Studi Eksperimental Pengaruh Panjang Penyangga Magnet pada Getaran Batang dengan *Eddy Current Tuned Mass Damper*

Rizal Efendi[1], Ardi Noerpamoengkas[2], Hasan Syafik Maulana[3]
[1,2,3]Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Email: [1]rizalefendi16175@gmail.com

Abstract

Vibrations with excessive amplitude are destructive and need to be reduced. In this study, the main cantilever rod was excited so that it vibrated. One of the vibration absorbing techniques applied is Eddy Current Tuned Mass Damper (ECTMD). Additional cantilever rod is provided to support magnet with varying lengths of 100 mm, 150 mm, 200 mm. Eddy current is generated by adding a copper plate to the main cantilever rod. The maximum transient response and steady response amplitude values are obtained. The cantilever rod supporting the magnet is getting longer, causing the maximum transitional response to be smaller and the amplitude of the steady response to be smaller. As a result, the decrease in response compared without ECTMD also increases and the transmissibility decreases.

Keywords: *Cantilever beam, Eddy current, Magnet, Tuned mass damper, Vibration absorber.*

Abstrak

Getaran dengan amplitudo berlebih bersifat destruktif dan perlu direduksi. Pada penelitian ini, batang kantilever utama dieksitasi sehingga bergetar. Salah satu teknik peredam getaran yang diaplikasikan adalah dengan menggunakan *Eddy Current Tuned Mass Damper* (ECTMD). Batang kantilever tambahan diberikan untuk menyangga magnet dengan variasi panjang 100 mm, 150 mm, 200 mm. Arus Eddy ditimbulkan dengan menambah pelat tembaga di batang kantilever utama. Respon peralihan maksimal dan amplitudo respon tunak diperoleh. Batang kantilever penyangga magnet ini semakin panjang menyebabkan respon peralihan maksimal semakin kecil dan amplitudo respon tunak semakin kecil. Akibatnya, penurunan respon dibandingkan tanpa ECTMD juga semakin naik dan transmissibilitas semakin turun.

Kata kunci: Arus Eddy, Batang kantilever, Magnet, Peredam getaran, *Tuned mass damper*.

1. Pendahuluan

Getaran merupakan fenomena yang sangat umum pada suatu struktur dan mesin. Getaran dapat disebabkan karena adanya kontak dari suatu part dengan part yang lainnya maupun ketidak seimbangan poros ketika berputar. Jika suatu getaran tersebut semakin meningkat maka hal tersebut akan merusak dan menurunkan performa dari mesin itu sendiri. Oleh karena itu para peneliti membuat system peredaman suatu getaran yang dinamakan *Dynamic Vibration Absorber* (DVA) sistem. Seperti namanya DVA system ini adalah sebuah system yang digunakan untuk mengurangi atau menghilangkan suatu getaran dari suatu system kerja yang tereksitasi secara harmonis [1].

DVA system ini memiliki banyak sekali strukur dan jenisnya, salah satunya adalah *Eddy Current Tuned Mass Damper* (ECTMD). Yang mana pada struktur tersebut menggabungkan sistem *Eddy Current Damper* (ECD) dengan *Tuned Mass Damper* (TMD). Dari penggabungan kedua system tersebut diketahui bahwa ukuran celah antara magnet dengan konduktor menjadi parameter yang penting untuk menentukan rasio redaman [2], [3]. Pada penelitian yang lain, ECTMD mampu digunakan untuk meredam pengaruh perpindahan maksimum yang disebabkan oleh adanya gelombang seismic pada sebuah struktur [4]–[6].

Junda Chen menggunakan variasi batang kantiliver horizontal dan menggunakan magnet dan pelat tembaga [7]. Hasil dari penelitian Junda Chen menerangkan bahwa parameter paling efisien terdapat di Model variasi batang kantiliver datar. Model satu dan dua batang kantiliver tegak dan datar

ISSN : 2721-1878
DOI : 10.31284/j.jtm.2021.v2i1.1518

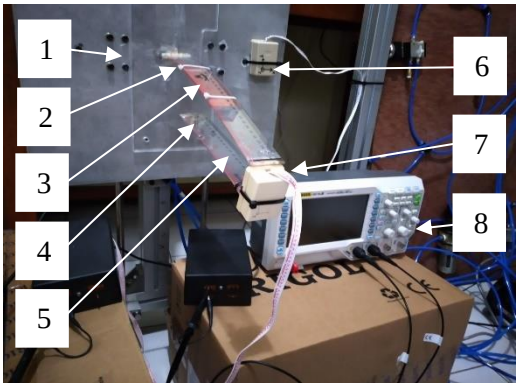
dapat akselerasi dihasilkan dari getaran yang diinduksi angin berkurang 45-60%. Kemudian variasi tersebut merupakan variasi terbaik yang mampu mengurangi getaran pada sistem. Pada model variasi batang kantiliver datar merupakan pilihan terbaik dimana jarak magnet terhadap pelat tidak terlalu berdekatan dapat disesuaikan untuk mengurangi efek nonlinear.

Pada jurnal Jae-Sung Bae, getaran di reduksi pada sistem batang kantiliver horizontal dengan *Dynamic Vibration Absorber* menggunakan peredam eddy *current* [2]. Pelat yang digunakan pada jurnal ini adalah pelat tembaga. Fokus dari jurnal ini adalah dari kebiasaan dinamis dari sistem peredam Eddy *current* dibawah pengaruh DVA untuk mengurangi gerakan naik-turun magnet dari batang kantiliver horizontal.

Pada penelitian Ankur Saxena, kinerja optimal struktur balok diperlukan getaran sistem harus ditekan dengan cepat yang dapat dicapai dengan menggunakan peredam arus Eddy [8]. fungsi itu melalui arus eddy yang dihasilkan dalam bahan konduktif yang mengalami waktu yang bervariasi fluks magnet. Peredam arus Eddy telah dirancang dan dimodelkan menunjukkan bahwa itu dapat berlaku signifikan redaman ke struktur bergetar.

Penelitian tentang variasi panjang batang kantilever dan variasi kekuatan magnet yang digunakan pada system ECTMD masih belum banyak dilakukan. Penelitian yang sudah dilakukan hanya sebatas perbandingan bentuk *beam* yang digunakan yaitu bentuk pelat dan batang [2], [3]. Oleh karena itu, dilakukan studi pengaruh variasi panjang batang kantilever penyangga magnet terhadap respon getaran batang kantilever utama dengan ECTMD secara eksperimental di penelitian ini.

2. Metode



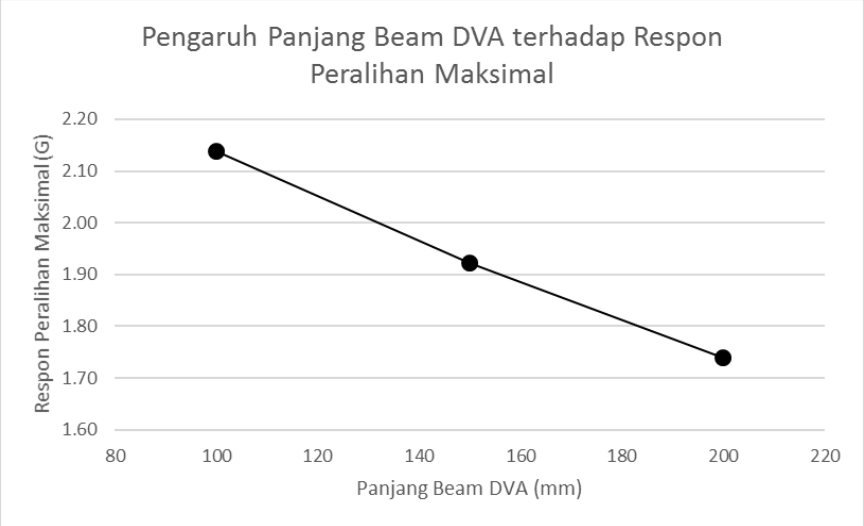
Gambar 1. Instalasi alat uji.

Pada gambar instalasi alat uji, nomor 1 adalah *exciter* atau pengganggu dengan frekuensi 2,5 Hz dan amplitudo 5 cm. Nomor 2 adalah batang kantilever utama. Nomor 3 adalah pelat tembaga. Nomor 4 adalah magnet. Nomor 5 adalah batang kantilever tambahan penyangga magnet atau *beam* DVA. Nomor 6 adalah sensor akselerometer GY-61 ADXL335 pada *exciter*. Nomor 7 adalah sensor akselerometer GY-61 ADXL335 pada batang kantilever utama. Penggunaan jenis akselerometer ini juga dilakukan oleh Ardi [9]. Massa akselerometer sebesar 22 gram. Nomor 8 adalah oscilloscope. *Beam* utama berupa batang kantilever berbahan PE panjang 300 mm dan massa 39 gram. *Beam* DVA berbahan sama dengan massa 9 gram (100 mm), 13 gram (150 mm), dan 18 gram (200 mm). Massa magnet N52 sebesar 18 gram. Jarak antara magnet dan pelat tembaga sebesar 38 mm.

Untuk mengetahui respon getaran pada massa utama yang diakibatkan adanya variasi panjang *beam* DVA, maka pengujian dilakukan dengan menggunakan batang kantilever tambahan dengan panjang 100 mm, 150 mm, dan 200 mm. Massa DVA menggunakan magnet jenis N52. Batang kantilever tambahan dan magnet tersebut selanjutnya dipasang pada sebuah batang kantilever utama yang terhubung pada sebuah *exciter* seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. *Exciter* memberi gangguan pada batang kantilever utama untuk memperoleh respon getaran transien/peralihan dan respon getaran tunak. Batang tersebut digetarkan menggunakan sistem tenaga pneumatik yang selanjutnya data respon getaran diambil menggunakan *accelerometer* untuk mendapatkan respon akselerasi, baik pada *exciter* maupun batang kantilever utama. Data yang berasal dari *accelerometer* diproses menggunakan

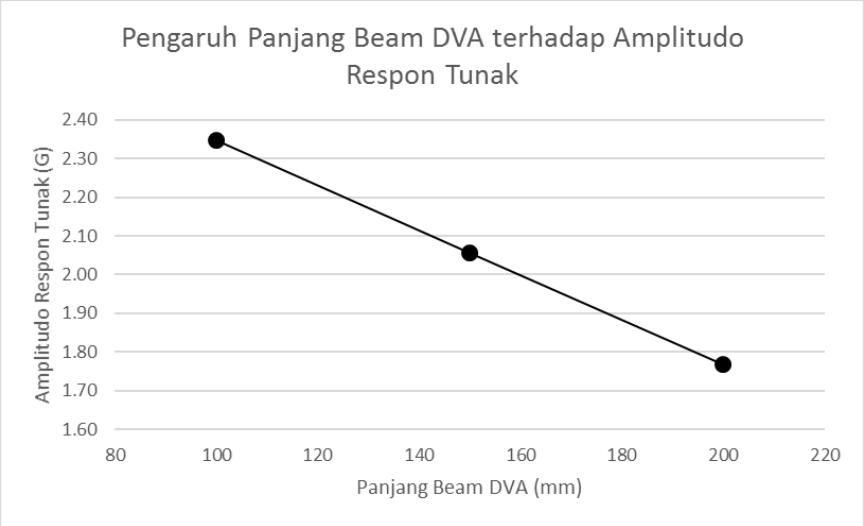
oscilloscope untuk mengetahui nilai respon getaran tersebut. Data respon diolah lagi untuk memperoleh data nilai maksimal respon peralihan, nilai amplitudo respon tunak, persentase penurunannya, dan transmisibilitas.

3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 2. Grafik pengaruh panjang beam DVA terhadap nilai respon maksimal.

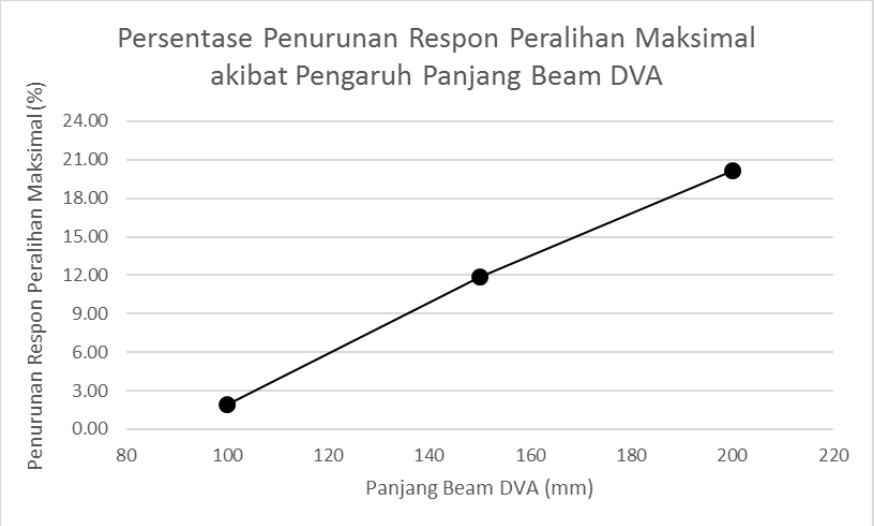
Gambar tersebut menunjukan hasil eksperimen nilai respon akselerasi maksimal akibat pengaruh panjang *beam* DVA. Pada jarak 100 mm nilai respon akselerasi maksimal sebesar 2,14 G. Pada jarak 150 mm sebesar 1,92 G. Pada jarak 200 mm sebesar 1,74 G. Panjang *beam* DVA dapat berpengaruh pada respon akselerasi maksimal dikarenakan semakin panjang *beam* DVA, semakin kecil nilai kekakuan pegas DVA, semakin besar getaran massa DVA, semakin kecil respon *beam* utama.



Gambar 3. Grafik pengaruh panjang beam DVA terhadap nilai amplitudo respon tunak.

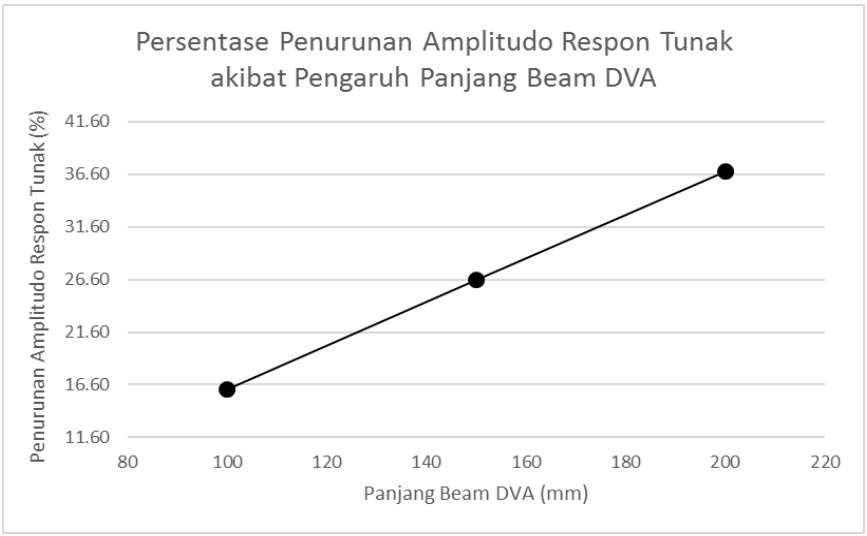
Gambar tersebut menunjukan hasil eksperimen amplitudo respon kondisi tunak akibat pengaruh panjang *beam* DVA. Pada jarak 100 mm amplitudo respon kondisi tunak sebesar 2,35 G. Pada jarak 150 mm sebesar 2,06 G. Pada jarak 200 mm sebesar 1,77 G. Panjang *beam* DVA dapat berpengaruh pada respon amplitudo dikarenakan semakin panjang *beam* DVA, semakin kecil nilai kekakuan pegas DVA,

semakin besar getaran massa DVA, semakin kecil respon *beam* utama. Secara umum, nilai-nilai tersebut lebih rendah dibandingkan tanpa menggunakan ECTMD yang sebesar 2.80 G.



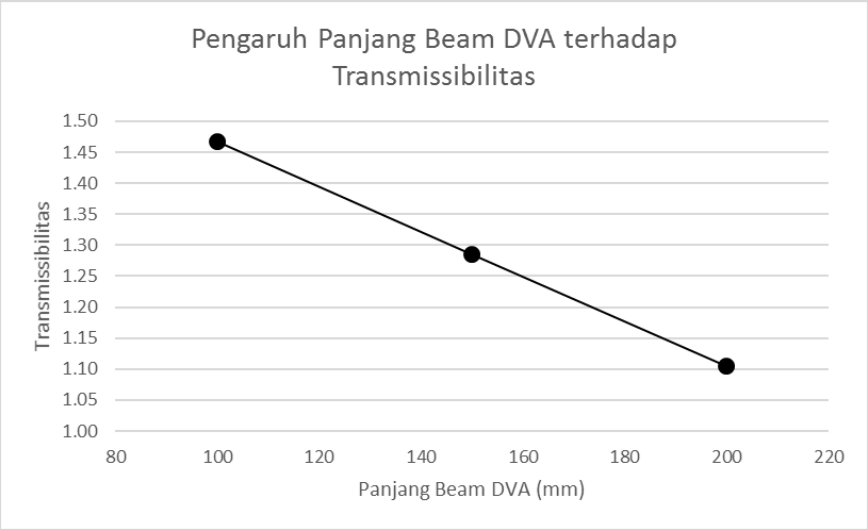
Gambar 4. Persentase penurunan respon peralihan maksimal.

Secara umum, nilai-nilai respon peralihan maksimal lebih rendah dibandingkan pada kondisi tanpa menggunakan ECTMD. Nilai respon tanpa ECTMD sebesar 2.18 G. Sehingga terjadi kenaikan persentase penurunan nilai respon peralihan maksimal. Pada panjang *beam* DVA 100 mm, penurunan sebesar 1,88 %. Pada panjang *beam* DVA 150 mm sebesar 11,86 %. Pada panjang *beam* DVA 200 mm sebesar 20,18 %.



Gambar 5. Persentase penurunan amplitudo respon tunak.

Nilai-nilai amplitudo respon tunak juga lebih rendah dibandingkan pada kondisi tanpa menggunakan ECTMD. Nilai respon tanpa ECTMD sebesar 2.80 G. Sehingga terjadi kenaikan persentase penurunan nilai amplitudo respon tunak. Pada panjang *beam* DVA 100 mm, penurunan sebesar 16,16 %. Pada panjang *beam* DVA 150 mm sebesar 26,52 %. Pada panjang *beam* DVA 200 mm sebesar 36,88 %.



Gambar 6. Pengaruh panjang beam DVA terhadap transmissibilitas.

Transmisibilitas getaran dari *exciter* ke ujung batang kantilever utama menurun dengan *beam* DVA yang semakin panjang. Pada panjang 100 mm, transmissibilitas sebesar 1,47. Pada panjang 150 mm sebesar 1,29. Pada panjang 200 mm sebesar 1,10. Adapun nilai amplitudo getaran pada *exciter* sebesar 1,60 G sebagai acuan transmissibilitas.

Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan meninjau karakteristik sistem. Dalam penelitian ini, penerapan variasi panjang batang kantilever DVA memberikan sistem getaran yang berbeda dengan frekuensi eksitasi yang sama. Karakteristik sistem ini dapat diketahui dengan meninjau pengaruh frekuensi eksitasi terhadap amplitudo respon sistem.

4. Kesimpulan

Semakin panjang batang kantilever tambahan maka semakin turun nilai maksimal respon batang kantilever utama. Selain itu, juga semakin turun nilai amplitudo respon kondisi tunaknya. Panjang batang kantilever ini merepresentasikan besarnya nilai kekakuan. Penambahan ECTMD ini menurunkan respon getaran secara umum, baik pada nilai respon peralihan maksimal maupun nilai amplitudo respon tunak. Hal ini ditunjukkan dari kenaikan persentase penurunannya. Selain itu, kemampunan mentransmisikan getarannya juga semakin menurun.

Referensi

[1] Z.-D. Xu, Y.-Q. Guo, J.-T. Zhu, and F.-H. Xu, *Intelligent Vibration Control in Civil Engineering Structures*. Academic Press, 2016.

[2] J.-S. Bae, J.-S. Park, J.-H. Hwang, J.-H. Roh, B.-d. Pyeon, and J.-H. Kim, "Vibration suppression of a cantilever plate using magnetically multimode tuned mass dampers," *Shock and vibration*, vol. 2018, 2018.

[3] J.-S. Bae, J.-H. Hwang, J.-H. Roh, J.-H. Kim, M.-S. Yi, and J. H. Lim, "Vibration suppression of a cantilever beam using magnetically tuned-mass-damper," *Journal of Sound and Vibration*, vol. 331, no. 26, pp. 5669-5684, 2012.

[4] S. Liu, Z. Lu, P. Li, S. Ding, and F. Wan, "Shaking table test and numerical simulation of eddy-current tuned mass damper for structural seismic control considering soil-structure interaction," *Engineering Structures*, vol. 212, p. 110531, 2020.

[5] Z. Lu, B. Huang, Q. Zhang, and X. Lu, "Experimental and analytical study on vibration control effects of eddy-current tuned mass dampers under seismic excitations," *Journal of Sound and Vibration*, vol. 421, pp. 153-165, 2018.

[6] D. Saige, J. Engelhardt, and S. Katz, "Application of eddy current damper technology for passive tuned mass damper systems within footbridges," *Procedia engineering*, vol. 199, pp. 1804-1809, 2017.
[7] J. Chen, G. Lu, Y. Li, T. Wang, W. Wang, and G. Song, "Experimental study on robustness of an eddy current-tuned mass damper," *Applied Sciences*, vol. 7, no. 9, p. 895, 2017.
[8] A. Saxena and R. K. Patel, "Vibration control of cantilever beam using Eddy Current Damper," *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJESIT) Volume*, vol. 2, 2013.
[9] A. Noerpamoengkas, M. Ulum, and N. Mahfoudz, "Studi Eksperimental Pengaruh Posisi dan Kedalaman Takikan U Terhadap Frekuensi Natural dan Respon Getaran pada Batang Kantilever Menggantung," in *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 2019, vol. 1, no. 1, pp. 367-372.