

INFORMASI GEOLOGI
DALAM USAHA ANTISIPASI RESIKO GETARAN
(Studi kasus : Perencanaan Jalan Kereta Api)

Oleh

Bambang Sunarwan

Abstrak

Getaran yang dalam keilmuan kebumihan sering didefinisikan sebagai suatu energi yang bergerak, dalam periode waktu tertentu, memiliki simpangan dan amplitudo yang mampu diterjemahkan ke dalam nilai – nilai numerik, setiap parameternya.

Pada perencanaan keteknikan diperlukan untuk melakukan mitigasi kebencanaan, khususnya getaran yang diakibatkan oleh keretaapi. Sebagai studi kasus adalah perencanaan keteknikan jalan rel keretaapi di Merbau. Baturaja.

Masukan ini akan lebih dipertajam pada saat realissi pemasangan rel, terlebih lebih jika direncanakan untuk frekuensi tinggi.

Kata kunci : *Getaran, Modulus, Frekuensi, Getaran, Modulus*

1 PENDAHULUAN

- 1.1 Melakukan pengukuran getaran disekitar rel kereta api dengan geophone 1 Hz.
- 1.2 Melakukan analisis tingkat getaran serta membandingkan terhadap batas-batas baku tingkat getaran sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 49 Tahun 1996 tentang: Baku tingkat getaran.

2 METODOLOGI

Getaran diukur dengan menggunakan sensor getaran berupa geophone 1 Hz dan alat perekam getaran berupa *Analog to Digital Converter* dan Laptop computer. Data yang terekam di lapangan dan diperoleh dengan pengukuran diolah menggunakan computer Laptop yang telah terpasang software analisis getaran yang dapat merubah (konversi) kecepatan menjadi simpangan.

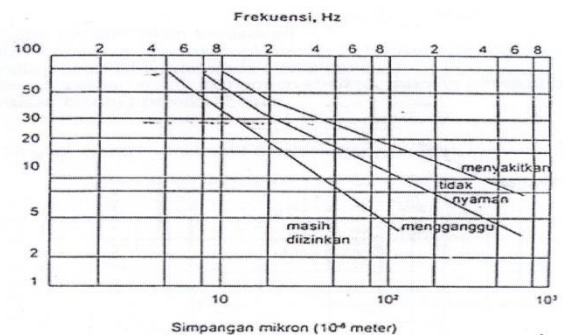
Sebagai kelengkapannya software analisis getaran ini juga dapat melakukan analisa kandungan frekuensi getaran dengan program FFT (*Fast Fourier Transform*). sehingga memudahkan analisis dan perhitungan parameter – parameter yang diperlukan.

Pengolahan data agar bermakna menjadi masukan keperluan keteknikan, maka sesuai dengan lampiran V Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 49 tahun 1996

tanggal 25 November 1996, pengukuran dapat dibagi menjadi:

- a. Pengukuran getaran untuk kenyamanan dan kesehatan
Cara pengukuran:
 - a) Sensor geophone 1 Hz ditanam (dipasang) di tanah dan disambungkan dengan amplifier dan *Analog to Digital converter* didalam computer laptop
 - b) Perekaman data dilakukan pada saat kereta api lewat.
 - c) Dilakukan pembacaan 13 data dari hasil FFT hasil perekaman simpangan
- b. Pengukuran getaran untuk keutuhan bangunan

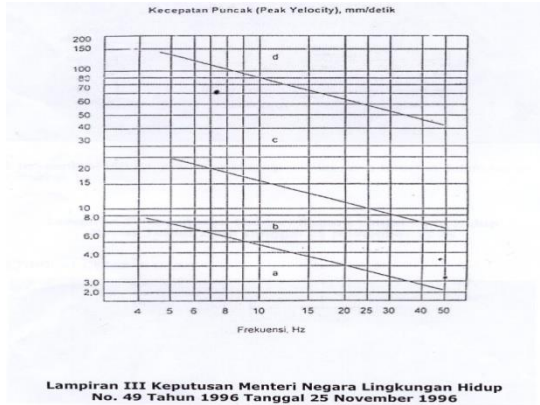
Cara pengukuran sama dengan pengukuran getaran untuk kenyamanan dan kesehatan manusia, hanya besaran yang dipakai ialah kecepatan getaran puncak (Peak velocity).



Gambar 1. Baku tingkat getaran untuk kenyamanan manusia

Tabel 1. Baku tingkat getaran untuk kenyamanan manusia

Frekuensi (Hz)	Nilai Tingkat Getaran, dalam mikron (10 ⁻⁶ meter)			
	Mengganggu	Mengganggu	Tidak Nyawan	Menyakitkan
4	< 100	100-500	> 500-1000	> 1000
5	< 80	80-350	> 350-1000	> 1000
6,3	< 70	70-275	> 275-1000	> 1000
8	< 50	50-160	> 160-500	> 500
10	< 37	37-120	> 120-300	> 300
12,5	< 32	32-90	> 90-220	> 220
16	< 25	25-60	> 60-120	> 120
20	< 20	20-40	> 40-85	> 85
25	< 7	17-30	> 30-50	> 50
31,5	< 2	12-20	> 20-30	> 30
40	< 9	9-15	> 15-20	> 20
50	< 8	8-12	> 12-15	> 15
63	< 6	6-9	> 9-12	> 12



Gambar 2. Baku tingkat getaran keamanan gedung

Tabel 2. Baku tingkat getaran keamanan gedung

Parameter	SATUAN	FREKUENSI (Hz)	BATAS GERAKAN PEAK (mm/detik)			
			Kategori A	Kategori B	Kategori C	Kategori D
- Kecepatan Getaran	mm/detik	5	< 7,5	< 7,5-25	> 24-130	> 130
- Frekuensi	Hz	6,3	< 7	< 7-21	> 21-110	> 110
		8	< 6	< 6-19	> 19-100	> 100
		10	< 5,2	< 5,2-16	> 16-90	> 90
		12,5	< 4,8	< 4,8-15	> 15- 80	> 80
		16	< 4	< 4-14	> 14-70	> 70
		20	< 3,8	< 3,8-12	> 12-67	> 67
		25	< 3,2	< 3,2-10	> 10-60	> 60
		31,5	< 3	< 3-9	> 9-53	> 53
		40	< 2	< 2-8	> 8-50	> 50
		50	< 1	< 1-7	> 7-42	> 42

Catatan :

- Kategori A : Tidak menimbulkan kerusakan
- Kategori B : Kemungkinan keretakan plesteran (retak/terlepas plesteran pada dinding pemikul beban pada kasus khusus)
- Kategori C : Kemungkinan rusak komponen struktur dinding pemikul beban
- Kategori D : Rusak dinding pemikul beban

Tabel 3. Baku Tingkat Getaran Kejut

Kelas	Jenis Bangunan	Kecepatan Getaran Maksimum (mm/detik)
1	Peruntukan dan bangunan kuno yang mempunyai nilai sejarah yang tinggi	2
2	Bangunan dengan kerusakan yang sudah ada, tampak keretakan-keretakan pada tembok	5
3	Bangunan untuk dalam kondisi teknis yang baik, ada kerusakan-kerusakan kecil seperti : plesteran yang retak	10
4	Bangunan "kuat" (misalnya : bangunan industri terbuat dari beton atau baja)	10 - 40

3. PERHITUNGAN

3.1 Perhitungan Koefisien Peredaman β

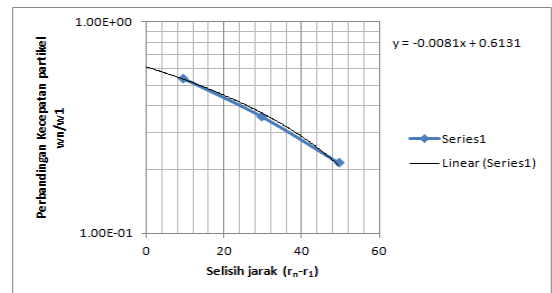
$$w_n = w_1 \sqrt{\frac{r_1}{r_n}} e^{-\beta(r_n-r_1)}$$

Dengan w_n adalah amplitudo kecepatan partikel tanah pada jarak r_n , w_1 adalah amplitudo kecepatan partikel tanah pada jarak r_1 dan β adalah koefisien *attenuasi*.

Berikut adalah amplitudo kecepatan partikel dari titik 1 pada frekuensi dominan 5.82 Hz.

Titik 1

Jarak	Kecepatan partikel (m/s)	r_n-r_1	w_n/w_1
0.5	8.28E-06	0	
10	4.49E-06	9.5	5.42E-01
30	2.98E-06	29.5	3.60E-01
50	1.80E-06	49.5	2.17E-01



Gambar 19. Kurva $\ln w_n/w_1$ terhadap selisih jarak (r_n-r_1) untuk menentukan β titik 1

Dari kurva pada gambar 15, koefisien atenuasi β untuk titik 1 adalah 0.0081. Dengan menggunakan koefisien atenuasi β ini, dapat dihitung amplitudo kecepatan partikel pada jarak yang lain misalkan pada jarak 200 m. Amplitudo kecepatan partikel adalah:

$$w_n = w_1 \sqrt{\frac{r_1}{r_n}} e^{-\beta(r_n-r_1)}$$

$$w_n = 8.23032E-08 \text{ m/s}$$

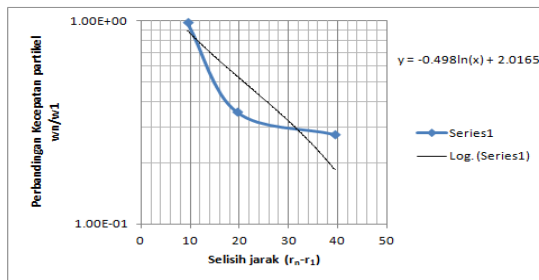
Kecepatan partikel ini menurut tabel 2 adalah kurang dari 7.5 mm/s. Jadi tergolong tidak merusak bangunan struktur.

3.2 PERHITUNGAN KOEFISIEN PEREDAMAN β

Berikut adalah amplitudo kecepatan partikel dari titik 2 pada frekuensi dominan 1.67 Hz.

Titik 2

Jarak	Kecepatan partikel (m/s)	$r_n - r_1$	w_n/w_1
0.5	6.50E-06	0	
10	6.39E-06	9.5	9.84E-01
20	2.32E-06	19.5	3.57E-01
40	1.79E-06	39.5	2.75E-01



Gambar 32. Kurva $\ln w_n/w_1$ terhadap selisih jarak ($r_n - r_1$) untuk menentukan β titik 2

Dari kurva pada gambar 32, koefisien atenuasi β untuk titik 2 adalah 0.498. Dengan menggunakan koefisien atenuasi β ini, dapat dihitung amplitudo kecepatan partikel pada jarak yang lain misalkan pada jarak 200 m. Amplitudo kecepatan partikel adalah :

$$w_n = w_1 \sqrt{\frac{r_1}{r_n}} e^{-\beta(r_n - r_1)}$$

$$w_n = 2.31267E-50 \text{ m/s}$$

Kecepatan partikel ini menurut tabel 2 adalah kurang dari 7.5 mm/s. Jadi tergolong tidak merusak bangunan struktur.

4. ANALISIS DAN PERHITUNGAN

4.1 Pengaruh Kedalaman

Di salah satu titik pengujian terdapat aktivitas penambangan minyak dan gas bumi. Untuk menyelidiki pengaruh getaran terhadap kedalaman, kita memasang geophone pada kedalaman 1.4 m dan mengukur getaran karena lewatnya kereta api pada kedalaman tsb.

Frekuensi dominan = 1.67 Hz

Jarak	Kedalaman		Kecepatan partikel (m/s)
10 m	0	M	6.39205E-06
	1.4	M	2.73E-06

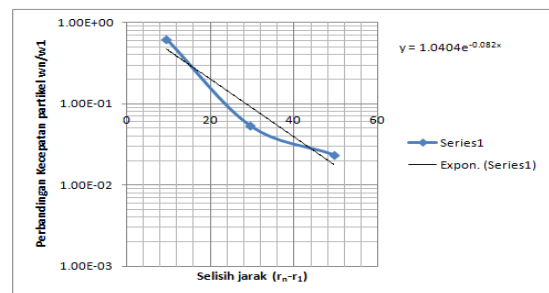
Dari hasil pengukuran diatas dapat disimpulkan bahwa semakin dalam getaran semakin mengecil. Sehingga tidak membahayakan obyek-obyek yang berada pada kedalaman.

4.2 Perhitungan Koefisien Peredaman β

Berikut adalah amplitudo kecepatan partikel dari titik 3 pada frekuensi dominan 5.48 Hz.

Titik 3 Freq= 5.48 Hz

Jarak	Kecepatan partikel (m/s)	$r_n - r_1$	w_n/w_1
0.5	2.03E-05	0	
10	1.27E-05	9.5	6.26E-01
30	1.09E-06	29.5	5.36E-02
50	4.77E-07	49.5	2.35E-02



Gambar 28. Kurva $\ln w_n/w_1$ terhadap selisih jarak ($r_n - r_1$) untuk menentukan β titik 3

Dari kurva pada gambar 28, koefisien atenuasi β untuk titik 3 adalah 0.082. Dengan menggunakan koefisien atenuasi β ini, dapat dihitung amplitudo kecepatan partikel pada jarak yang lain misalkan pada jarak 200 m. Amplitudo kecepatan partikel adalah:

$$w_n = w_1 \sqrt{\frac{r_1}{r_n}} e^{-\beta(r_n - r_1)}$$

$$w_n = 7.99049E-14 \text{ m/s}$$

Kecepatan partikel ini menurut tabel 2 adalah kurang dari 7.5 mm/s. Jadi tergolong tidak merusak bangunan struktur.

5. KESIMPULAN

Dalam usaha mengantisipasi efek dari getaran yang terjadi di alam khususnya diakibatkan oleh getaran akibat keretaapi pada suatu perencanaan bangunan perlu mengikuti parameter ukur sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no. 49 tahun 1996, agar tidak mengakibatkan kerusakan bangunan di sekitar jalur keretaapi.

PUSTAKA

1. Gunawan Handayani Ph.D, Laporan Pengukuran dan Analisis Tingkat Getaran Rel Kereta api Batubara di Baturaja – Sumatera Selatan, KK Fisika Bumi dan Sistem Kompleks ITB, tidak dipublikasi, 2010

2. lampiran V Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 49 tahun 1996 tanggal 25 November 1996,
3. Braja M. Das , 1999, “*Fundamental of Soil Dynamics*” yang ditulis oleh Braja M. Das persamaan .

PENULIS

Bambang Sunarwan, Staf Pengajar Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan Bogor.