

Analisa Karakteristik Getaran Mesin Stone Crusher Kapasitas 50 Ton/Jam Batu Koral Pada Daerah Horizontal, Vertikal dan Longitudinal Berdasarkan Time Domain

**Suriady Sihombing¹⁾, Waldemar Naibaho¹⁾, Wilson Nababan¹⁾,
Reinhart Butar-Butar²⁾, Amran Sinaga²⁾**

¹Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen

²Mahasiswa Prodi Teknik Mesin, Fak. Teknik, Universitas HKBP Nommensen, Medan
email: surihombing@gmail.com

Abstract

Stone Crusher Machine is one type of machine that is very popularly used among road construction in Indonesia, whether it is used for road or building transportation purposes where it is necessary to know how to analyze the vibration characteristics of the Stone Crusher machine based on the capacity of breaking coral in horizontal, vertical and longitudinal areas. based on the time domain. The research method is carried out by collecting data on the magnitude of the deviation, speed and acceleration that arise due to the process of breaking coral so that it produces several dimensions of the size of crushed stone. This study conducted tests at three points, namely the primary crusher, secondary crusher and tertiary crusher with a capacity of 50 tons/hour. Based on the measurement results, it is found that the highest vibration occurs in the horizontal direction of the secondary crusher machine seat where the displacement is 125.3 μm in the horizontal direction at 15 seconds, the largest velocity (Velocity) is 4.79 mm/s in the primary crusher. horizontal direction at the 45th second. and the magnitude of Acceleration (Acceleration) 1236 mm/s² is found in the tertiary crusher vertical direction at the 45th second. According to the ISO 10816-3 standard, the vibration response results at the highest speed are 4.79 mm /s, categorized in zone B is light green, the vibration of the machine is good and can be operated without restrictions.

Keywords: stone crusher machine, machine stand, primary crusher, secondary crusher, tertiary crusher and machine vibration

1. PENDAHULUAN

Perbandingan kapasitas pada mesin biasanya dapat menjelaskan tingkat getaran yang dihasilkan oleh mesin tersebut, sehingga dapat diketahui apakah mesin itu masih memiliki tingkat kenyamanan untuk dioperasikan. Getaran mesin atau yang bergetar adalah pergerakan bolak-balik dari sebuah mesin yang bekerja atau sebuah komponen mesin. Sehingga, setiap komponen yang bergerak bolak-balik atau berosilasi disebut bergetar. Getaran pada mesin bisa dalam beberapa bentuk seperti getaran mesin baik yang kategori mesin kapasitas berat, mesin medium maupun mesin kapasitas ringan.

Sebuah komponen mesin bisa bergetar dengan kuat, kecil, cepat atau lambat, atau tanpa suara serta menimbulkan panas. Getaran mesin tidak selamanya bisa menimbulkan kerusakan, namun ada beberapa getaran mesin yang memang dirancang untuk keperluan khusus seperti mesin penyaring (*vibration screen*), mesin pemadat (*compactor*).

Mesin stone crusher adalah salah satu jenis mesin yang sangat populer dipergunakan dikalangan konstruksi jalan di Indonesia, baik itu digunakan untuk

keperluan transportasi jalan maupun bangunan. Pengukuran getaran adalah salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memantau tingkat kelayakan di dalam pengoperasian dan lebih jauh lagi dengan analisis getaran dapat diketahui dengan tepat apabila terjadi gangguan selama dalam pengoperasian.

Oleh sebab itu peneliti ingin mengetahui bagaimana analisa karakteristik getaran pada mesin Stone Crusher berdasarkan kapasitas pembuatan batu koral jalan untuk ukuran dimensi yang dibutuhkan pada daerah horizontal, vertikal dan longitudinal berdasarkan time domain. Dari latar belakang keadaan di ataslah maka dipandang perlu kiranya perlu dilakukan suatu penelitian analisa karakteristik getaran pada mesin Stone Crusher SHAN BAO type JC PEX 250 x 1200 berdasarkan kapasitas pembuatan batu koral 50 ton/jam pada daerah horizontal, vertikal dan longitudinal berdasarkan time domain pada PT. Mitra Engineering Grup di desa paku, Galang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Getaran Bebas (Free Vibration)

Getaran bebas terjadi jika sistem beresilasi karena bekerjanya gaya yang ada dalam sistem itu sendiri (inherent) dan apabila tidak ada gaya luar yang bekerja.

Secara umum gerak harmonik dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$X = A \sin 2\pi t / \tau \quad (1)$$

dimana : A adalah amplitudo osilasi yang diukur dari posisi setimbang massa.

τ adalah priode dimana gerak diulang pada $t = \tau$.

Gerak harmonik sering di nyatakan sebagai proyeksi suatu titik yang bergerak melingkar dengan kecepatan yang tetap pada suatu garis lurus seperti terlihat pada gambar 2.1 dengan kecepatan sudut garis OP sebesar ω , maka perpindahan simpangan x dapat dituliskan sebagai:

$$x = A \sin \omega t \quad (2)$$

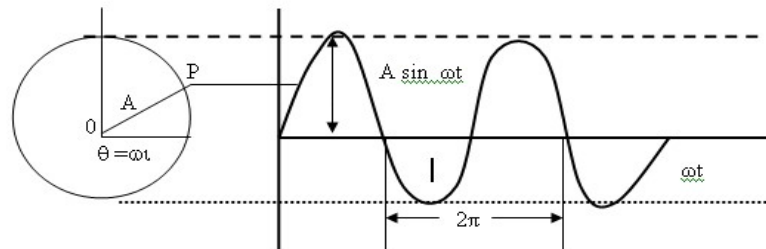
Oleh karena gerak berulang dalam 2π radian, maka didapat

$$\omega = 2\pi / T = 2\pi \cdot f \quad (3)$$

Dengan menggunakan notasi titik untuk turunannya, maka didapat :

$$\dot{x} = \omega A \cos \omega t = \omega A \sin (\omega t + \pi/2) \quad (4)$$

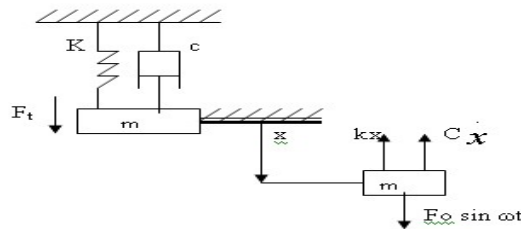
$$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t = \omega^2 A \sin (\omega t + \pi) \quad (5)$$



Gambar 1. Gerak harmonik sebagai proyeksi suatu titik yang bergerak pada lingkaran.

2.2 Getaran Paksa (Forced Vibration)

Eksitasi harmonik sering dihadapi dalam sistem rekayasa yang biasanya dihasilkan oleh ketidak seimbangan pada mesin mesin yang berputar. Eksitasi harmonik dapat berbentuk gaya atau simpangan beberapa titik dalam sistem. Getaran yang terjadi karena rangsangan gaya luar disebut getaran paksa.



Gambar 2. Sistem yang teredam karena kekentalan dengan eksitasi harmonik

Persamaan differensialnya adalah :

$$m \ddot{x} + c \dot{x} + kx = F_0 \sin \omega t \tag{6}$$

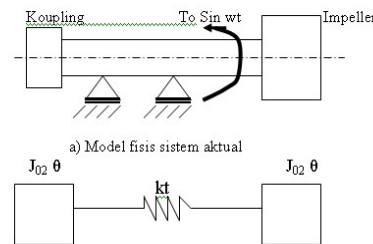
Solusi khusus persamaan keadaan lunak (steady state) dengan frekwensi ω yang sama dengan frekwensi eksitasi dapat diasumsikan berbentuk :

$$x = X \sin (\omega t - \Phi) \tag{7}$$

2.3. Landasan Teori Pengujian Getaran Mesin

Getaran yang timbul pada mesin Stone Crusher SHAN BAO type JC PEX 250 x 1200 berdasarkan pembuatan batu koral berdasarkan dimensi yang dibutuhkan.

Dalam kondisi ini dapat diasumsikan bahwa akan terjadi torsi yang dihasilkan motor melalui mekanisme koupling. Untuk memudahkan analisa gerak, maka gambar 3 dapat disederhanakan menjadi:

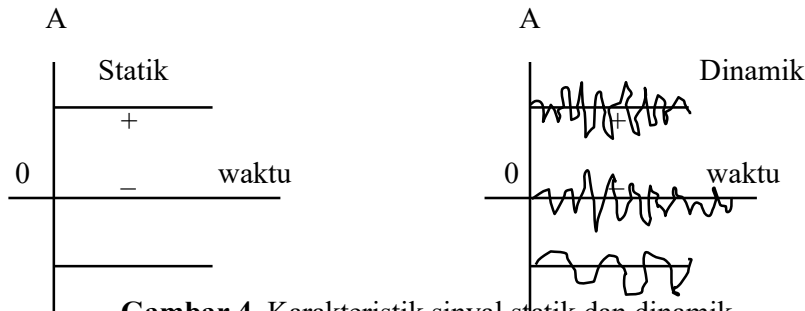


Gambar 3. Model pendekatan getaran

Pengolahan data time domain melibatkan data hasil pengukuran objek pemantauan sinyal getaran, tekanan fluida kerja, temperatur fluida kerja maupun aliran fluida kerja. Hasil pengukuran objek pemantauan dalam domain waktu dapat berupa sinyal :

- a. Sinyal statik, yaitu sinyal yang karakteristiknya tidak berubah terhadap waktu.
- b. Sinyal dinamik, yaitu sinyal yang karakteristiknya berubah terhadap waktu sehingga tidak konstan.

Sinyal dinamik yang ditemui dalam prakteknya berasal dari sinyal getaran, baik yang diukur menggunakan accelerometer, vibrometer, maupun sensor simpangan getaran .



Gambar 4. Karakteristik sinyal statik dan dinamik

Untuk keperluan pengolahan sinyal getaran dalam *Time Domain*, perlu diperhatikan karakteristik sinyal getaran yang dideteksi oleh masing – masing sensor percepatan (*Acceleration*), kecepatan (*Velocity*) dan simpangan getaran (*Displacement*).

2.4. Mesin Stone Crusher Pembuatan Batu Koral

Mesin Stone Crusher adalah sebuah alat yang digunakan untuk memecahkan batu dari ukuran yang besar menjadi ukuran lebih kecil. Selain untuk memecahkan batu batuan stone crusher juga berfungsi untuk memisahkan butir-butir batuan yang telah dipecahkan menggunakan screen atau saringan. Dengan screen, batuan dapat dikelompokkan menjadi sesuai ukuran yang kita inginkan. Batu-batu yang besar dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan yang lebih kecil dulu. Pemanfaatan batu koral / batu split atau agregrat dalam bangunan sangatlah banyak. Salah satu contoh adalah sebagai campuran dalam pembuatan beton dan campuran aspal. Selain itu juga berfungsi sebagai dasar jalan atau permukaan jalan. Pada pengerjaan crushing ini biasanya diperlukan beberapa kali pengerjaan pemecahan. Tahap-tahap pengerjaan berikut jenis crusher yang digunakan antara lain:

1. Pemecahan tahap pertama oleh jenis primary crusher.
2. Pemecahan tahap kedua oleh secondary crusher.
3. Pemecahan- pemecahan selanjutnya jika memang diperlukan oleh tersier crusher.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Bahan dan Peralatan

Dalam penelitian ini subjek penelitian adalah mesin Stone Crusher SHAN BAO type JC PEX 250 x 1200 seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Mesin Stone Crusher

Untuk melakukan pengukuran terhadap tingkat vibrasi yang terjadi pada kedudukan mesin dan block kabin digunakan instrumen pengukur sinyal vibrasi, yaitu *vibrometer digitalHandheld 908B*. Setting instrumen pengukur vibrasi ini dilakukan pada saat akan melakukan pengukuran sinyal vibrasi.



Gambar 6. Vibrometer Handheld

3.2. Variabel Yang Diamati

1. Displacement atau simpangan dari satu titik dan tiga arah pengukuran.
2. Velocity atau kecepatan dari satu titik dan tiga arah pengukuran.
3. Acceleration atau percepatan dari satu titik dan tiga arah pengukuran.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini memperoleh data pengukuran getaran pada mesin dan dudukan mesin Stone Crusher SHAN BAO type JC PEX 250 x 1200 sebagai berikut:

4.1.1 Perhitungan respon getaran pada dudukan mesin *primary crusher* dengan kapasitas 50 ton/jam.

Percobaan 1

Kecepatan sudut untuk masing-masing arah dapat dihitung dari tabel lampiran 1 percobaan 1 yaitu :

a. Arah Horizontal

$$\text{Kecepatan sudutnya : } \omega = \sqrt{\frac{\ddot{x}}{x}} = \sqrt{\frac{335,4625}{33,90375}} = \sqrt{9,894} = 3,145 \text{ rad/s}$$

$$\omega.t = \arctan \frac{x.\ddot{\omega}}{\dot{x}} = \arctan \frac{133,90375 \times 3,145}{2,36} = 89,678 \text{ rad}$$

$$\text{Sehingga diperoleh perioda : } t = \frac{\omega.t}{\omega} = \frac{89,678}{3,145} = 28,514 \text{ s}$$

$$\text{Amplitudo adalah } A = \frac{x}{\sin \omega.t} \rightarrow A = \frac{33,90375}{\sin 89,678} = 34,25 \mu\text{m}$$

b. Arah Vertikal

$$\text{Kecepatan sudutnya : } \omega = \sqrt{\frac{\ddot{x}}{x}} = \sqrt{\frac{371,0125}{32,53875}} = \sqrt{11,402} = 3,376 \text{ rad/s}$$

$$\omega.t = \arctan \frac{x.\ddot{\omega}}{\dot{x}} = \arctan \frac{32,53875 \times 3,376}{3,7325} = 88,053 \text{ rad}$$

$$\text{Sehingga diperoleh perioda : } t = \frac{\omega.t}{\omega} = \frac{88,053}{3,376} = 26,082 \text{ s}$$

$$\text{Amplitudo adalah } A = \frac{x}{\sin \omega.t} \rightarrow A = \frac{32,53875}{\sin 26,082} = 40,02 \mu\text{m}$$

c. Arah Longitudinal

$$\text{Kecepatan sudutnya : } \omega = \sqrt{\frac{\ddot{x}}{x}} = \sqrt{\frac{495,9125}{32,74625}} = \sqrt{15,144} = 3,891 \text{ rad/s}$$

$$\omega.t = \arctan \frac{x.\ddot{\omega}}{\dot{x}} = \arctan \frac{32,74625 \times 3,891}{1,736} = 89,219 \text{ rad}$$

Sehingga diperoleh perioda : $t = \frac{\omega \cdot t}{\bar{\omega}} = \frac{89,219}{4,388} = 20,332 \text{ s}$

Amplitudo adalah $A = \frac{x}{\sin \omega \cdot t} \rightarrow A = \frac{32,74625}{\sin 20,332} = 94,244 \text{ } \mu\text{m}$

Tabel 1. Respon getaran padaudukan mesin primary crusher dengan kapasitas 50 ton/jam;

Simbol	Arah		
	Horizontal	Vertikal	Longitudinal
$\omega \left(\frac{rad}{s} \right)$	3,145	3,376	3,891
$\omega \cdot t \text{ (rad)}$	89,678	88,053	89,219
$t \text{ (s)}$	28,514	26,082	20,332
$A \text{ (}\mu\text{m)}$	34,25	40,02	94,244

Dari tabel 1 diatas dapat diperoleh simpangan, kecepatan dan percepatan dari rumus :

Arah Horizontal : $x = A \sin \omega \cdot \tau = 34,25 \sin 89,678$

$$\dot{x} = A \bar{\omega} \cos \omega \tau = 34,25 \times 3,145 \cos 89,678$$

$$\ddot{x} = -A \bar{\omega}^2 \sin \omega \tau = -34,25 \times 3,145^2 \sin 89,678$$

Arah Vertikal : $x = A \sin \omega \cdot \tau = 40,02 \sin 88,053$

$$\dot{x} = A \bar{\omega} \cos \omega \tau = 40,02 \times 3,376 \cos 88,053$$

$$\ddot{x} = -A \bar{\omega}^2 \sin \omega \tau = -40,02 \times 3,376^2 \sin 88,053$$

Arah Longitudinal : $x = A \sin \omega \cdot \tau = 94,244 \sin 89,219$

$$\dot{x} = A \bar{\omega} \cos \omega \tau = 94,244 \times 3,891 \cos 89,219$$

$$\ddot{x} = -A \bar{\omega}^2 \sin \omega \tau = -94,244 \times 3,891^2 \sin 89,219$$

4.1.2 Perhitungan respon getaran padaudukan mesin secondary crusher dengan kapasitas 50 ton/jam

Percobaan II

Kecepatan sudut untuk masing-masing arah dapat dihitung dari tabel lampiran 2 percobaan 2 dengan melihat hasil tabel dibawah ini:

Tabel 2. Respon getaran padaudukan mesin secondary crusher dengan kapasitas 50 ton/jam.

Simbol	Arah		
	Horizontal	Vertikal	Longitudinal
$\bar{\omega} \left(\frac{rad}{s} \right)$	1,621	1,597	1,240
$\omega \cdot t \text{ (rad)}$	130,713	89,713	89,582

t (s)	80,637	56,175	72,24
A (μm)	107,48	86,699	83,864

Dari tabel 2 diatas dapat diperoleh simpangan, kecepatan dan percepatan dari rumus :

Arah Horizontal : $x = A \sin \omega \cdot \tau = 107,48 \sin 130,713$

$$\dot{x} = A \omega \cos \omega \tau = 107,48 \times 1,621 \cos 130,713$$

$$\ddot{x} = -A\bar{\omega}^2 \sin \omega \tau = -107,48 \times 1,621^2 \sin 130,713$$

Arah Vertikal : $x = A \sin \omega \cdot \tau = 86,699 \sin 130,713$

$$\dot{x} = A \bar{\omega} \cos \omega \tau = 86,699 \times 1,597 \cos 89,713$$

$$\ddot{x} = -A\bar{\omega}^2 \sin \omega \tau = -86,699 \times 1,597^2 \sin 89,713$$

Arah Longitudinal : $x = A \sin \omega \cdot \tau = 83,864 \sin 89,582$

$$\dot{x} = A \bar{\omega} \cos \omega \tau = 83,864 \times 1,240 \cos 89,582$$

$$\ddot{x} = -A\bar{\omega}^2 \sin \omega \tau = -83,864 \times 1,240^2 \sin 89,582$$

4.1.3 Perhitungan respon getaran pada dudukan mesin *tertiary crusher* dengan kapasitas 50 ton/jam

Percobaan III

Kecepatan sudut untuk masing-masing arah dapat dihitung dari tabel lampiran 3 percobaan 3 yaitu dengan melihat hasil tabel dibawah ini :

Tabel 3. Respon getaran pada dudukan mesin *tertiary crusher* dengan beban 50 ton/jam.

Simbol	Arah		
	Horizontal	Vertikal	Longitudinal
$\bar{\omega} \left(\frac{rad}{s}\right)$	7,858	4,671	7,616
$\omega \cdot t (rad)$	89,591	89,655	89,502
t (s)	11,4	11,40	11,75
A (μm)	15,354	43,528	16,226

Dari tabel 3 diatas dapat diperoleh simpangan, kecepatan dan percepatan dari rumus:

Arah Horizontal : $x = A \sin \omega \cdot \tau = 15,354 \sin 89,591$

$$\dot{x} = A \bar{\omega} \cos \omega \tau = 15,354 \times 7,858 \cos 89,591$$

$$\ddot{x} = -A\bar{\omega}^2 \sin \omega \tau = -15,354 \times 7,858^2 \sin 89,591$$

Arah Vertikal : $x = A \sin \omega \cdot \tau = 43,528 \sin 89,655$

$$\dot{x} = A \bar{\omega} \cos \omega \tau = 43,528 \times 4,671 \cos 89,655$$

$$\ddot{x} = -A\bar{\omega}^2 \sin \omega\tau = -43,528 \times 4,671^2 \sin 89,655$$

Arah Longitudinal : $x = A \sin \omega. \tau = 16,226 \sin 89,502$

$$\dot{x} = A \bar{\omega} \cos \omega\tau = 16,226 \times 7,616 \cos 89,502$$

$$\ddot{x} = -A\bar{\omega}^2 \sin \omega\tau = -16,226 \times 7,616^2 \sin 89,502$$

4. KESIMPULAN

- Dari hasil pengukuran dapat disimpulkan bahwa hasil respon getaran pada simpangan paling tinggi adalah 125,3 μm yang terdapat pada secondary crusher arah horizontal kapasitas 50 ton/jam pada detik yang ke 15.
- Dari hasil pengukuran dapat disimpulkan bahwa hasil respon getaran pada kecepatan yang paling tertinggi adalah 4,79 mm/s terdapat pada primary crusher arah horizontal untuk kapasitas 50 ton/jam pada detik yang ke 45.
- Dari hasil pengukuran dapat disimpulkan bahwa hasil respon getaran pada percepatan yang paling tertinggi adalah 1236 mm/s^2 terdapat pada tertiary crusher arah vertikal untuk kapasitas 50 ton/jam pada detik yang ke 45.
- Berdasarkan standar ISO 10816-3 diperoleh hasil respon getaran pada kecepatan yang paling tertinggi adalah 4,79 mm/s, dikategorikan pada zona B berwarna hijau muda, getaran dari mesin baik dan dapat dioperasikan tanpa larangan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Acoustical System And Technologies , Saint Petersburg, Russia ,2004.
- Bagiasna, K., “ Analisis Sinyal Getaran, “ PT. Krakatau Engineering.
- Barkov, A. V, Barkova, N.A, “ Artificial Inteligence System For Machine Condition and Diagnosties by vibration,” Proccedings of the SaintPeterburg, USA, 1991
- Bodre, R, ”The Principles of Vibration theory and Analysis,” DLI Engineering Corp Bainbridge Island, W A 98110.
- B.H Amstead ,Teknologi Mekanik jilid 1 dan 2 , Penerbit Erlangga ,1986.
- Dynamometer, < [http://www. Asynchronous dynamometer.com](http://www.Asynchronousdynamometer.com) >
- Dynaseq, Monitoring group, 12 Juli 2006, , [http:// www. Dynaseq.co.uk](http://www.Dynaseq.co.uk).>.
- VibrationTesting Equipment For “
- Jenis Material Pemecah Batu Stone Crusher <http://arparts.id/mengenal-mesin-stone-crusher/>
- Proses Produksi Stone Crusher
http://eprints.undip.ac.id/34213/6/1746_chapter_II.pdf
- Thomsom,TW, (1986), Teori Getaran dengan Penerapan, Edisi ke 2, Penerbit Erlangga, Jakarta