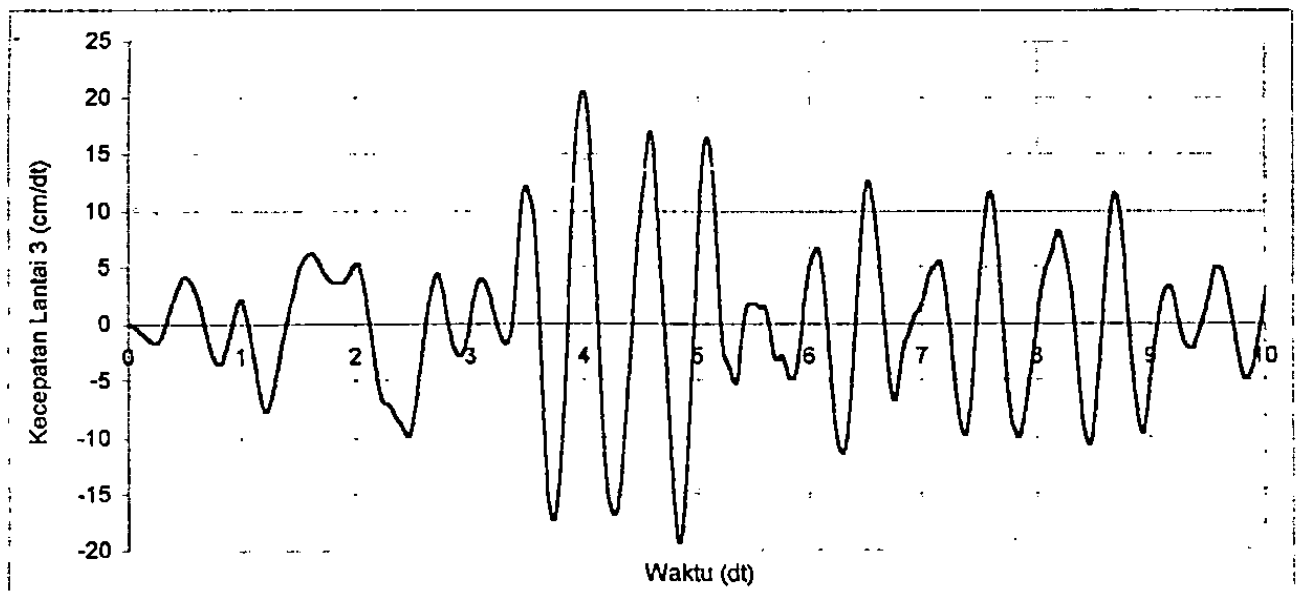




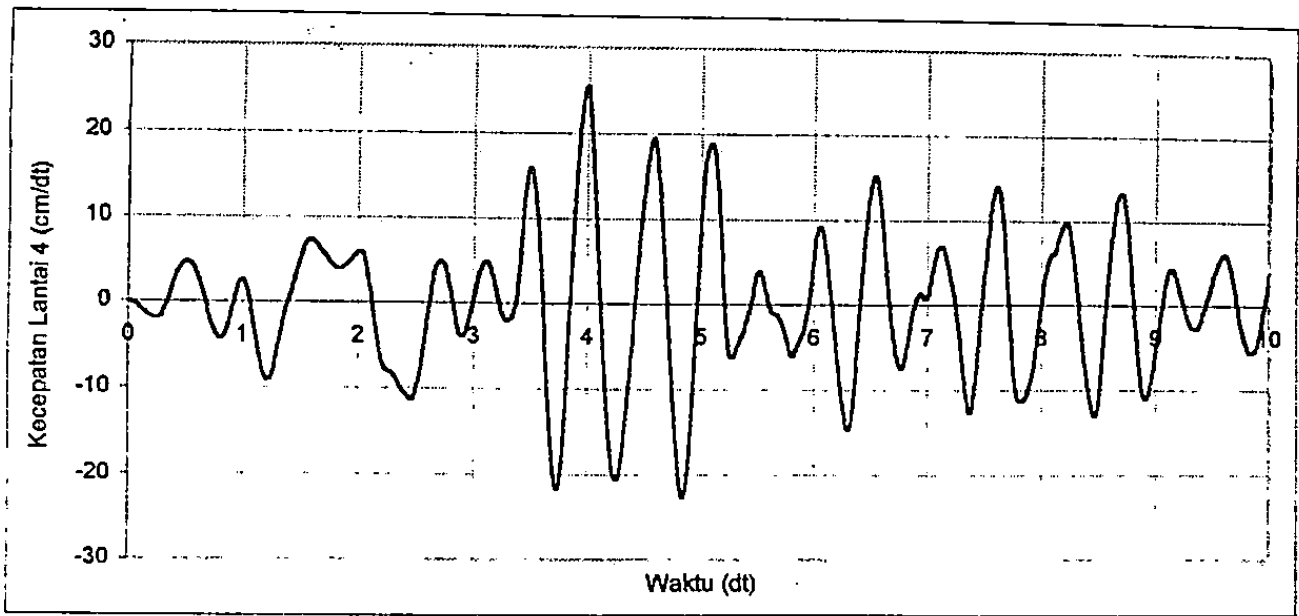
Gambar 4.87. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 40/40 cm) Lantai 1.



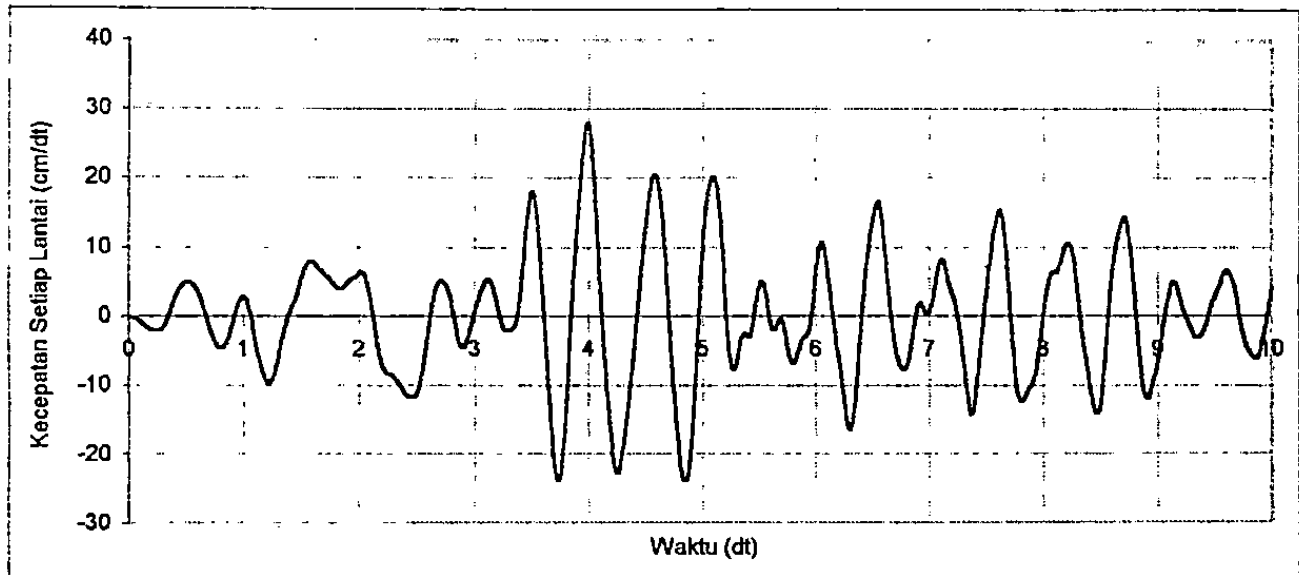
Gambar 4.88. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 40/40 cm) Lantai 2.



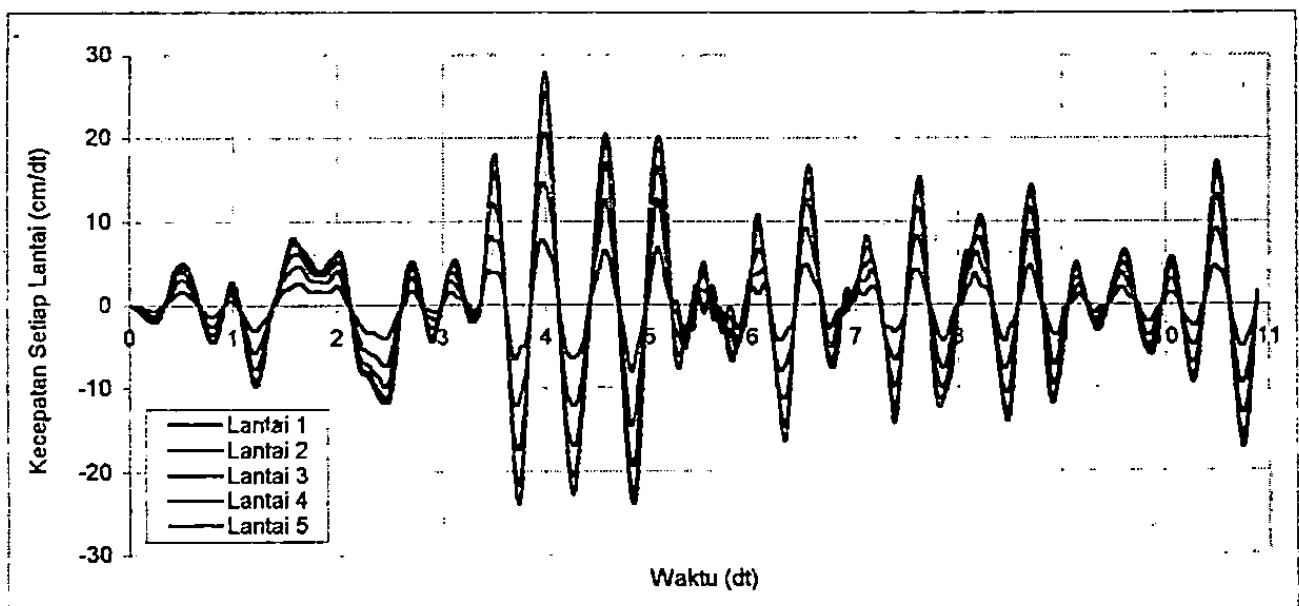
Gambar 4.89. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 40/40 cm) Lantai 3.



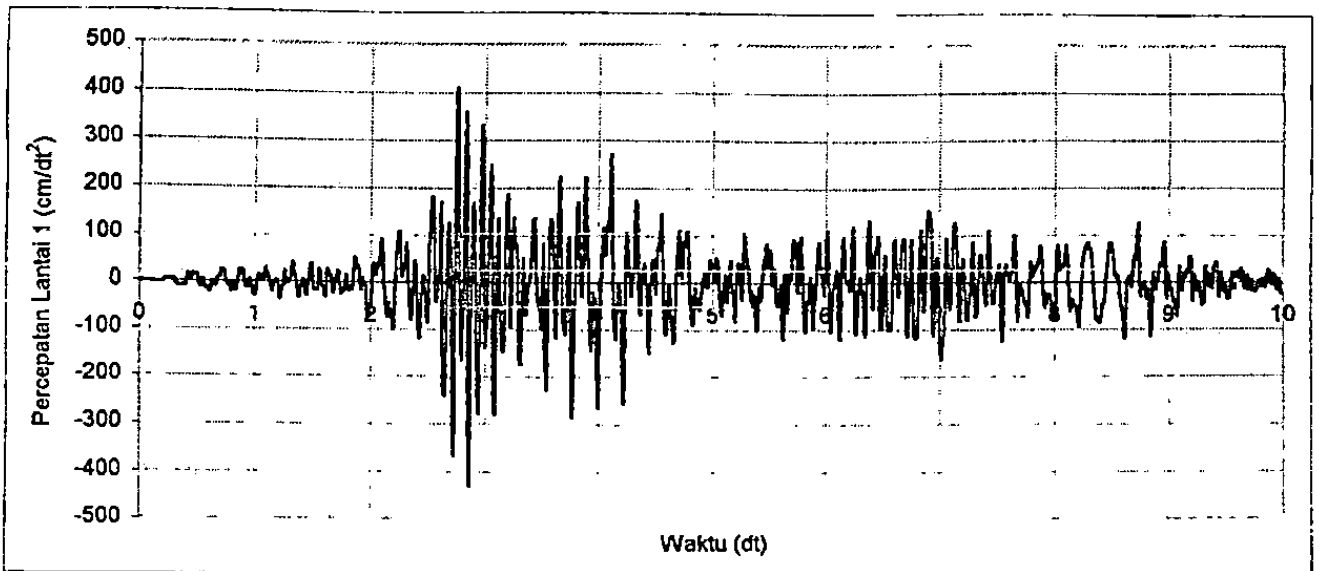
Gambar 4.90. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 40/40 cm) Lantai 4.



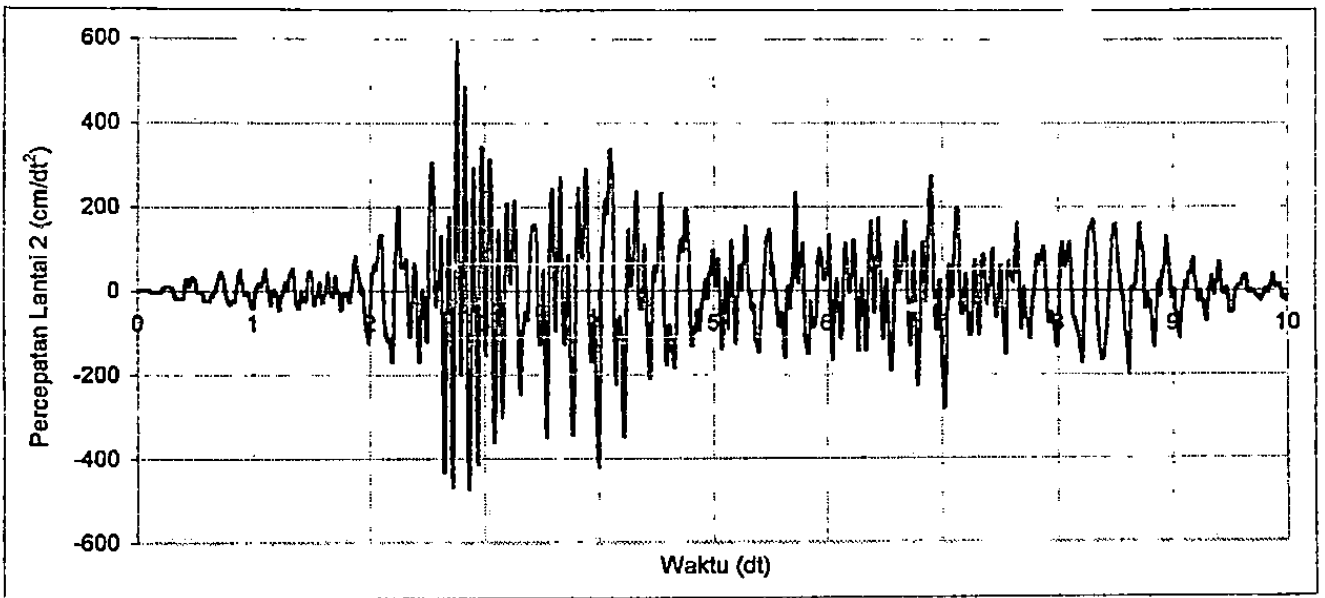
Gambar 4.91. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 40/40 cm) Lantai 5.



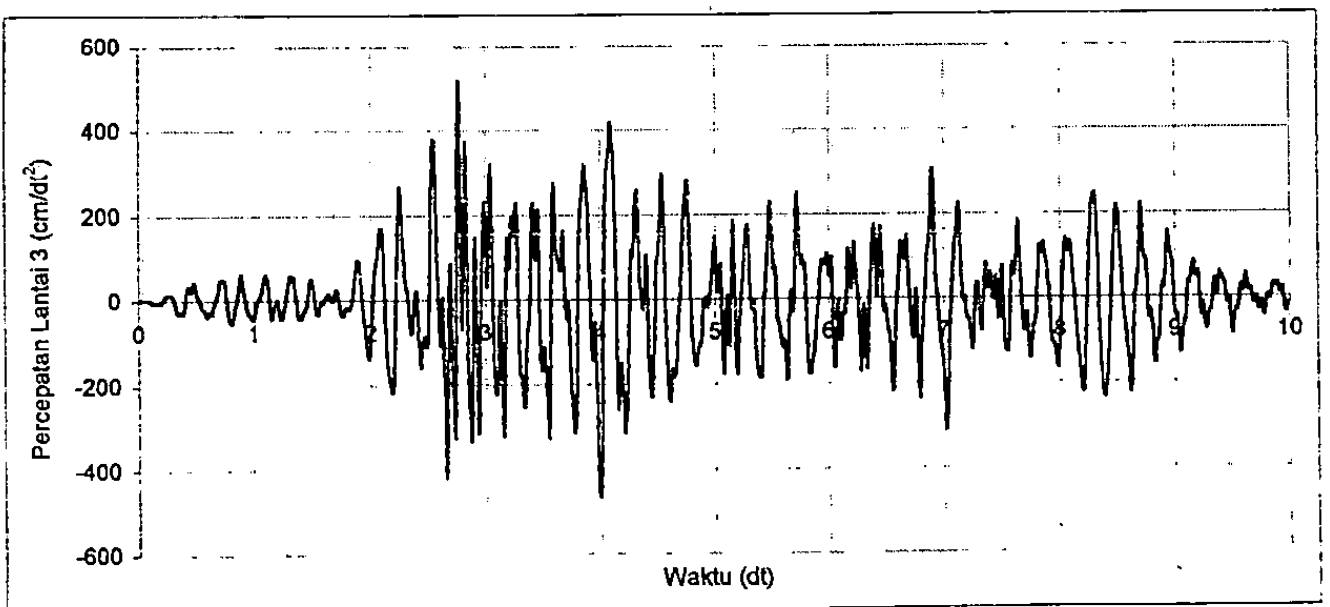
Gambar 4.92. Kecepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 40/40 cm) Semua Lantai



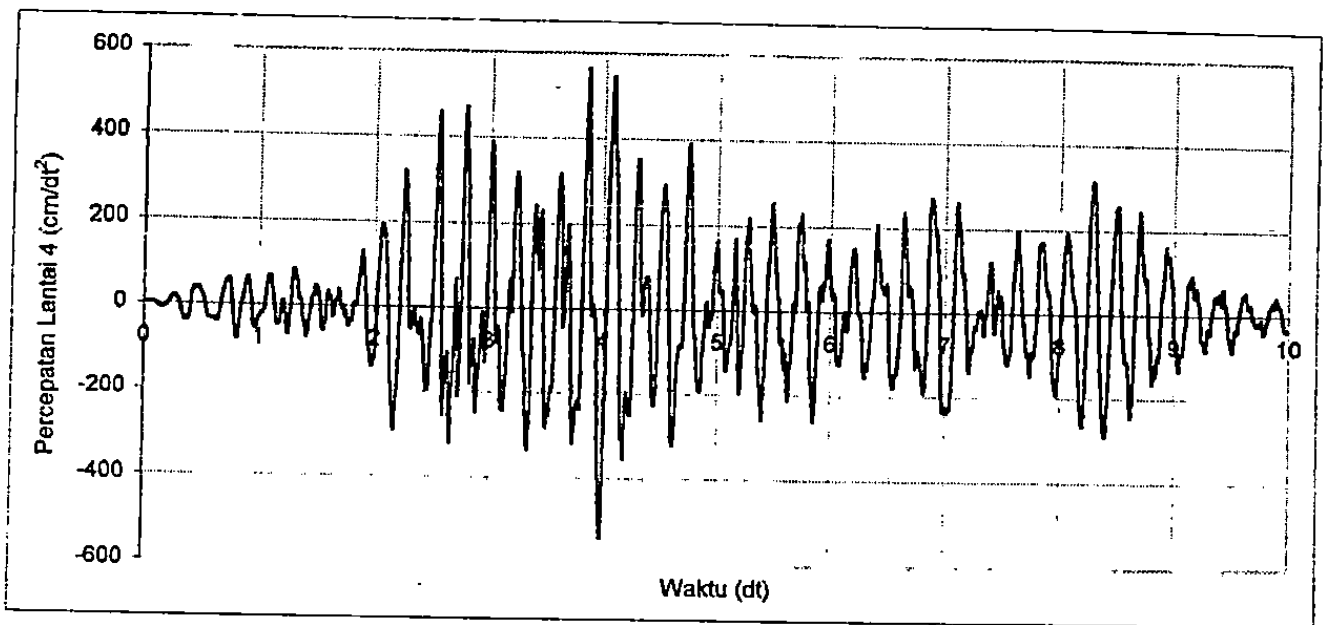
Gambar 4.93. Percepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 40/40 cm) Lantai 1.



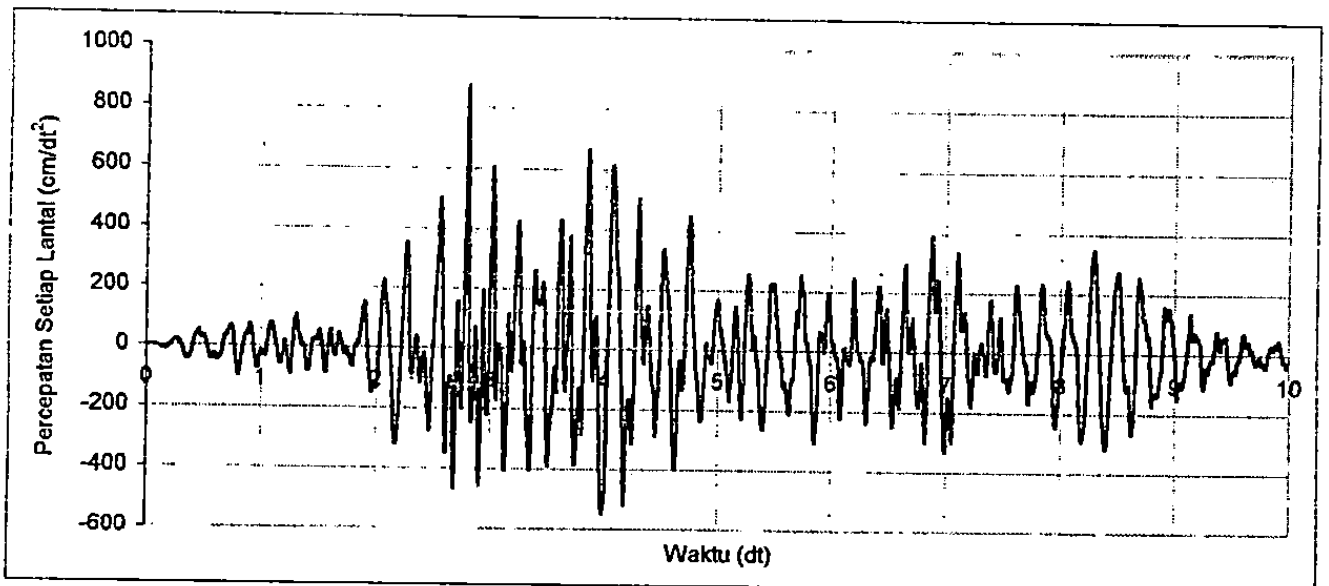
Gambar 4.94. Percepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 60/60 cm) Lantai 2.



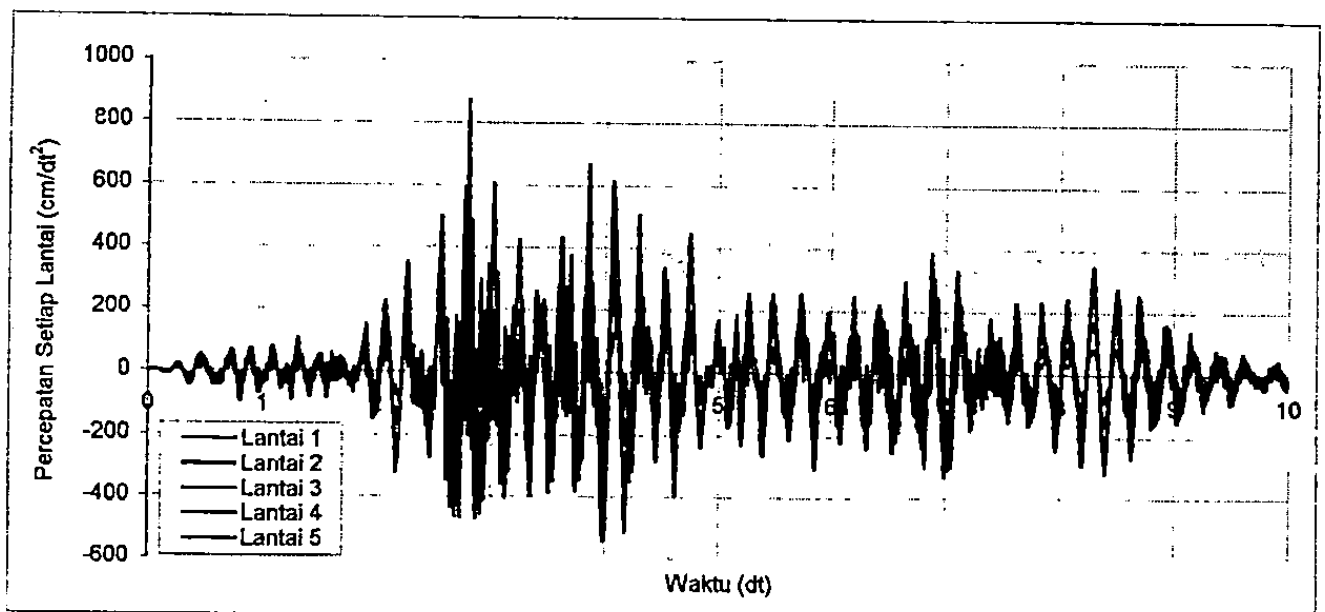
Gambar 4.95. Percepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 60/60 cm) Lantai 3.



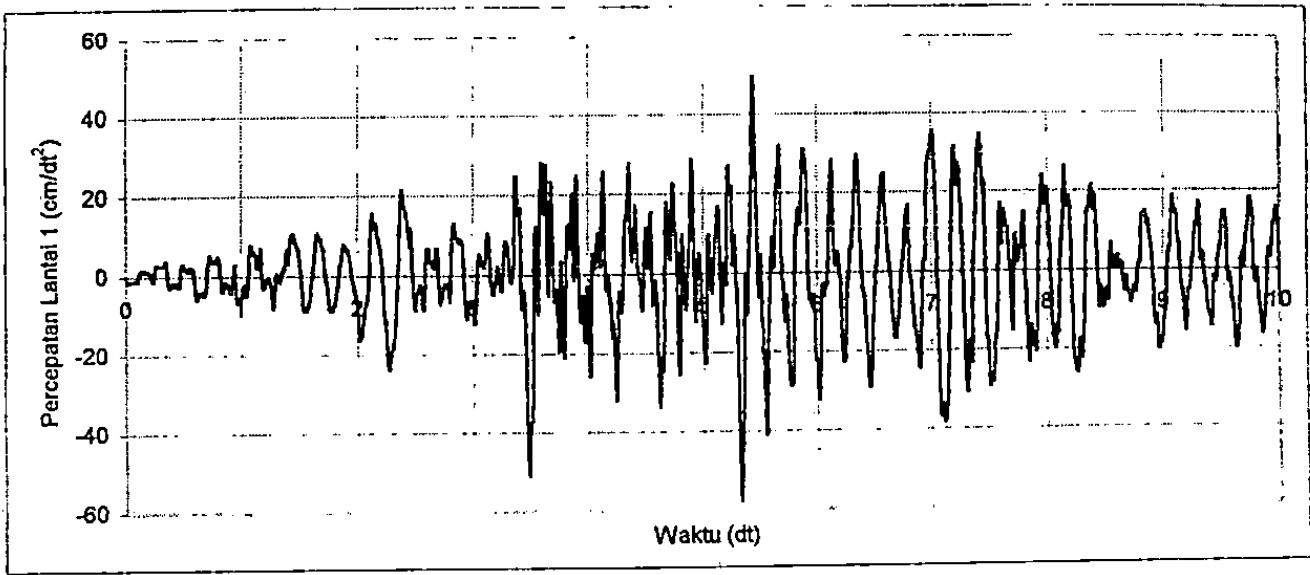
Gambar 4.96. Percepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 60/60 cm) Lantai 4.



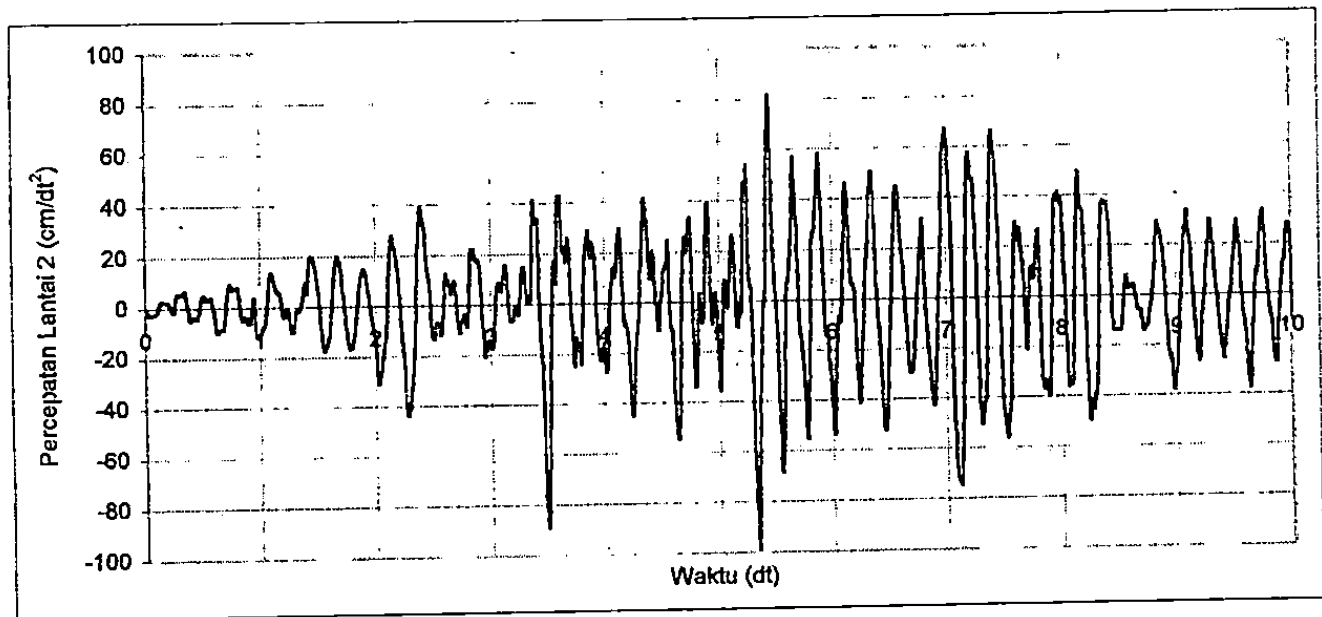
Gambar 4.97. Percepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 60/60 cm) Lantai 5.



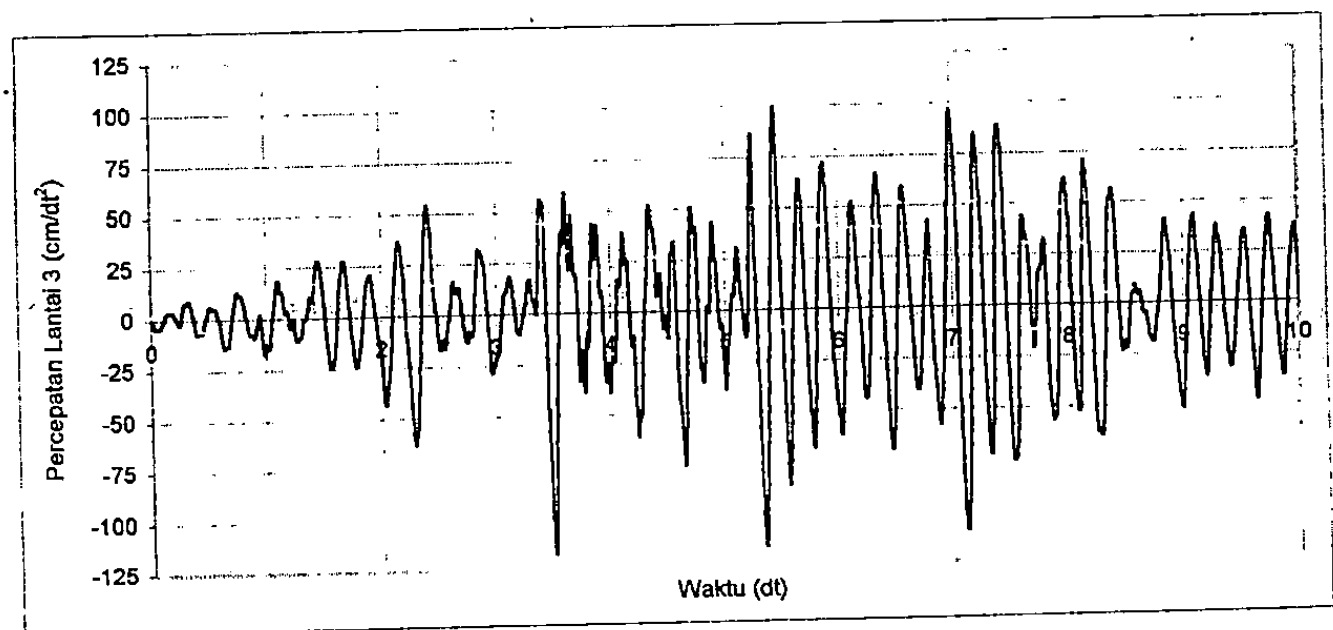
Gambar 4.98. Percepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 60/60 cm) Lantai 1-5.

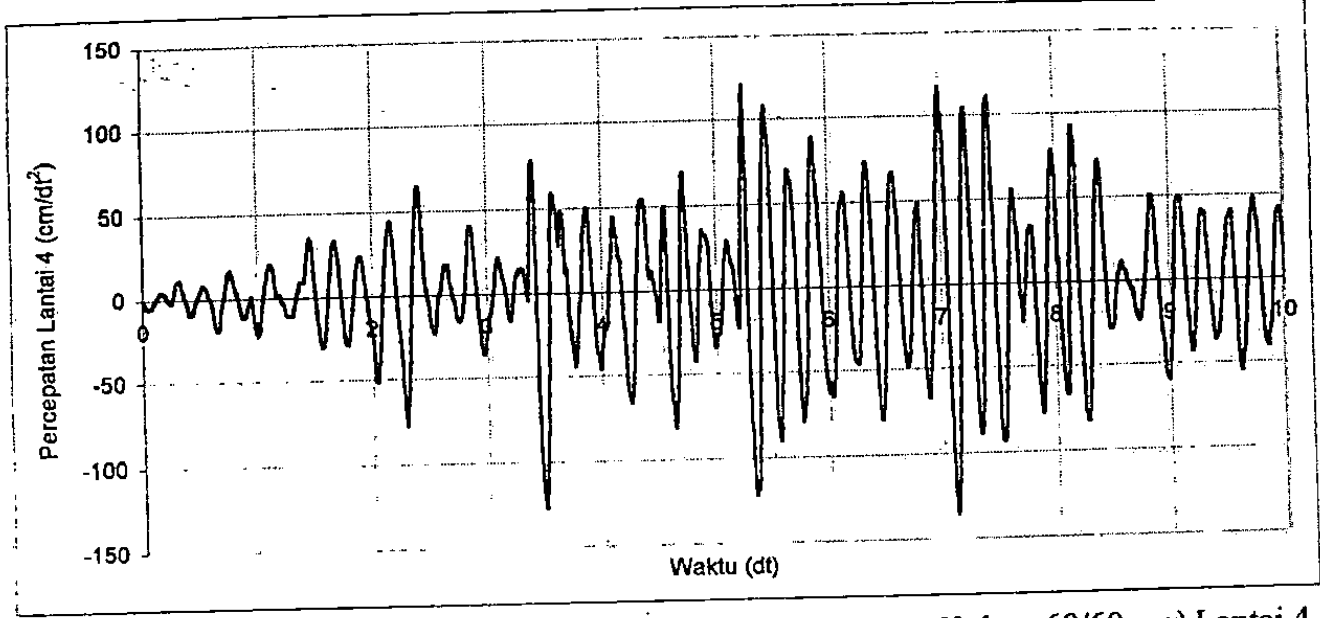


Gambar 4.99. Percepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 60/60 cm) Lantai 1.

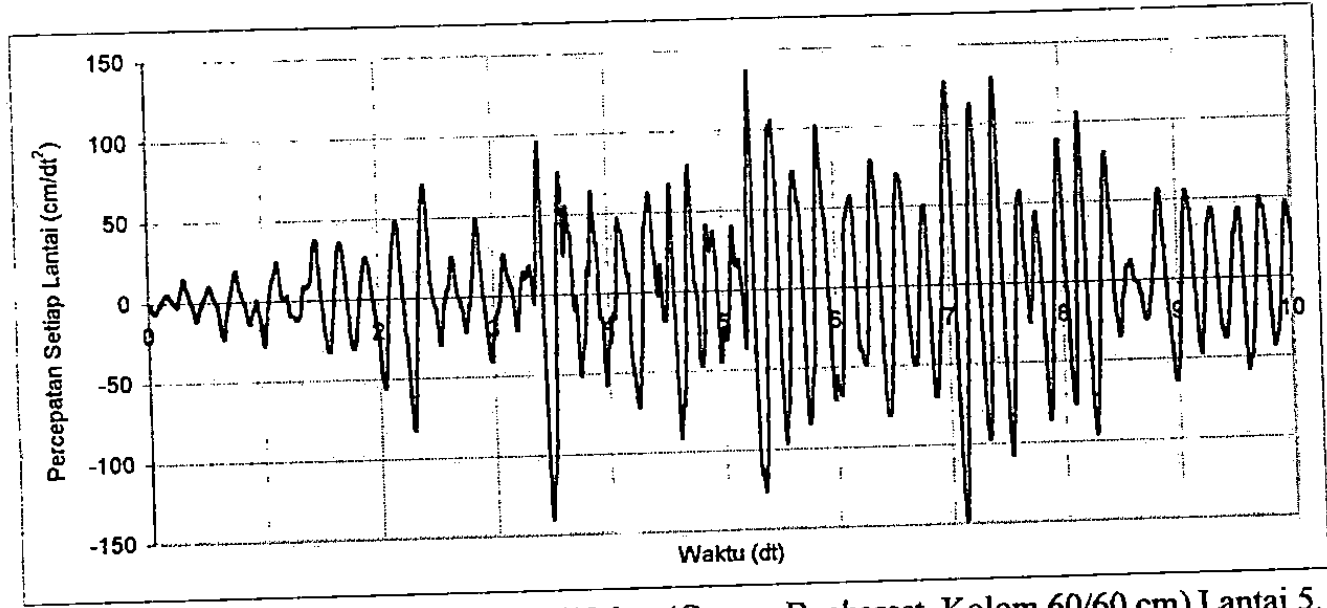


Gambar 4.100. Percepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 60/60 cm) Lantai 2.

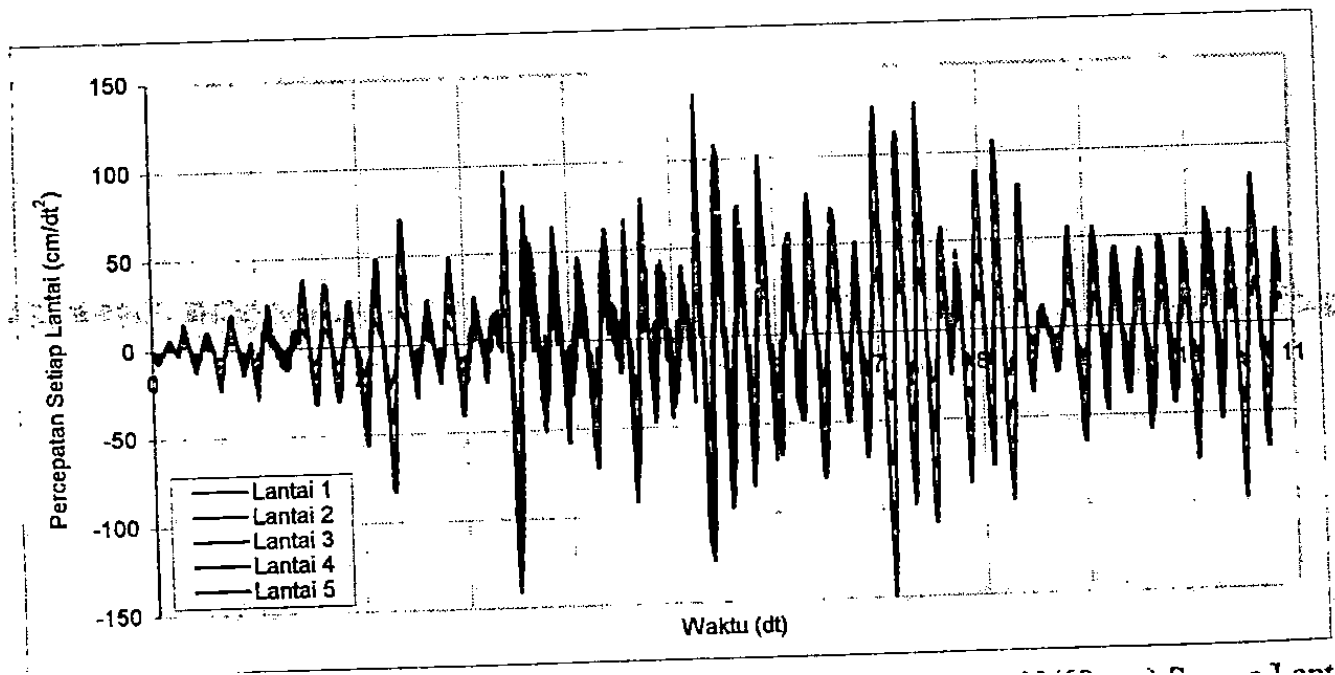


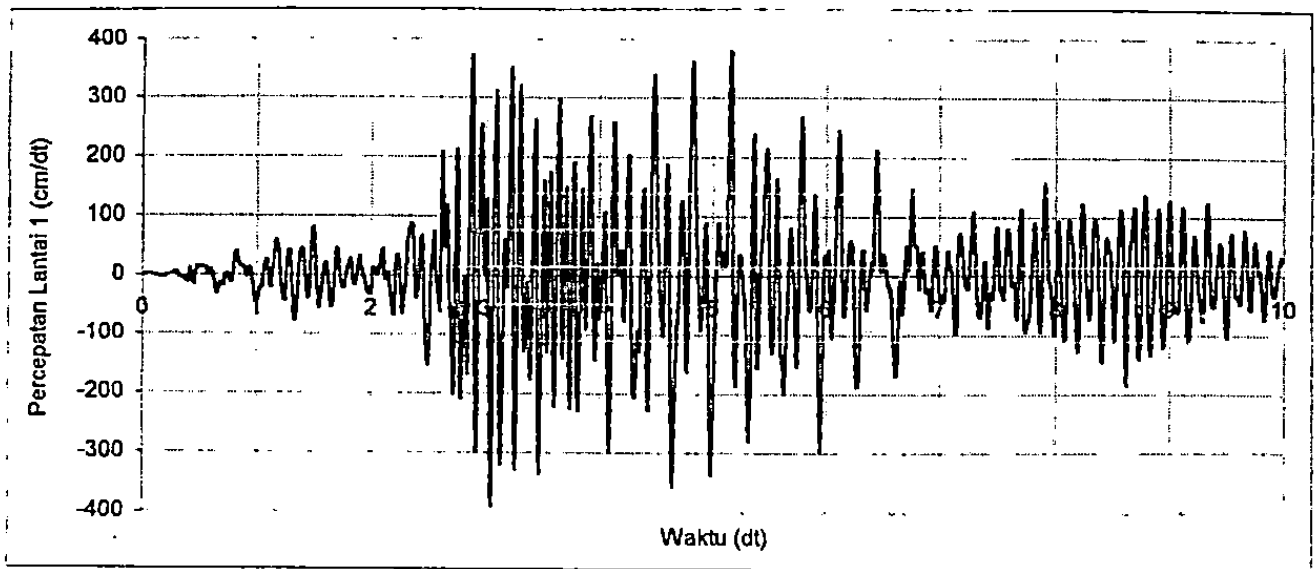


Gambar 4.102. Percepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 60/60 cm) Lantai 4.

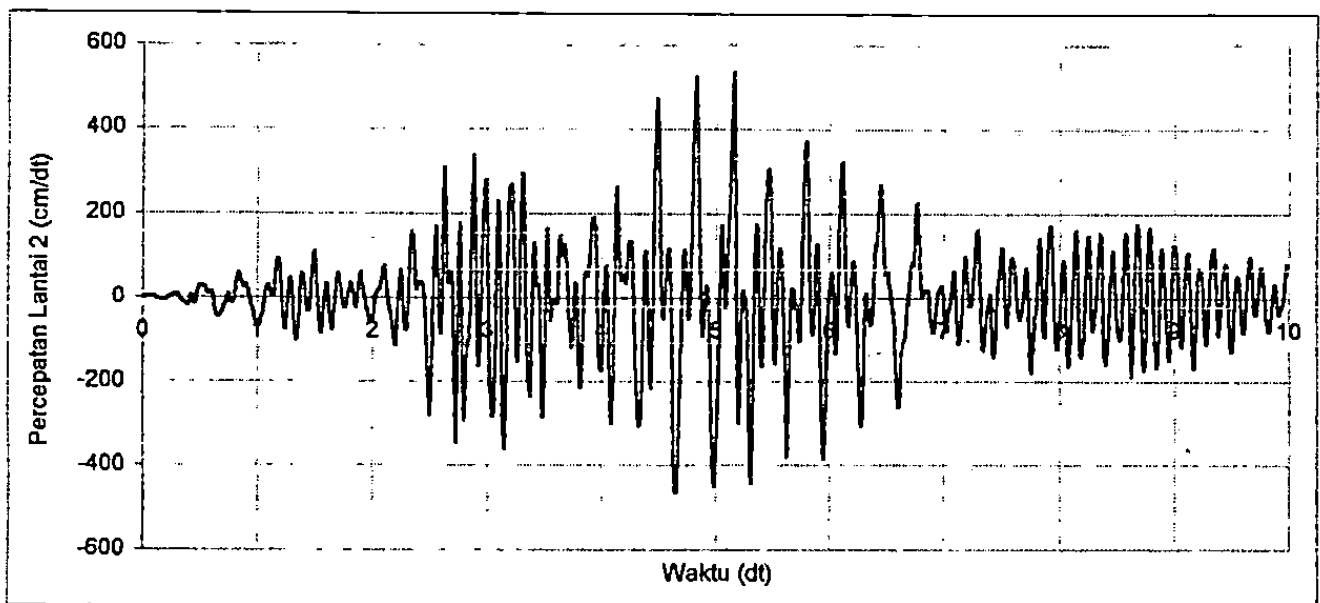


Gambar 4.103. Percepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 60/60 cm) Lantai 5.

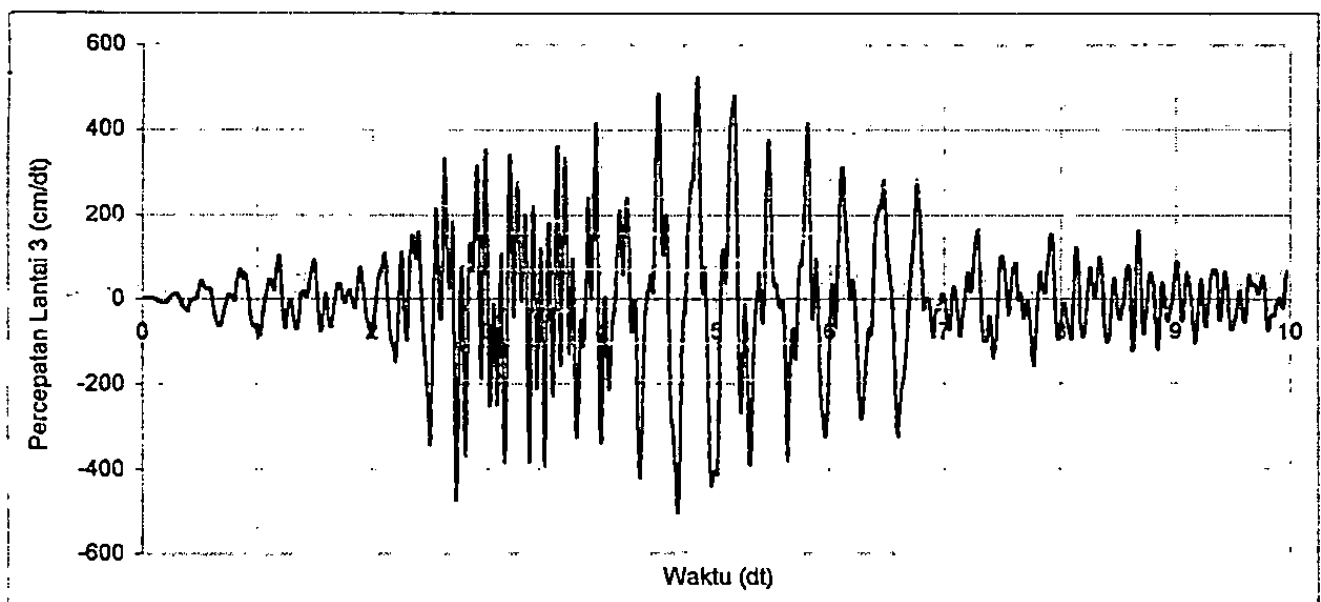




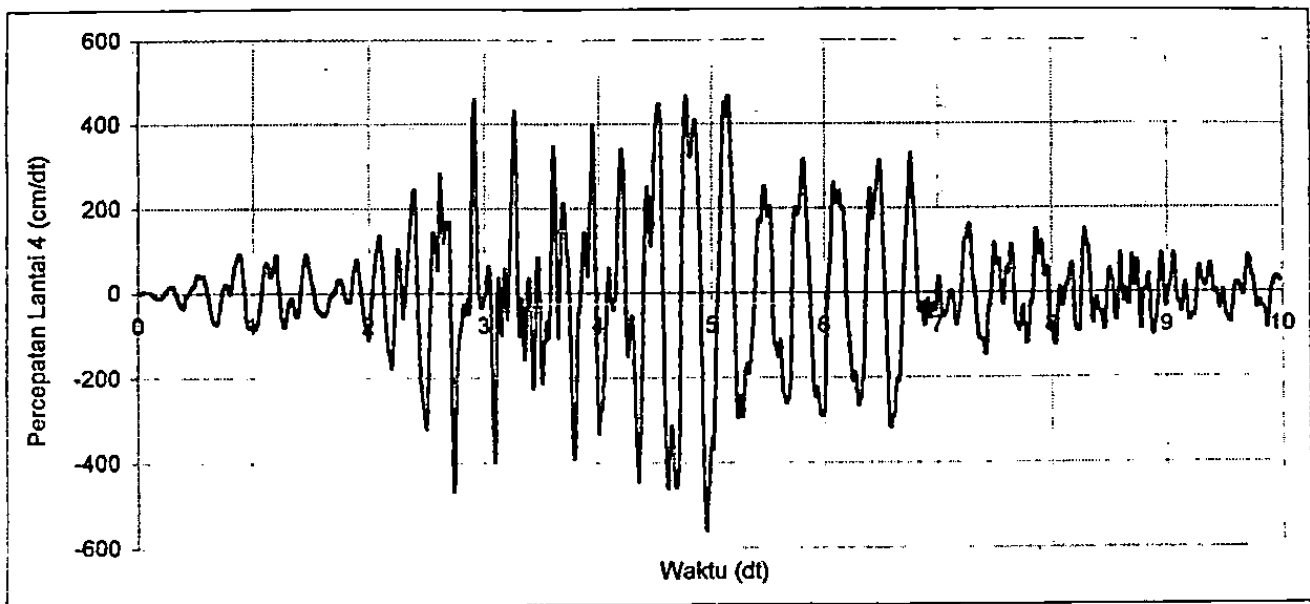
Gambar 4.105. Percepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Lantai 1.



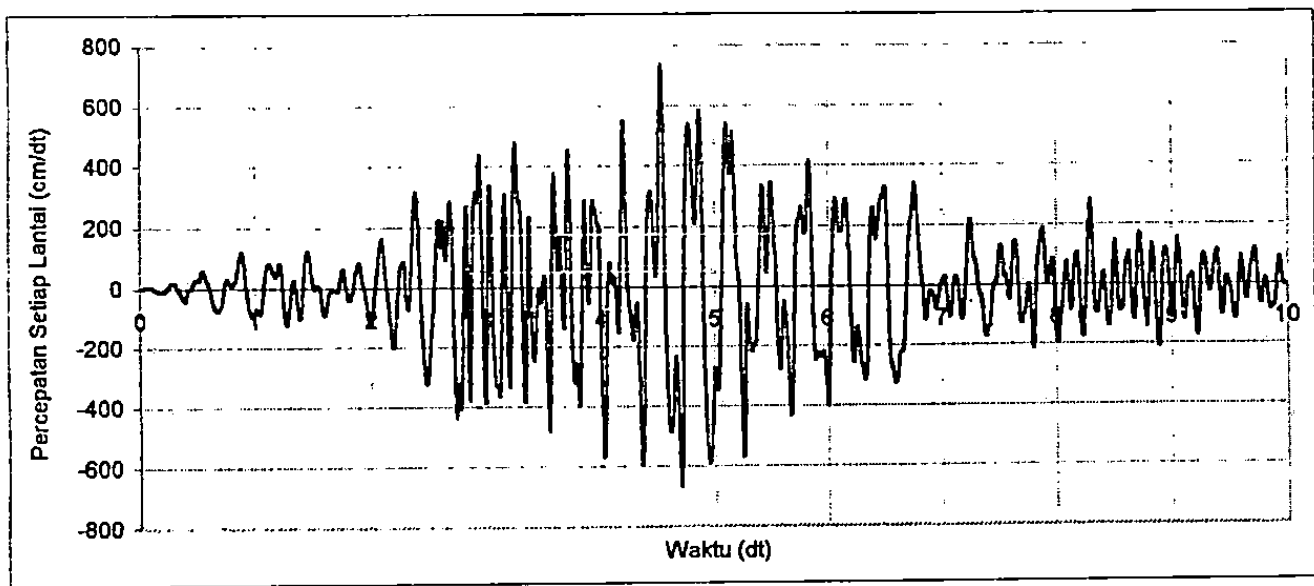
Gambar 4.106. Percepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Lantai 2.



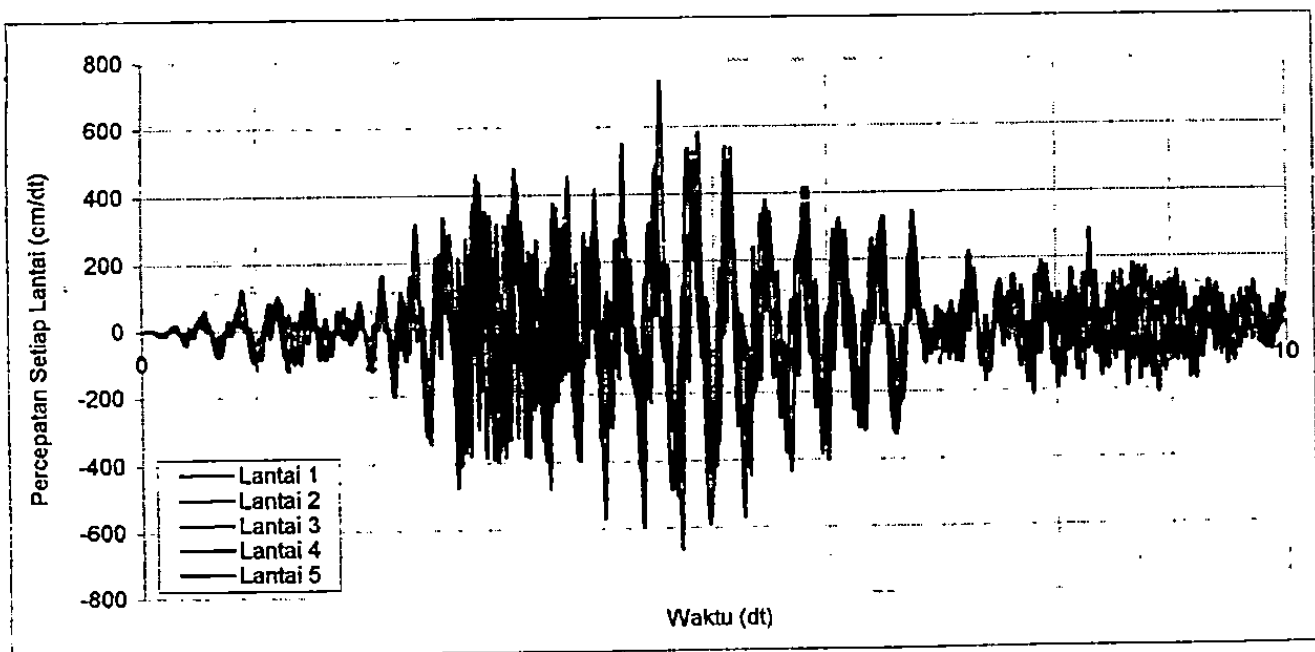
Gambar 4.107. Percepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 5+4730/50 cm) Lantai 3.



Gambar 4.108. Percepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Lantai 4.



Gambar 4.109. Percepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Lantai 5.



Gambar 4.110. Percepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 50/50 cm) Semua Lantai

Percepatan tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Bucharest untuk ukuran kolom 50/50 cm dengan skala penuh disajikan berturut-turut pada gambar 4.111 sampai dengan gambar 4.115, sedangkan gabungan dari kelima tingkat tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.116.

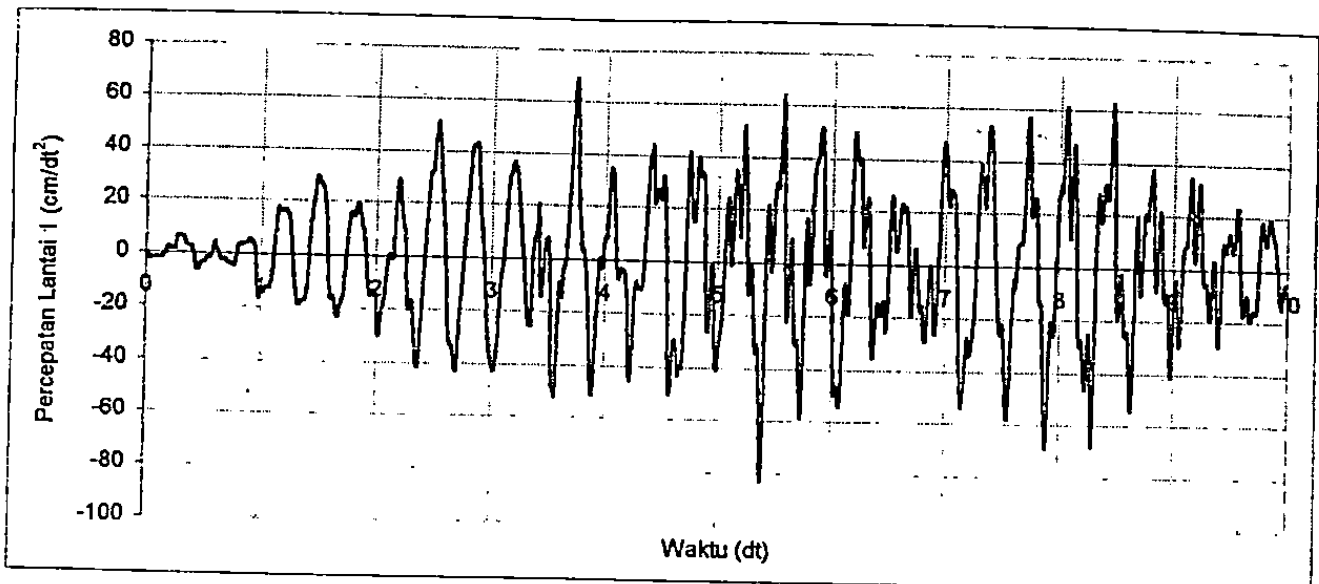
Percepatan maksimum untuk tingkat-tingkat tersebut dicantumkan selengkapnya pada tabel 4.5. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa pada percepatan tanah maksimum yang sama, gempa Bucharest ternyata menyebabkan percepatan tingkat yang lebih kecil dari pada gempa Koyna.

Tabel 4.5. Percepatan maksimum akibat percepatan yang telah di Normalisasi.

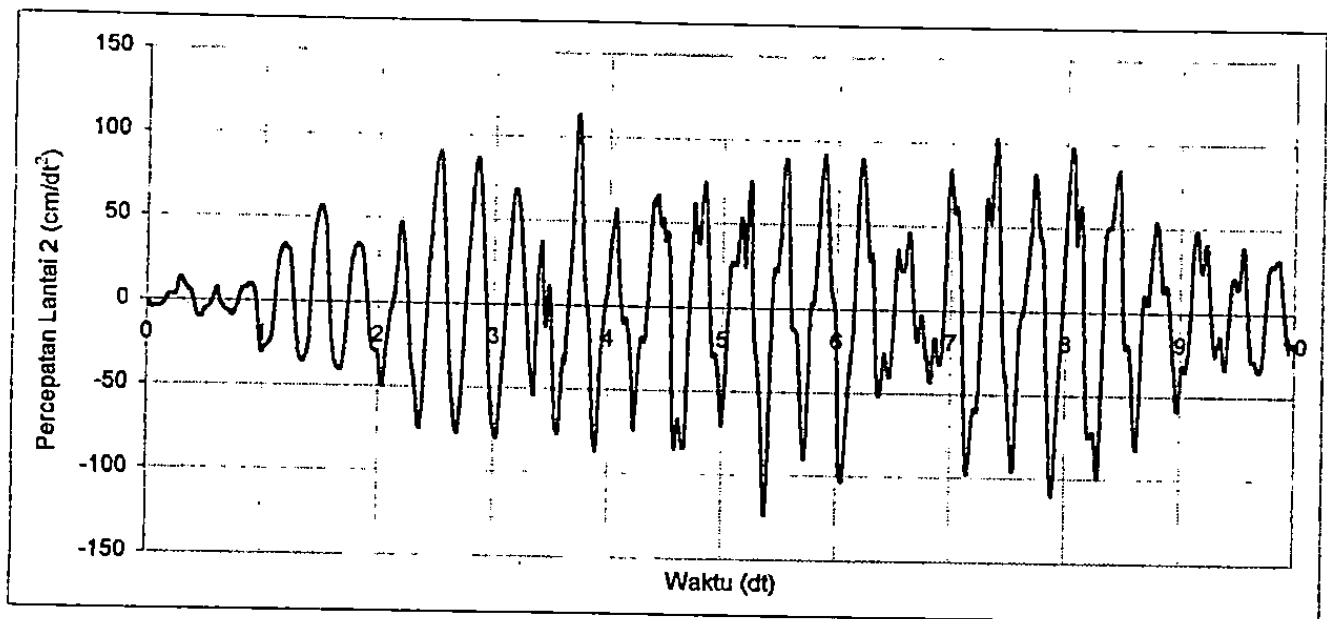
Ukuran Kolom (cm)	Tingkat ke	Percepatan (cm/dt ²)		Keterangan G. Bucharest terhadap Koyna
		Bucharest	Koyna	
60 x 60	1	57,6779	429,5211	Lebih Kecil
	2	98,6581	587,2759	Lebih Kecil
	3	117,8254	516,1414	Lebih Kecil
	4	135,6048	562,7041	Lebih Kecil
	5	149,4161	872,8174	Lebih Kecil
50 x 50	1	83,2281	387,5326	Lebih Kecil
	2	123,8003	531,5544	Lebih Kecil
	3	157,7628	522,5386	Lebih Kecil
	4	174,6190	560,9883	Lebih Kecil
	5	214,3075	737,9344	Lebih Kecil
40 x 40	1	120,9918	358,6875	Lebih Kecil
	2	224,9833	396,3608	Lebih Kecil
	3	277,4247	420,2667	Lebih Kecil
	4	280,3518	425,6005	Lebih Kecil
	5	329,9808	462,9677	Lebih Kecil

4.3.9. Percepatan Kolom Ukuran 40 x 40 cm.

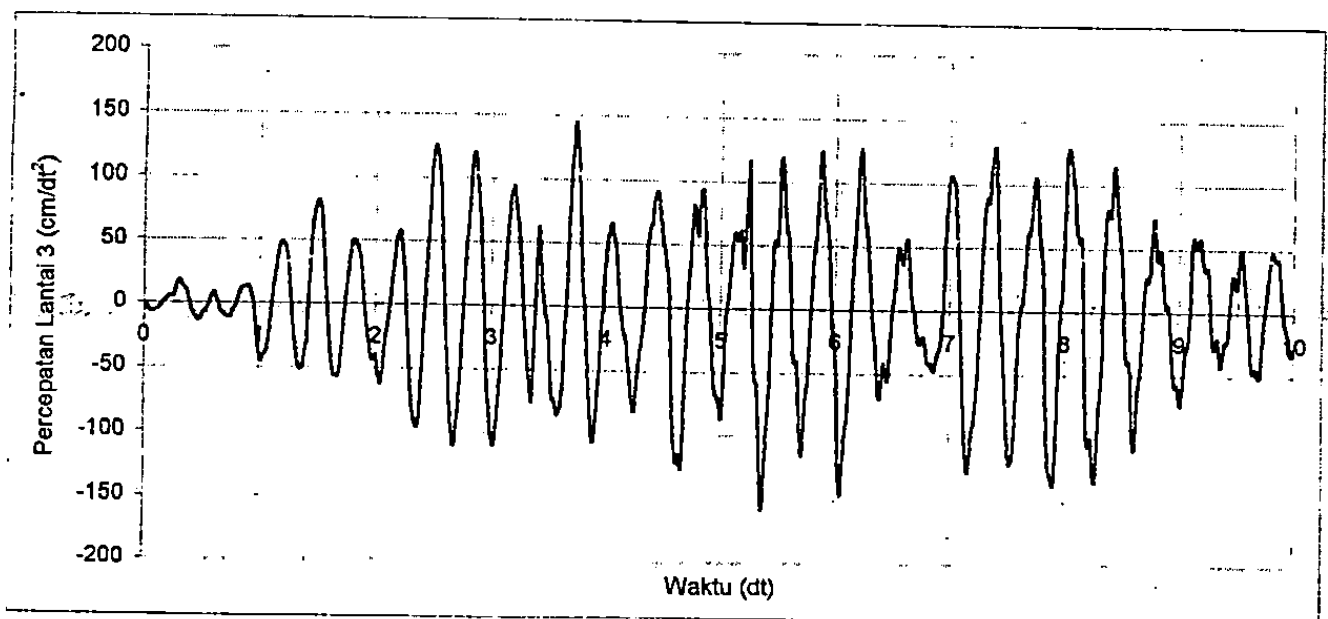
Percepatan tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Koyna yang



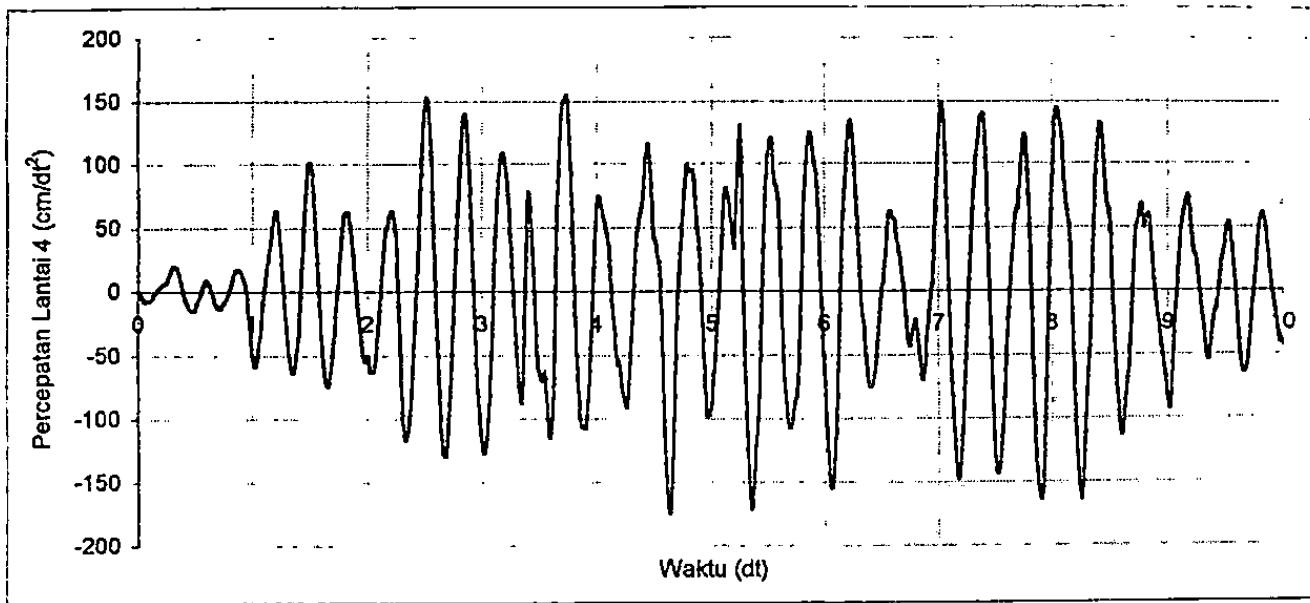
Gambar 4.111. Percepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 50/50 cm) Lantai 1.



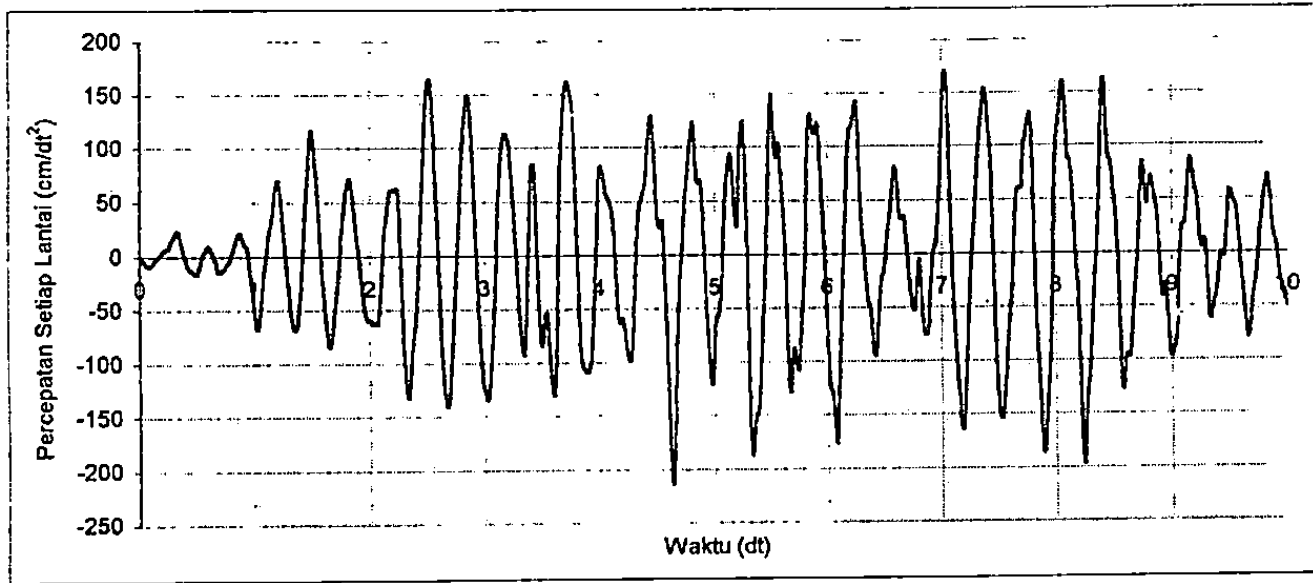
Gambar 4.112. Percepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 50/50 cm) Lantai 2.



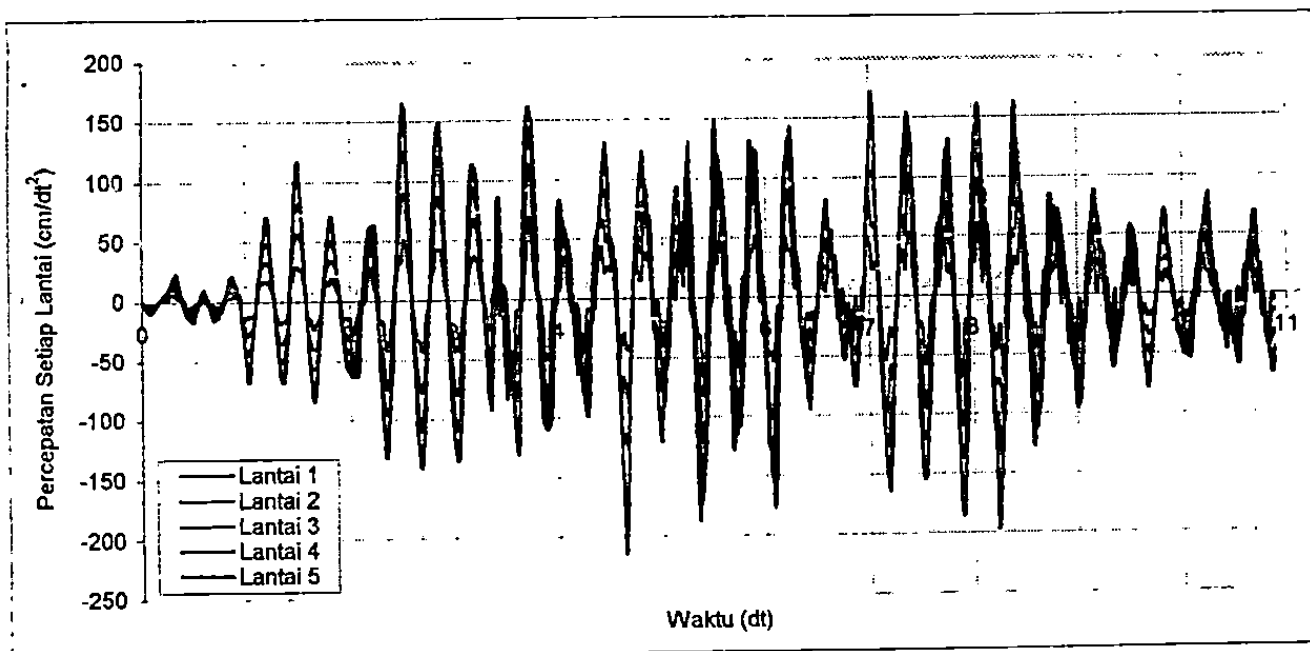
Gambar 4.113. Percepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 50/50 cm) Lantai 3.



Gambar 4.114. Percepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 50/50 cm) Lantai 4.



Gambar 4.115. Percepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 50/50 cm) Lantai 5.



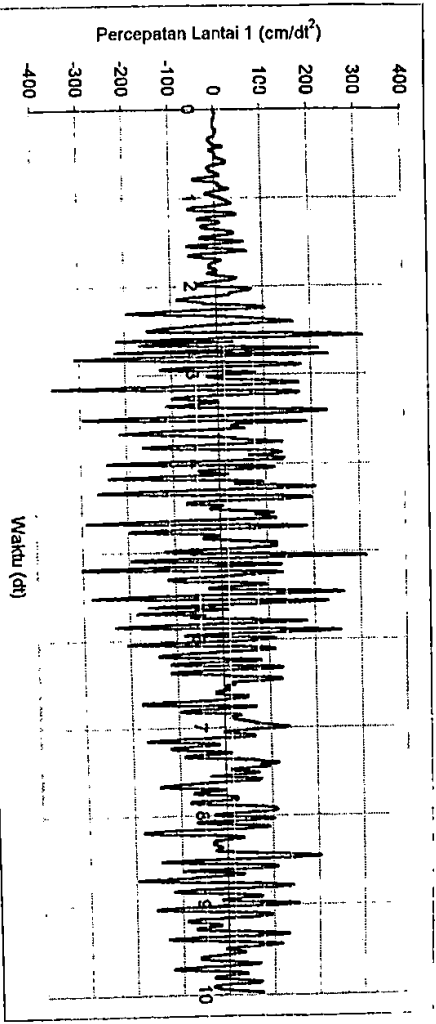
turut pada gambar 4.117 sampai dengan gambar 4.121, sedangkan gabungan dari kelima tingkat tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.122.

Tabel 4.6. Kandungan Frekuensi berdasar A/V ratio akibat gempa Bucharest.

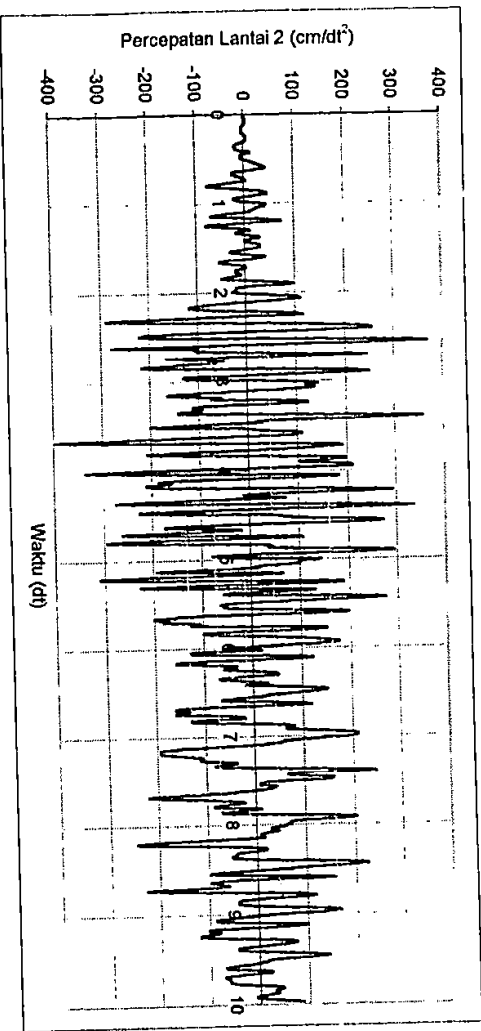
Ukuran Kolom (cm)	Tingkat ke	Percepatan (cm/dt ²)	Kecepatan (cm/dt)	Frekuensi (g/m/dt)	Simpangan (cm)
60 x 60	1	57,6779	1,6658	3,5332	0,1350
	2	98,6581	3,1455	3,2005	0,2442
	3	117,8254	4,3086	2,7905	0,3258
	4	135,6048	5,0478	2,7412	0,3791
	5	149,4161	5,4244	2,8107	0,4029
50 x 50	1	83,2281	3,2579	2,6068	0,3265
	2	123,8003	5,9958	2,1069	0,5994
	3	157,7628	8,0678	1,9954	0,8085
	4	174,6190	9,5269	1,8703	0,9461
	5	214,3075	10,2327	2,1371	1,0078
40 x 40	1	120,9918	8,0540	1,5329	0,7783
	2	224,9833	14,6330	1,5689	1,4481
	3	277,4247	20,5813	1,3755	1,9689
	4	280,3518	25,4865	1,1225	2,3170
	5	329,9808	27,9233	1,2059	2,4736

Percepatan tingkat ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 akibat gempa Bucharest untuk ukuran kolom 40/40 cm dengan skala penuh disajikan berturut-turut pada gambar 4.123 sampai dengan gambar 4.127, sedangkan gabungan dari kelima tingkat tersebut ditunjukkan dengan gambar 4.128.

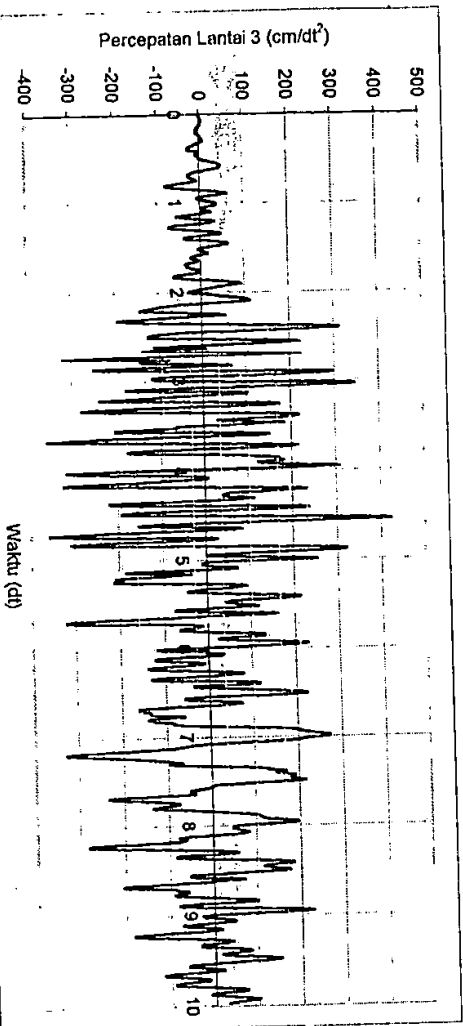
Percepatan maksimum untuk tingkat-tingkat tersebut dicantumkan selengkapnya pada tabel 4.5. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa pada percepatan tanah



Gambar 4.117. Percepatan vs. Waktu (Gempa Koyuna, Kolom 40/40 cm) Lantai 1.

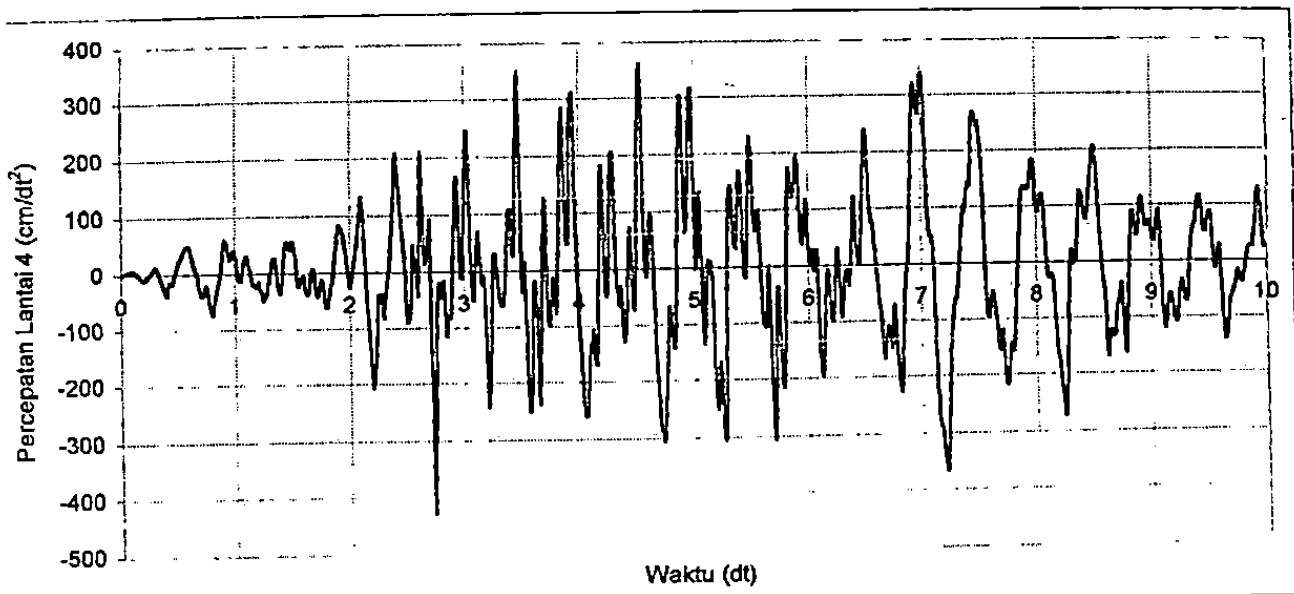


Gambar 4.118. Percepatan vs. Waktu (Gempa Koyuna, Kolom 40/40 cm) Lantai 2.

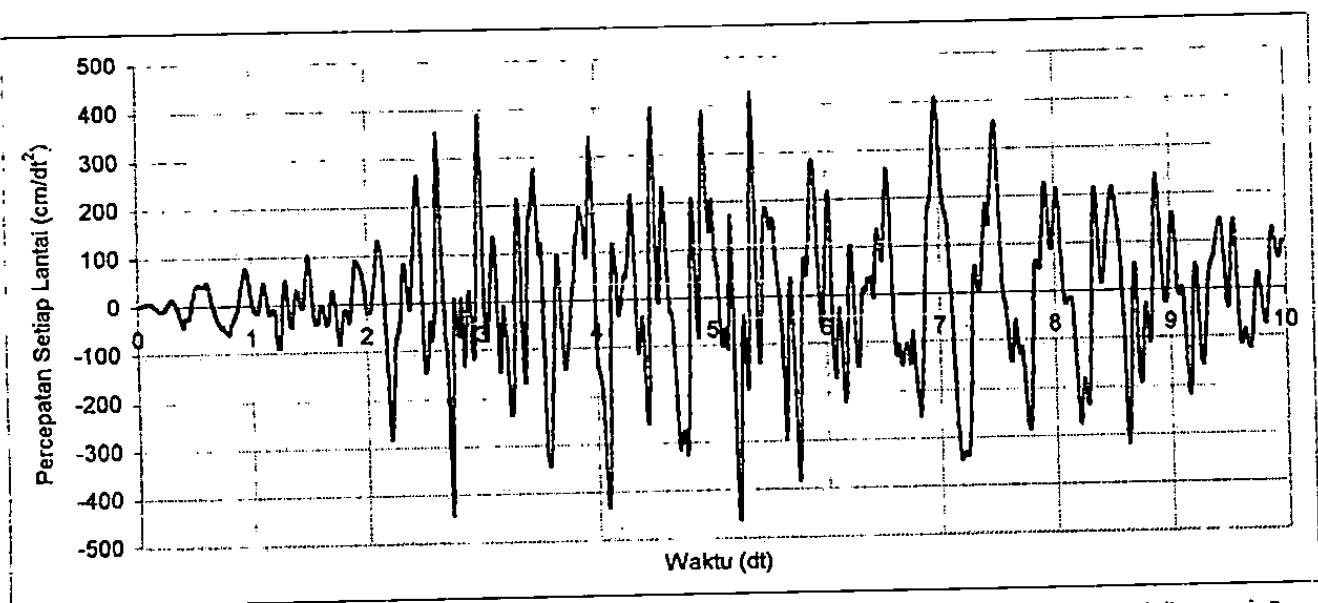


71.1 (0/40 cm) Lantai 3

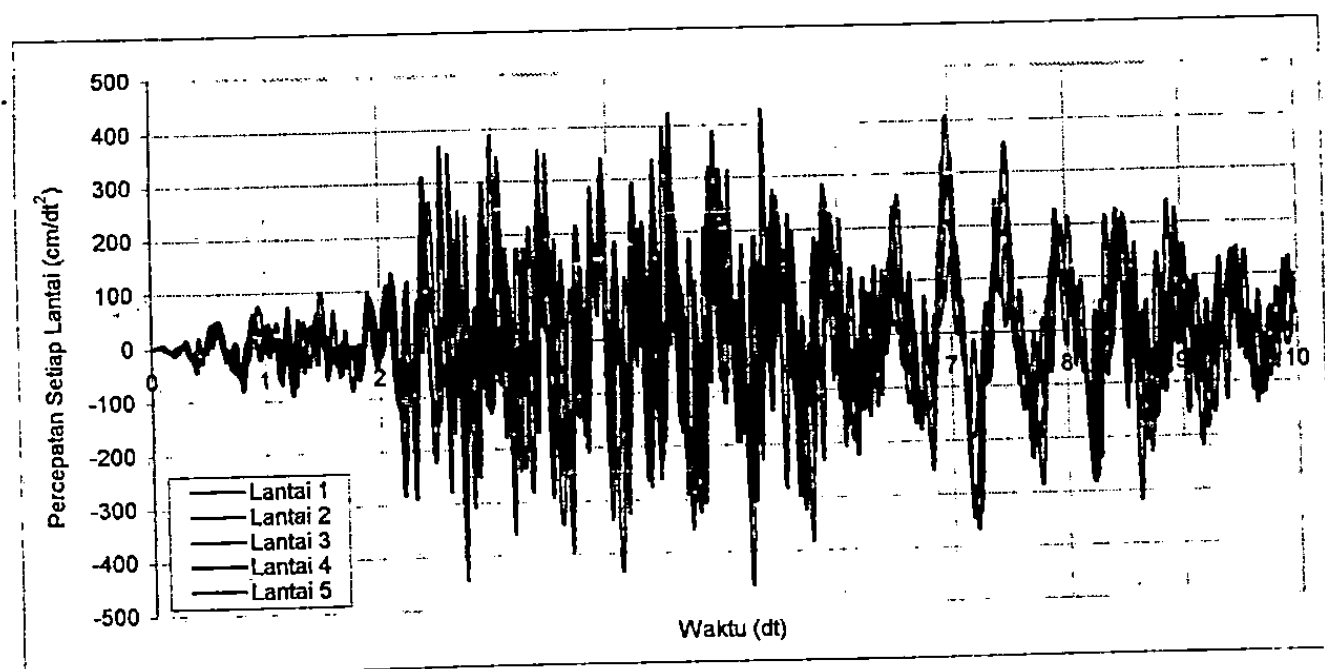
20.10.2010

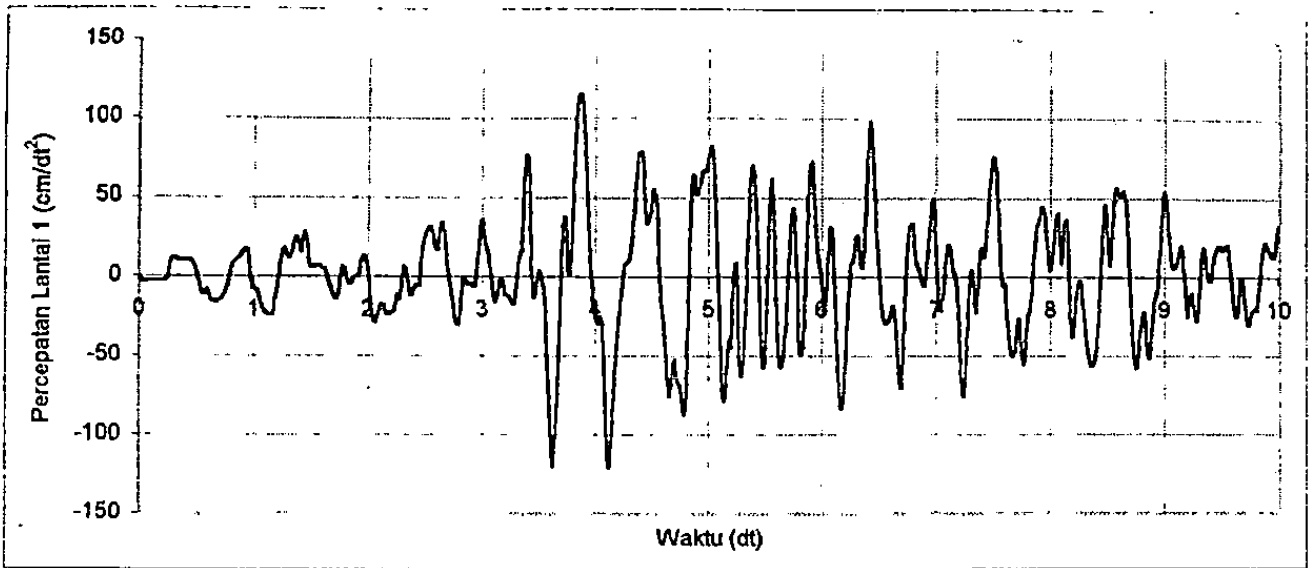


Gambar 4.120. Percepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 40/40 cm) Lantai 4.

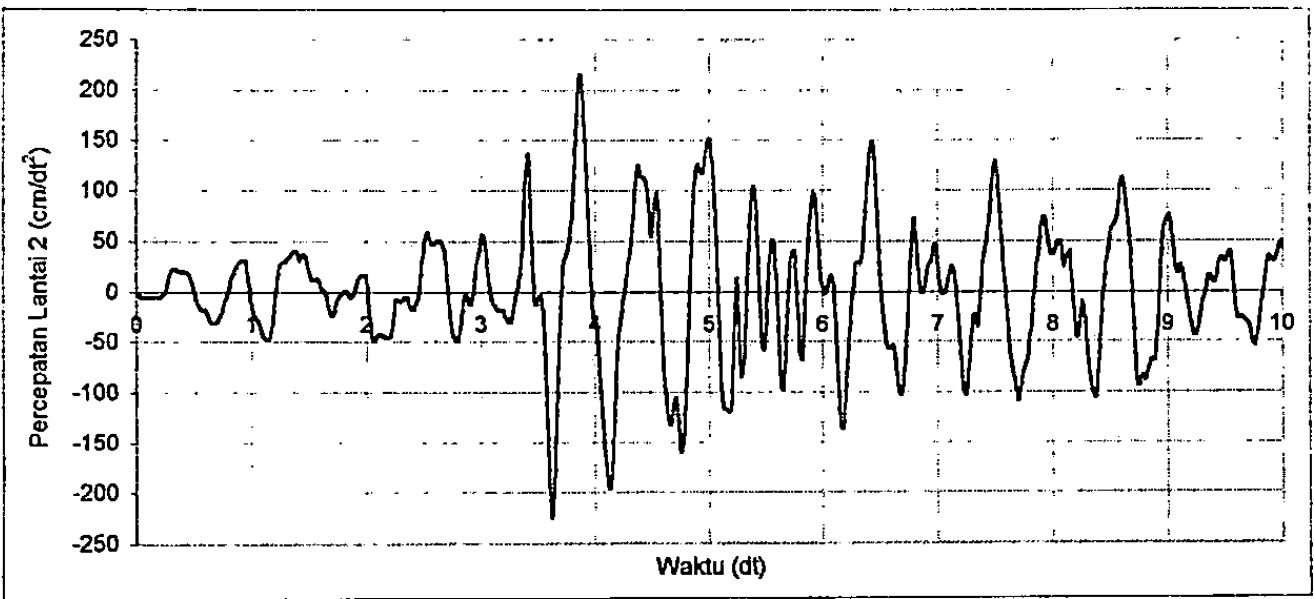


Gambar 4.121. Percepatan vs. Waktu (Gempa Koyna, Kolom 40/40 cm) Lantai 5.

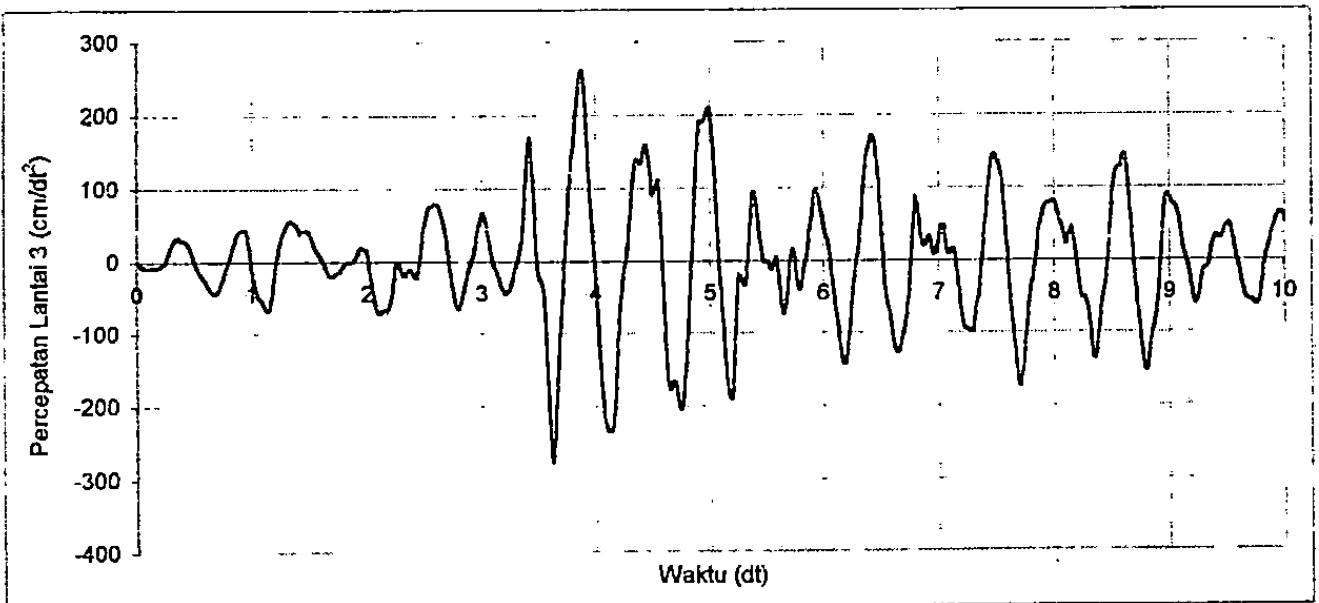




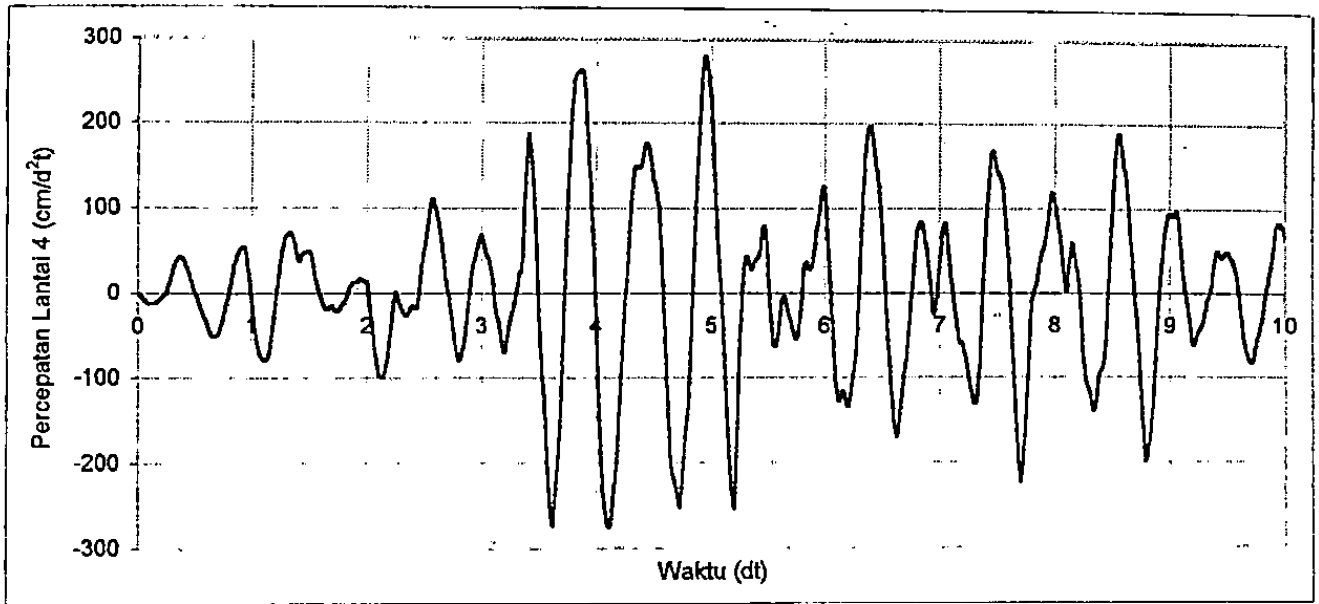
Gambar 4.123. Percepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 40/40 cm) Lantai 1



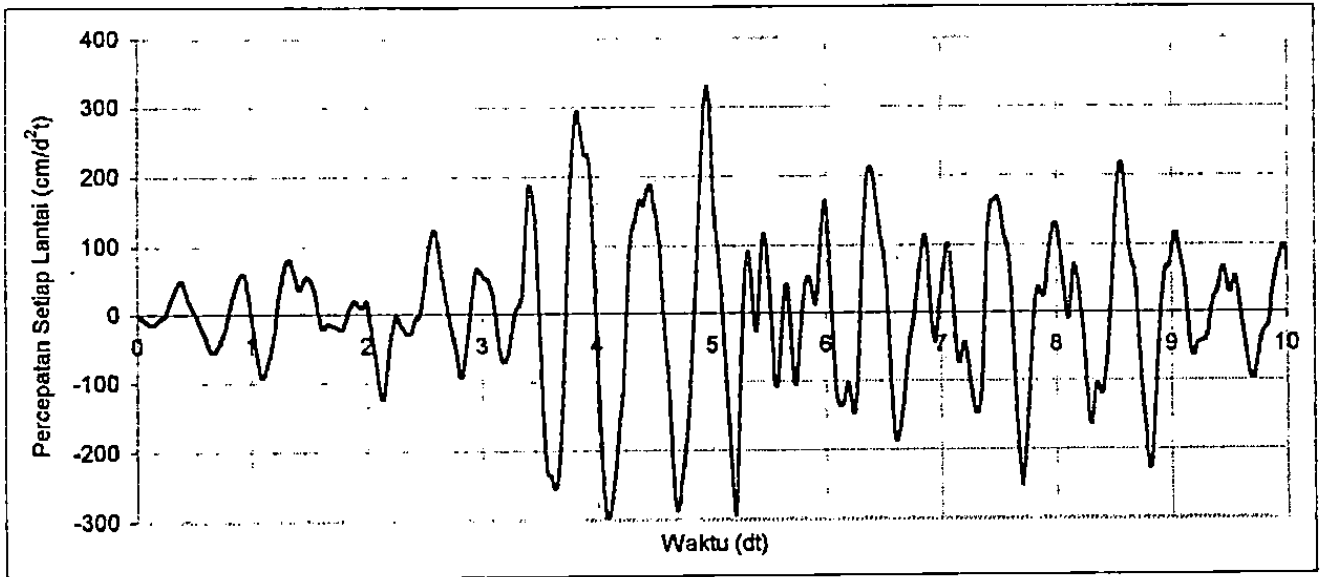
Gambar 4.124. Percepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 40/40 cm) Lantai 2



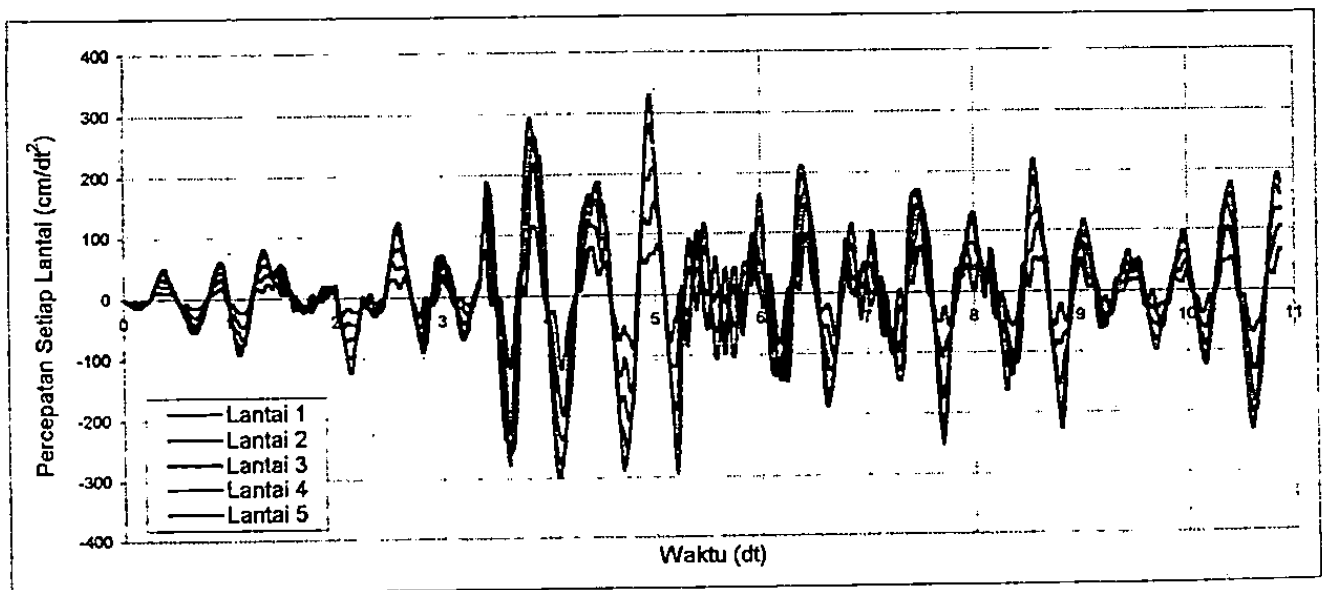
Gambar 4.125. Percepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 40/40 cm) Lantai 3



Gambar 4.126. Percepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 40/40 cm) Lantai 4



Gambar 4.127. Percepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 40/40 cm) Lantai :



Gambar 4.128. Percepatan vs. Waktu (Gempa Bucharest, Kolom 40/40 cm) Semua Lantai

Jika ditinjau terhadap kekakuannya, semakin besar ukuran kolom (semakin kaku strukturnya) maka akibat gempa Koyna percepatan semakin besar, namun akibat gempa Bucharest semakin besar ukuran kolomnya percepatan semakin kecil.

Tabel 4.7. Kandungan Frekuensi berdasar *A/V ratio* akibat gempa Koyna.

Ukuran Kolom (cm)	Tingkat ke	Percepatan (cm/dt ²)	Kecepatan (cm/dt)	Frekuensi (g/m/dt)	Simpangan (cm)
60 x 60	1	1045,7848	15,9495	6,6907	0.4955
	2	1429,8815	28,1810	5,1775	0.9542
	3	1256,6851	39,6582	3,2335	1.3177
	4	1370,0547	47,2847	2,9566	1.5735
	5	2125,1094	49,9713	4,3394	1.6975
50 x 50	1	943,5529	20,7813	4,6331	1.2540
	2	1294,2134	35,8598	3,6827	2.2738
	3	1272,2606	50,5074	2,5704	2.9720
	4	1365,8792	69,2865	2,0116	3.3702
	5	1796,7004	80,1174	2,2884	3.5309
40 x 40	1	837,3215	20,8611	4,2718	1.4168
	2	965,0475	36,7857	2,6770	2.7846
	3	1023,2531	50,4872	2,0681	3.9578
	4	1036,2384	60,2441	1,7552	4.7600
	5	1127,2200	66,0170	1,7423	5.1046

4.4. Kandungan Frekuensi Struktur.

Kandungan frekuensi struktur dapat dihitung dengan cara sebagaimana yang disampaikan oleh Tso dkk. (1992), yaitu dengan membandingkan antara percepatan dan kecepatan tanah maksimum, atau sering dikenal dengan Konsep *A/V ratio*. Yaitu dengan cara membagi percepatan (cm/dt²) dengan gravitasi (980 cm/dt²), kemudian dibagi lagi dengan kecepatan yang satuannya telah dijadikan (m/dt). Hasil selengkapnya akibat

pada Tabel 4.7. Adapun akibat gempa Koyna yang telah dinormalisasi ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Kandungan Frekuensi berdasar *A/V ratio* akibat Normalisasi gempa Koyna.

Ukuran Kolom (cm)	Tingkat ke	Percepatan (cm/dt ²)	Kecepatan (cm/dt)	Frekuensi (g/m/dt)	Simpangan (cm)
60 x 60	1	429,5211	6,5507	6,6907	0,2035
	2	587,2759	11,5744	5,1775	0,3919
	3	516,1414	16,2883	3,2335	0,5412
	4	562,7041	19,4206	2,9566	0,6462
	5	872,8174	20,5240	4,3394	0,6972
50 x 50	1	387,5326	8,5352	4,6331	0,5151
	2	531,5544	14,7282	3,6827	0,9339
	3	522,5386	20,7442	2,5704	1,2207
	4	560,9883	28,4571	2,0116	1,3842
	5	737,9344	32,9055	2,2884	1,4502
40 x 40	1	358,6875	8,5680	4,2718	0,5819
	2	396,3608	15,1085	2,6770	1,1437
	3	420,2667	20,7359	2,0681	1,6255
	4	425,6005	24,7432	1,7552	1,9550
	5	462,9677	27,0965	1,7423	2,0965

Kandungan frekuensi gempa Bucharest sebesar 0,2628 g/m/dt, sedangkan berdasarkan tabel 4.6 kandungan frekuensi struktur akibat gempa Bucharest untuk kolom ukuran 60/60 cm antara 2,7412 - 3,5332 g/m/dt, untuk kolom ukuran 50/50 cm antara 1,8703 - 2,6068 g/m/dt, dan untuk kolom ukuran 40/40 cm antara 1,1225 - 1,5689 g/m/dt.

Kandungan frekuensi gempa Koyna sebesar 1,5917 g/m/dt, sedangkan berdasarkan tabel 4.7 dan tabel 4.8 kandungan frekuensi struktur akibat gempa Bucharest untuk kolom ukuran 60/60 cm antara 2,9566 - 6,6907 g/m/dt, untuk kolom ukuran 50/50

4,2718 g/m/dt. Kandungan frekuensi akibat gempa Koyna baik yang dinormalisasi maupun yang tidak besarnya sama.

Dari ketiga kondisi tersebut baik akibat gempa Bucharest maupun Koyna frekuensi struktur tidak ada yang berimpit dengan frekuensi gempa, yang berarti bahwa r tidak sama dengan 1, sehingga dapat disimpulkan bahwa struktur tidak akan hancur. Disamping itu selisih frekuensinya masih jauh (tidak berdekatan) sehingga simpangan yang terjadi tidak ada yang mengalami pembesaran. Hal inilah yang dikatakan bahwa frekuensi yang terjadi mempunyai efek positif terhadap respon elastik struktur.

Jika ditinjau frekuensinya terhadap simpangan, dari ketiga kondisi menunjukkan bahwa dengan semakin dekatnya frekuensi struktur terhadap frekuensi gempa mengakibatkan simpangan cenderung semakin besar.

4.5. Efek Kandungan Frekuensi Getar Terhadap Respon Struktur.

Dengan membuat atau menskala dua gempa yang mempunyai percepatan tanah maksimum sama, maka efek dua gempa yang mempunyai kandungan frekuensi yang berbeda terhadap respon struktur dibandingkan secara lebih mudah/jelas. Dari Tabel 4.2. untuk kolom ukuran 60/60 cm dan 50/50 cm simpangan akibat gempa Bucharest lebih kecil dari pada gempa Koyna. Sedangkan untuk kolom ukuran 40/40 cm simpangan akibat gempa Bucharest lebih besar dari pada gempa Koyna. Hal tersebut tersebut terjadi karena pada bangunan yang lebih kaku akan menghasilkan periode getar lebih kecil, tetapi mempunyai frekuensi getar yang lebih besar, sehingga akan mengakibatkan respon simpangan horisontal lebih kecil, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Periode dan Frekuensi serta Simpangan tingka ke-5.

Ukuran Kolom (cm)	Periode Getar (dt)	Frekuensi Getar (cps)	Simpangan (cm)	
			Bucharest	Koyna
60 x 60	0,2165	4,6189	0,4029	0,6972
50 x 50	0,3118	3,2076	1,0078	1,4502
40 x 40	0 4871	2.0528	2,4736	2,0965

Dari tabel 4.9 tersebut periode getar yang terjadi tidak ada yang berimpit (tidak ada yang sama) jika dibandingkan dengan hasil perhitungan dari spektrum respon yang dibahas pada sub bab 4.1 yaitu $0,02$ s, $0,03$ s, $0,05$ s, $0,1$ s, $0,2$ s, $0,3$ s, $0,5$ s, 1 s, 2 s, 5 s, 10 s, 20 s, 50 s, dan 100 s.