PERBANDINGAN ATENUASI PERCEPATAN BATUAN DASAR DENGAN FUNGSI ATENUASI Mc Guire (1977), Campbell (1981), Idriss (1991) dan Ambraseys (1995)

Muhammad Ramadhan¹⁾, Muhammad Irfan Sigani²⁾, Ezral Dwi Prayogi³⁾

^{x1),2),3)} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sorong Email :

ramadhanadam1402@gmail.com

Abstrak

Atenuasi getaran tanah (*ground motion attenuation*) adalah proses/ rumusan yang mana suatu gerakan tanah Y akibat gempa (percepatan, kecepatan, simpangan) ataupun intensitas gempa akan mengecil pada jarak yang semakin jauh dari sumber gempa, akibat redaman/ penyerapan energi oleh massa batuan/tanah. Secara matematis, atenuasi getaran tanah adalah suatu hubungan antara jarak, R (episenter, jarak terdekat, jarak hipo-senter) dengan parameter gempa Y (percepatan, kecepatan, simpangan, intensitas gempa, ukuran gempa). Dari ketiga grafik diatas dapat disimpulkan bahwa nilai ground acc akan semakin kecil terhadap jarak epicenter. Hal ini sesuai dengan factor yang mempengaruhi atenuasi salah satunya yaitu jarak ke site (jarak episenter, jarak terdetak, jarak hiposenter).

Kata Kunci : Kurva Hazard, Perbandingan Atenuasi, Fungsi Atenuasi

1. Pendahuluan

Atenuasi getaran tanah (*ground motion attenuation*) adalah proses/ rumusan yang mana suatu gerakan tanah Y akibat gempa (percepatan, kecepatan, simpangan) ataupun intensitas gempa akan mengecil pada jarak yang semakin jauh dari sumber gempa, akibat redaman/ penyerapan energi oleh massa batuan/tanah

Secara matematis, atenuasi getaran tanah adalah suatu hubungan antara jarak, R (episenter, jarak terdekat, jarak hipo-senter) dengan parameter gempa Y (percepatan, kecepatan, simpangan, intensitas gempa, ukuran gempa).

a. Faktor-faktor yang mempengaruhi atenuasi :

- Ukuran gempa (M_L , M_s , M_b , M_w)
 - Jarak ke site (jarak episenter, jarak terdetak, jarak hiposenter)
 - Mekanisme sumber gempa
 - Pengaruh kondisi site
- b. Fungsi utama dari magnitudo gempa M dan jarak R (Abrahamson & Silva, 2007)

- Semakin besar magnitudo gempa maka Peak Horizontal Acceleration (PHA) dalam gravitasi bumi akan semakin besar
 - Semakin jauh cosest distance R maka PHA akan semakin kecil (akibat redaman/serapan energi tanah/batuan)
- c. Sifat Atenuasi :
- Nilai maksimum parameter gerakan tanah (percepatan, kecepatan, simpangan, intensitas) umumnya terdistribusi secara lognormal (skala loga-ritma baik bilangan dasar 10 maupun natural logarithmic $\ln$) terhadap jarak sumber gempa ke pencatat gempa. Oleh karena itu umumnya dibuat regresi linear, misalnya untuk atenuasi percepatan (Y) dalam bentuk $\log(Y)$ atau $\ln(Y)$ dan bukannya Y .
 - $\log(Y)$ atau $\ln(Y)$ dipengaruhi secara langsung/linier oleh ukuran gempa, M . Hal ini berarti bahwa setiap kenaikan ukuran gempa M akan berpengaruh secara langsung/linier terhadap $\log(Y)$ atau $\ln(Y)$,
 - Amplitudo gelombang bodi menurun dengan rate $1/R$ (attenuation rate) sedangkan amplitudo gelombang permukaan kecepatan menurun dengan rate $1/\sqrt{R}$, dengan R adalah jarak episenter dalam km

- Energi yang menyebar dari pusat gempa akan semakin berkurang akibat redaman material tanah. Kramer (1996) mengatakan bahwa amplitudo gerakan tanah akan berkurang secara eksponensial menurut jarak R
- Parameter gerakan tanah juga akan dipengaruhi oleh mekanisme sumber gempa (source mechanism) yang ditunjukkan oleh jenis patahan (fault types).

d. Beberapa macam atenuasi :

- McGuire, 1977

$$Y = 472.10^{0.278.M} \cdot (R+25)^{-1.301}$$

- Iddris, 1991

$$\ln Y = (-0,15 + e^{(2,26-0,083M)}) + (-e^{(1,602-0,142M)}) \cdot \ln(R+20) + 0,2.F, M \leq 6$$

F = 0, 0,5 dan 1 untuk strike-slip, oblique dan reverse-slip

- Campbell, 1989

$$\ln Y = -2.501 + 0.623.M_L - \ln(R+7,28)$$

- Ambraseys, 1995

$$\log Y = -1,09 + 0,238M_s - 0,0005.r - \log r, r^2 = R^2 + 6^2, M < 7,4$$

McGuire, 1977		
M	=	6
Campbell, 1989		
M	=	6
F	=	1
Idriss, 1991		
M	=	1
F	=	0
Ambraseys, 1995		
M	=	6

R (KM)	McGuire, 1977 (cm/s²)	Campbell, 1989			Idriss, 1991			Ambraseys,1995				
		Ln Y	Y (g)	Y (cm/s ²)	LnY	Y (g)	Y (cm/s ²)	r ²	r	Log Y	Y (g)	Y (cm/s ²)
1	317.00	0.498	1.646	488.610	-4.43978	0.01180	11.57037	37	6.0828	-0.4491	0.3555	348.6410
2	301.81	0.409	1.505	401.144	-4.64010	0.00966	9.47005	40	6.3246	-0.4662	0.3418	335.2188
3	287.87	0.346	1.414	339.460	-4.83150	0.00797	7.82033	45	6.7082	-0.4920	0.3221	315.9078
4	275.02	0.300	1.349	293.714	-5.01476	0.00664	6.51083	52	7.2111	-0.5236	0.2995	293.7064
5	263.15	0.264	1.302	258.486	-5.19054	0.00557	5.46131	61	7.8102	-0.5586	0.2763	270.9884
6	252.16	0.235	1.265	230.557	-5.35942	0.00470	4.61267	72	8.4853	-0.5949	0.2542	249.2366
7	241.96	0.212	1.236	207.891	-5.52193	0.00400	3.92081	85	9.2195	-0.6313	0.2337	229.1930
8	232.46	0.193	1.213	189.145	-5.67853	0.00342	3.35248	100	10.0000	-0.6670	0.2153	211.1158
9	223.61	0.177	1.193	173.391	-5.82963	0.00294	2.88233	117	10.8167	-0.7015	0.1988	194.9932
10	215.33	0.163	1.177	159.975	-5.97561	0.00254	2.49084	136	11.6619	-0.7346	0.1842	180.6842
11	207.58	0.151	1.163	148.418	-6.11680	0.00221	2.16285	157	12.5300	-0.7662	0.1713	167.9987
12	200.31	0.141	1.152	138.362	-6.25351	0.00192	1.88649	180	13.4164	-0.7963	0.1598	156.7387
13	193.48	0.132	1.141	129.535	-6.38601	0.00168	1.65238	205	14.3178	-0.8250	0.1496	146.7185
14	187.05	0.124	1.132	121.729	-6.51456	0.00148	1.45306	232	15.2315	-0.8524	0.1405	137.7720
15	180.99	0.117	1.124	114.778	-6.63938	0.00131	1.28255	261	16.1555	-0.8784	0.1323	129.7546
16	175.27	0.111	1.117	108.549	-6.76068	0.00116	1.13604	292	17.0880	-0.9032	0.1250	122.5421
17	169.86	0.105	1.111	102.938	-6.87866	0.00103	1.00962	325	18.0278	-0.9270	0.1183	116.0286
18	164.74	0.100	1.105	97.858	-6.99349	0.00092	0.90009	360	18.9737	-0.9496	0.1123	110.1242
19	159.89	0.095	1.100	93.238	-7.10534	0.00082	0.80484	397	19.9249	-0.9714	0.1068	104.7522
20	155.28	0.091	1.095	89.019	-7.21436	0.00074	0.72171	436	20.8806	-0.9922	0.1018	99.8475
21	150.90	0.087	1.091	85.151	-7.32068	0.00066	0.64892	477	21.8403	-1.0122	0.0972	95.3545

22	146.74	0.083	1.087	81.593	-7.42445	0.00060	0.58496	520	22.8035	-1.0314	0.0930	91.2257
23	142.77	0.080	1.083	78.310	-7.52577	0.00054	0.52859	565	23.7697	-1.0499	0.0891	87.4202
24	138.99	0.077	1.080	75.271	-7.62476	0.00049	0.47877	612	24.7386	-1.0677	0.0856	83.9026
25	135.39	0.074	1.077	72.450	-7.72153	0.00044	0.43461	661	25.7099	-1.0850	0.0822	80.6427
26	131.95	0.071	1.074	69.825	-7.81617	0.00040	0.39537	712	26.6833	-1.1016	0.0791	77.6138
27	128.65	0.069	1.071	67.377	-7.90877	0.00037	0.36040	765	27.6586	-1.1177	0.0763	74.7929
28	125.50	0.066	1.069	65.088	-7.99943	0.00034	0.32916	820	28.6356	-1.1332	0.0736	72.1599
29	122.49	0.064	1.066	62.944	-8.08821	0.00031	0.30120	877	29.6142	-1.1483	0.0711	69.6970
30	119.60	0.062	1.064	60.931	-8.17521	0.00028	0.27610	936	30.5941	-1.1629	0.0687	67.3885
31	116.83	0.060	1.062	59.038	-8.26047	0.00026	0.25354	997	31.5753	-1.1771	0.0665	65.2207
32	114.17	0.058	1.060	57.255	-8.34409	0.00024	0.23320	1060	32.5576	-1.1909	0.0644	63.1814
33	111.61	0.057	1.058	55.572	-8.42611	0.00022	0.21484	1125	33.5410	-1.2043	0.0625	61.2596
34	109.16	0.055	1.057	53.982	-8.50660	0.00020	0.19822	1192	34.5254	-1.2174	0.0606	59.4456
35	106.80	0.054	1.055	52.476	-8.58561	0.00019	0.18316	1261	35.5106	-1.2301	0.0589	57.7308
36	104.53	0.052	1.053	51.049	-8.66319	0.00017	0.16949	1332	36.4966	-1.2425	0.0572	56.1074
37	102.34	0.051	1.052	49.695	-8.73941	0.00016	0.15705	1405	37.4833	-1.2546	0.0556	54.5684
38	100.23	0.049	1.051	48.408	-8.81430	0.00015	0.14572	1480	38.4708	-1.2664	0.0542	53.1073
39	98.20	0.048	1.049	47.183	-8.88790	0.00014	0.13538	1557	39.4588	-1.2779	0.0527	51.7186
40	96.24	0.047	1.048	46.017	-8.96027	0.00013	0.12593	1636	40.4475	-1.2891	0.0514	50.3971
41	94.34	0.046	1.047	44.904	-9.03145	0.00012	0.11728	1717	41.4367	-1.3001	0.0501	49.1380
42	92.52	0.045	1.046	43.842	-9.10147	0.00011	0.10935	1800	42.4264	-1.3108	0.0489	47.9370
43	90.75	0.044	1.045	42.827	-9.17036	0.00010	0.10207	1885	43.4166	-1.3214	0.0477	46.7904
44	89.04	0.043	1.044	41.857	-9.23818	0.00010	0.09537	1972	44.4072	-1.3317	0.0466	45.6945
45	87.39	0.042	1.043	40.927	-9.30494	0.00009	0.08922	2061	45.3982	-1.3417	0.0455	44.6460
46	85.79	0.041	1.042	40.037	-9.37068	0.00009	0.08354	2152	46.3897	-1.3516	0.0445	43.6420
47	84.25	0.040	1.041	39.182	-9.43543	0.00008	0.07830	2245	47.3814	-1.3613	0.0435	42.6797

48	82.75	0.039	1.040	38.362	-9.49922	0.00007	0.07346	2340	48.3735	-1.3708	0.0426	41.7567
49	81.30	0.038	1.039	37.575	-9.56208	0.00007	0.06899	2437	49.3660	-1.3801	0.0417	40.8705
50	79.89	0.038	1.038	36.817	-9.62404	0.00007	0.06484	2536	50.3587	-1.3893	0.0408	40.0190
51	78.52	0.037	1.037	36.089	-9.68512	0.00006	0.06100	2637	51.3517	-1.3982	0.0400	39.2003
52	77.20	0.036	1.037	35.388	-9.74534	0.00006	0.05743	2740	52.3450	-1.4070	0.0392	38.4125
53	75.91	0.035	1.036	34.712	-9.80474	0.00006	0.05412	2845	53.3385	-1.4157	0.0384	37.6539
54	74.67	0.035	1.035	34.060	-9.86332	0.00005	0.05104	2952	54.3323	-1.4242	0.0377	36.9229
55	73.46	0.034	1.035	33.432	-9.92112	0.00005	0.04818	3061	55.3263	-1.4326	0.0369	36.2181
56	72.28	0.033	1.034	32.826	-9.97816	0.00005	0.04551	3172	56.3205	-1.4408	0.0362	35.5381
57	71.13	0.033	1.033	32.240	-10.03444	0.00004	0.04301	3285	57.3149	-1.4489	0.0356	34.8815
58	70.02	0.032	1.033	31.674	-10.09000	0.00004	0.04069	3400	58.3095	-1.4569	0.0349	34.2473
59	68.94	0.032	1.032	31.127	-10.14486	0.00004	0.03852	3517	59.3043	-1.4647	0.0343	33.6343
60	67.88	0.031	1.032	30.597	-10.19902	0.00004	0.03649	3636	60.2993	-1.4725	0.0337	33.0415
61	66.86	0.031	1.031	30.085	-10.25251	0.00004	0.03459	3757	61.2944	-1.4801	0.0331	32.4678
62	65.86	0.030	1.031	29.589	-10.30535	0.00003	0.03281	3880	62.2896	-1.4876	0.0325	31.9124
63	64.89	0.030	1.030	29.108	-10.35754	0.00003	0.03114	4005	63.2851	-1.4949	0.0320	31.3745
64	63.94	0.029	1.030	28.642	-10.40911	0.00003	0.02957	4132	64.2806	-1.5022	0.0315	30.8532
65	63.02	0.029	1.029	28.190	-10.46007	0.00003	0.02810	4261	65.2763	-1.5094	0.0309	30.3478
66	62.12	0.028	1.029	27.752	-10.51043	0.00003	0.02672	4392	66.2722	-1.5165	0.0304	29.8575
67	61.24	0.028	1.028	27.326	-10.56021	0.00003	0.02543	4525	67.2681	-1.5234	0.0300	29.3817
68	60.39	0.027	1.028	26.913	-10.60942	0.00002	0.02421	4660	68.2642	-1.5303	0.0295	28.9198
69	59.55	0.027	1.027	26.512	-10.65808	0.00002	0.02306	4797	69.2604	-1.5371	0.0290	28.4712
70	58.74	0.027	1.027	26.121	-10.70619	0.00002	0.02197	4936	70.2567	-1.5438	0.0286	28.0353
71	57.94	0.026	1.027	25.742	-10.75377	0.00002	0.02095	5077	71.2531	-1.5504	0.0282	27.6115

72	57.17	0.026	1.026	25.373	-10.80083	0.00002	0.01999	5220	72.2496	-1.5570	0.0277	27.1995
73	56.41	0.026	1.026	25.015	-10.84738	0.00002	0.01908	5365	73.2462	-1.5634	0.0273	26.7986
74	55.67	0.025	1.025	24.666	-10.89344	0.00002	0.01822	5512	74.2428	-1.5698	0.0269	26.4086
75	54.95	0.025	1.025	24.326	-10.93900	0.00002	0.01741	5661	75.2396	-1.5761	0.0265	26.0288
76	54.24	0.024	1.025	23.994	-10.98409	0.00002	0.01664	5812	76.2365	-1.5823	0.0262	25.6590
77	53.55	0.024	1.024	23.672	-11.02871	0.00002	0.01592	5965	77.2334	-1.5884	0.0258	25.2987
78	52.87	0.024	1.024	23.358	-11.07288	0.00002	0.01523	6120	78.2304	-1.5945	0.0254	24.9477
79	52.21	0.024	1.024	23.051	-11.11659	0.00001	0.01458	6277	79.2275	-1.6005	0.0251	24.6054
80	51.57	0.023	1.023	22.752	-11.15987	0.00001	0.01396	6436	80.2247	-1.6064	0.0248	24.2717
81	50.94	0.023	1.023	22.461	-11.20272	0.00001	0.01337	6597	81.2219	-1.6123	0.0244	23.9462
82	50.32	0.023	1.023	22.177	-11.24514	0.00001	0.01282	6760	82.2192	-1.6181	0.0241	23.6286
83	49.71	0.022	1.023	21.899	-11.28715	0.00001	0.01229	6925	83.2166	-1.6238	0.0238	23.3186
84	49.12	0.022	1.022	21.628	-11.32875	0.00001	0.01179	7092	84.2140	-1.6295	0.0235	23.0160
85	48.54	0.022	1.022	21.363	-11.36996	0.00001	0.01131	7261	85.2115	-1.6351	0.0232	22.7204
86	47.97	0.022	1.022	21.105	-11.41077	0.00001	0.01086	7432	86.2090	-1.6407	0.0229	22.4318
87	47.41	0.021	1.021	20.852	-11.45120	0.00001	0.01043	7605	87.2067	-1.6462	0.0226	22.1497
88	46.87	0.021	1.021	20.605	-11.49126	0.00001	0.01002	7780	88.2043	-1.6516	0.0223	21.8740
89	46.33	0.021	1.021	20.364	-11.53095	0.00001	0.00963	7957	89.2020	-1.6570	0.0220	21.6045
90	45.81	0.021	1.021	20.128	-11.57027	0.00001	0.00926	8136	90.1998	-1.6623	0.0218	21.3410
91	45.30	0.020	1.020	19.898	-11.60924	0.00001	0.00891	8317	91.1976	-1.6676	0.0215	21.0833
92	44.80	0.020	1.020	19.672	-11.64786	0.00001	0.00857	8500	92.1954	-1.6728	0.0212	20.8312
93	44.30	0.020	1.020	19.451	-11.68613	0.00001	0.00825	8685	93.1933	-1.6780	0.0210	20.5844
94	43.82	0.020	1.020	19.235	-11.72407	0.00001	0.00794	8872	94.1913	-1.6831	0.0207	20.3430
95	43.34	0.019	1.020	19.023	-11.76168	0.00001	0.00765	9061	95.1893	-1.6882	0.0205	20.1066

96	42.88	0.019	1.019	18.816	-11.79896	0.00001	0.00737	9252	96.1873	-1.6932	0.0203	19.8751
97	42.42	0.019	1.019	18.613	-11.83592	0.00001	0.00710	9445	97.1854	-1.6982	0.0200	19.6484
98	41.97	0.019	1.019	18.414	-11.87257	0.00001	0.00684	9640	98.1835	-1.7031	0.0198	19.4263
99	41.53	0.019	1.019	18.220	-11.90891	0.00001	0.00660	9837	99.1817	-1.7080	0.0196	19.2087
100	41.10	0.018	1.019	18.029	-11.94494	0.00001	0.00637	10036	100.1798	-1.7129	0.0194	18.9955

2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh antara jarak terhadap percepatan tanah dengan membandingkan fungsi atenuasi Mc Guire (1977), Campbell (1981), Idriss (1991) dan Ambraseys (1995).

3. Kesimpulan

Dari ketiga grafik diatas dapat disimpulkan bahwa nilai ground acc akan semakin kecil terhadap jarak epicenter. Hal ini sesuai dengan factor yang mempengaruhi atenuasi salah satunya yaitu jarak ke site (jarak episenter, jarak terdetak, jarak hiposenter).

4. Daftar Pustaka

Widodo, 2012, *Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta

<http://yohannachristiani.blogspot.com/2012/06/fungsi-atenuasi.html>

Saputro, I. T. (2018, June 6). ANALISIS PERBANDINGAN KURVA HAZARD PADA KOTA BANDA ACEH DENGAN SUMBER GEMPA SESAR SEULIMEUM DAN MENGGUNAKAN BEBERAPA FUNGSI ATENUASI.

<https://doi.org/10.31227/osf.io/uvp2y>