

# PERHITUNGAN NILAI FREKUENSI UNTUK UJI GETAR PRODUK AKI BERDASARKAN SNI 0038:2009

## FREQUENCY VALUE CALCULATION FOR VIBRATION TEST OF LEAD ACID BATTERY BASED ON SNI 0038:2009

**Susanto Sigit Rahardi**

Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T), Jalan Sangkuriang No.14 Bandung  
E-mail : [susantosr@yahoo.com](mailto:susantosr@yahoo.com)

### ABSTRAK

Perubahan acuan pengujian aki dari SNI 09-0038-1999 ke SNI yang baru yaitu SNI 0038:2009 membutuhkan kajian dan penyesuaian terutama mengenai perhitungan nilai frekuensi untuk uji getar. Hasil perhitungan ini diperlukan dalam operasional pengujian aki sebagai parameter kendali getaran. Pada tulisan ini, telah dihitung nilai frekuensi yang dibutuhkan untuk uji getar produk aki berdasarkan SNI 0038:2009 sehingga pengujian dapat dilaksanakan dengan baik.

**Kata kunci :** Uji getar, frekuensi, parameter kendali, SNI 0038:2009, aki

### ABSTRACT

*Alteration of standard reference for lead acid battery testing from SNI 09-0038-1999 to the new standard SNI 0038:2009 requires review and some adjustment especially for frequency value in vibration test. This value is needed in testing operation as vibration control parameter. In this paper, the frequency value has been calculated based on requirements in SNI 0038:2009 so vibration test can be conducted properly.*

**Keywords :** *Vibration test, frequency, control parameter, SNI 0038:2009, lead acid battery*

### PENDAHULUAN

Dalam rangka mendukung kebijakan pemerintah dan tuntutan masyarakat dalam penerapan standardisasi untuk aki kendaraan bermotor roda empat atau lebih, Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T) melaksanakan pengujian sesuai dengan Standar Nasional Indonesia SNI 09-0038-1999 [1]. Kegiatan pengujian ini dilaksanakan di laboratorium listrik B4T di bawah Seksi Pengujian, Bidang Standardisasi. Mesin vibrasi yang digunakan di laboratorium B4T adalah *Vibration Testing System* yang terkalibrasi, dengan model VS-600VH-51 dan nomor seri 3097. Aki yang telah diuji meliputi aki-aki dengan bentuk desain Jepang dan Eropa.

Pada tahun 2010 mulai berlaku standar aki yang baru yaitu SNI 0038:2009 yang mempunyai ketentuan uji getar yang berbeda dengan SNI 09-0038-1999 [1,2]. SNI 0038:2009 tidak menetapkan frekuensi pengujian. Hal ini menimbulkan kendala bagi operator untuk menentukan parameter kendali mesin vibrasi yang membutuhkan masukan frekuensi getar.

Peralihan standar ini berdampak atas perubahan operasional mesin vibrasi dan pengubahan sistem kendali.

Tulisan ini memaparkan perhitungan nilai frekuensi yang dibutuhkan untuk uji getar berdasarkan nilai-nilai yang ditetapkan pada SNI 0038:2009. Dengan metode matematika ini, upaya pengubahan sistem kendali menyeluruh yang lama dan mahal tidak perlu dilakukan, cukup dengan penyesuaian parameter kendali mesin vibrasi.

### BAHAN DAN METODE

Metode pelaksanaan penyesuaian metode uji yang telah dilakukan adalah dengan kajian perbandingan SNI yang lama SNI 09-0038-1999 dengan yang baru SNI 0038:2009, kajian mekanisme kerja mesin vibrasi, perhitungan frekuensi getar, dan uji coba untuk mendapatkan hasil sesuai dengan perhitungan. Uji coba dilakukan dengan memasukkan parameter sistem yang telah dihitung pada perangkat lunak pengendali yang telah tersedia. Data hasil uji coba parameter didapatkan melalui balikan

(feedback) sistem oleh sensor *piezoelectric* yang telah dipasang pada meja sampel uji.



Gambar1. Vibration Testing System untuk uji getar di laboratorium B4T

Dan amplitudo maksimum yang ditetapkan SNI 0038:2009. Hal ini disebabkan karena secara

teoritis, amplitudo getaran, kecepatan dan frekuensi saling berkait.

Percobaan dilaksanakan sesuai dengan konfigurasi mekanik yang sudah ada. Aki kendaraan bermotor roda empat menjadi objek fisis yang diukur sebagai bahan percobaan. Perhitungan analitik digunakan sebagai informasi bagi sistem vibrasi dan hasil percobaan digunakan sebagai pembandingan.

**Perbandingan Ketentuan Pada Standar**

Perbandingan ketentuan pengujian standar aki yang baru (SNI 0038:2009) dengan yang lama (SNI 09-0038-1999) adalah sebagai berikut [1,2]

Tabel 1. Perbandingan ketentuan uji getar

SNI 09-0038-1999	SNI 0038:2009
Arah getaran: gerakan vertikal harmonis sederhana (tidakditentukan)	Arah getaran: getaran harmonis sederhana vertikal
Percepatan (acceleration) : 30 m/detik <sup>2</sup>	Amplitudo dari puncak ke puncak: 2,3 mm sampai 2,5 mm
Lamanya getaran: 2 jam	Percepatan (acceleration) : 29,4 m/detik <sup>2</sup>
Frekuensi: 32 Hz sampai 35 Hz (tidakditentukan pada saat vibrasi)	Lamanya getaran: 2 jam.
	(tidakditentukan)
	Arus pelepasan: laju arus 5 jam

Mesin vibrasi dapat bekerja sesuai SNI 09-0038-1999 dengan menentukan terlebih dahulu pada frekuensi berapa mesin vibrasi bekerja. Dengan menetapkan percepatan maksimum (puncak) 30 m/detik<sup>2</sup> dan frekuensi di antara 32 Hz sampai 35 Hz, pengujian dapat dilaksanakan [1].

SNI 0038:2009 tidak menyatakan pada frekuensi berapa pengujian dilakukan. Yang penting, percepatan maksimum yang dicapai mesin adalah 29,4 m/detik<sup>2</sup> (setara dengan 3 g) dan amplitudo harus berkisar antara 2,3 mm sampai 2,5 mm [2]. Namun, mesin vibrasi membutuhkan informasi mengenai frekuensi kerjanya.

Melalui metode matematika, nilai frekuensi dapat dihitung dengan tepat menggunakan ketentuan percepatan maksimum

**Konstruksi Pengujian**

Sistem yang ditinjau adalah aki yang diikat kuat di atas meja dan dihubungkan ke pembangkit getaran (*shaker*). Pola getaran pada kedua pengujian itu adalah getaran dengan frekuensi tunggal. Getaran dibangkitkan oleh pembangkit getaran dengan mekanisme dorongan udara. Pembangkit getaran dikendalikan oleh

komputer dengan menggunakan sensor getaran sebagai balikan dan pengendali percepatan. Arah gerak pembangkit getaran adalah vertikal.

Konstruksi mesin vibrasi adalah sebagai kendala (*constraint*) bagi gerak yang dibangkitkannya terhadap aki dan meja sampel uji. Selama pengujian, tidak ada perubahan massa secara signifikan kecuali apabila aki pecah dan cairan elektrolit tumpah akibat getaran. Dari kondisi tersebut, sistem gerak dapat dimodelkan.

**Sistem Perhitungan Frekuensi**

Tinjau persamaan yang dibentuk dari hukum Newton II [3] :

$$F = \frac{dP}{dt} \dots\dots\dots (1)$$

dengan F adalah gaya dan P adalah momentum. Momentum (P) adalah perkalian antara massa aki dan meja (m) dan kecepatan (v).

Dengan mempertimbangkan tidak adanya perubahan massa yang signifikan, perubahan momentum terhadap waktu hanya dipengaruhi oleh kecepatan.

$$F = \frac{d(mv)}{dt} = m \frac{dv}{dt} = ma \dots\dots\dots (2)$$

Sistem dikenai gaya dari luar yang dibangkitkan oleh pembangkit getaran, yaitu :

$$F_{ext} = F_o \sin(\omega t) \dots \dots \dots (3)$$

$F_{ext}$  adalah gaya luar (*external*) yang dibangkitkan oleh pembangkit.  $F_o$  adalah gaya maksimum yang berubah (bersilasi) terhadap waktu, dan

$$\omega = 2 \pi f \dots \dots \dots (4)$$

$f$  adalah frekuensi dan  $\pi = 3,14159$ .

Jadi persamaan gerak sistem adalah :

$$\frac{dv}{dt} = \frac{F_o}{m} \sin(\omega t) \dots \dots \dots (5)$$

Melalui perhitungan sederhana, didapatkan solusi dari persamaan gerak sistem :

$$v = - \left( \frac{F_o}{m} \right) \frac{1}{\omega} \cos(\omega t) \dots \dots \dots (6)$$

$$= - \left( \frac{F_o}{m} \right) \frac{1}{\omega^2} \sin(\omega t) \dots \dots \dots (7)$$

Percepatan maksimum adalah:

$$a_{max} = \frac{F_o}{m} \dots \dots \dots (8)$$

Kecepatan maksimum adalah:

$$v_{max} = a_{max} \frac{1}{\omega} \dots \dots \dots (9)$$

Amplitudo maksimum adalah:

$$y_{max} = a_{max} \frac{1}{\omega^2} = v_{max} \frac{1}{\omega} \dots \dots \dots (10)$$

Menurut SNI 0038:2009, ketentuan percepatan maksimum adalah  $a_{max} = 29,4 \text{ m/detik}^2$ .

Amplitudo maksimum dari puncak ke puncak yang dapat digunakan adalah antara 2,3 mm sampai 2,5 mm. Bila kita gunakan amplitudo maksimum dari puncak ke puncak 2,5 mm dan persamaan 10, maka frekuensi getaran yang sesuai adalah

$$f = 24,42 \text{ Hz} \dots \dots \dots (11).$$

**Pelaksanaan percobaan**

Telah dilaksanakan pengujian aki kendaraan bermotor roda empat pada tanggal 23 September 2010 menggunakan frekuensi yang didapat dari perhitungan yang telah dilakukan berdasarkan SNI 0038:2009. Dalam pengaturan (*setting*) mesin vibrasi, terdapat isian *schedule* dan *profile* yang harus ditentukan [4]. Pola gerakan adalah hanya menggunakan frekuensi tunggal sehingga pengaturan *schedule* adalah bertipe *dwell-at*, yaitu pada frekuensi 24,42 Hz. Pada saat mesin dioperasikan, amplitudo maksimum yang dihasilkan adalah 23,38 mm, masih masuk dalam ketentuan amplitudo maksimum antara 2,3 mm sampai 2,5 mm.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Beberapa data hasil perhitungan dan percobaan dapat dilihat pada Tabel 2 yang berbasiskan percepatan maksimum yang dipersyaratkan yaitu 29,4 m/detik<sup>2</sup>

Tabel 2. Hasil perhitungan persamaan 10 dan data percobaan uji getar

Amplitudo maksimum (mm) dari puncak ke puncak	Frekuensi (Hz) dari perhitungan persamaan 10	Frekuensi (Hz) yang terukur dari percobaan	Percepatan maksimum yang terukur (m/detik <sup>2</sup> ) dari percobaan
2,30	25,46	25,4599	29,4269
2,35	25,12	25,1879	29,4299
2,40	24,92	24,9239	29,4431
2,45	24,66	24,6679	29,4434
2,50	24,42	24,4200	29,4316

Dengan frekuensi yang dihitung menggunakan persamaan 10 pada amplitudo maksimum dari puncak ke puncak yang bersesuaian, percepatan maksimum mendekati persyaratan standar, yaitu 29,4 m/detik<sup>2</sup> dengan penyimpangan maksimum 0,1 %.

Sebaiknya, *profile* diatur membatasi hanya untuk mengendalikan gerakan dengan frekuensi tunggal. Pada tabel 2 dan untuk nilai *peak* dapat di pilih salah satu di antara tiga besaran gerak berikut :

percepatan maksimum (*maximum acceleration*), kecepatan maksimum (*maximum velocity*) atau perpindahan maksimum (*maximum displacement*). Pilihan ini dimungkinkan karena ketiga besaran itu saling terkait bila frekuensi telah ditentukan. Hal ini dapat dilihat dari persamaan 10. Dengan pengaturan ini, mesin vibrasi akan beroperasi sesuai ketentuan SNI 0038:2009.

## KESIMPULAN

Pengujian sesuai SNI 0038:2009 telah dapat dilakukan berdasarkan masukan yang dihitung melalui pemodelan ini. Hasil percobaan menggunakan data balikan (feedback) dari mesin vibrasi yang telah dibandingkan pada Tabel 2 menunjukkan kesesuaian dengan perhitungan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Apit Rusyana dan Bapak Cahya Priadi atas kerjasama dalam penulisan ini sehingga kegiatan pemecahan masalah (*problem-solving*) pada taraf operasional pengujian dapat bermanfaat dan memperlancar tugas-tugas pengujian di laboratorium

## DAFTAR PUSTAKA

1. SNI 09-0038-1999. 1999. Aki untuk kendaraan bermotor roda empat atau lebih. Badan Standardisasi Nasional (BSN), Republik Indonesia.
2. SNI 0038:2009. 2009. Aki untuk kendaraan bermotor roda empat atau lebih. Badan Standardisasi Nasional (BSN), Republik Indonesia.
3. Jorge V. J., Eugene J. Saletan. 1998. Classical Dynamics: A Contemporary Approach. Cambridge University Press. United Kingdom.
4. Vibration Control System: User Manual. 2008. Vibration Source Technology Co., LTD.Taiwan.