

Perbaikan Kualitas Getaran Traktor Tangan QUICK G1000 Dengan Memakai Isolator Getaran Pada Sambungan.

Oleh :

Teguh Pudji Purwanto^{*)} dan Eka Apfreda Kurniadi^{**)}

^{*)} Laboratorium Akustik dan Getaran Mekanik, T.Mesin FT-UGM

^{**)} Mahasiswa S1 Teknik Mesin FT-UGM

Abstrak

Traktor tangan merk Quick type G1000 merupakan salah satu traktor produksi PT. Karya Hidup Sentosa yang mempunyai pasar cukup besar di Indonesia. PT. Karya Hidup Sentosa merupakan satu dari sedikit industri di Yogyakarta yang eksis dalam skala nasional dalam memproduksi bermacam type traktor bermerk Quick. Salah satu kelemahan dari traktor tangan tipe ini yaitu pada masih tingginya getaran pada *handle*. Berdasar pengukuran diketahui tingkat getaran pada *handle* sebesar 30 m/s^2 , padahal menurut standard ISO 5349 (1986) untuk kerja 8 jam level getaran yang diijinkan sebesar $2,5 \text{ m/s}^2$ rms sebagai EAV (Exposure Action Value) atau 5 m/s^2 rms sebagai ELV (Exposure Limit Value).

Untuk mengurangi level getaran yang terjadi pada pegangan, diusahakan transmisi getaran dari sumber getaran ke body traktor dikurangi dengan memakai isolator getaran. Isolator getaran ini dipasang antara badan lengan bawah dan lengan atas. Diteliti beberapa bahan isolator yang mempunyai elastisitas berbeda, dengan beberapa dimensi isolator. Yang dicari adalah kombinasi dari bahan dan dimensi yang akan menghasilkan transmisi getaran terkecil.

Dari hasil pengujian, didapatkan karakteristik getaran yang berbeda untuk setiap putaran sumber getaran yang berbeda. Dari maksud penelitian untuk mereduksi getaran pada putaran kerja (2000 rpm) maka dapat dianalisis variasi ketebalan isolator yang memberikan redaman terbaik yaitu 6 mm. Berdasarkan elastisitas bahan karet jenis II menghasilkan rasio transmisi yang terkecil, namun dari pengujian harga modulus elastisitas dari karet II berada diantara harga modulus elastisitas karet I dan karet III, hal tersebut menunjukkan bahwa setiap bahan dengan karakteristik elastisitas tertentu membutuhkan dimensi tertentu pula untuk dapat berfungsi secara optimal sebagai isolator getaran.

Keywords : Getaran traktor, transmissibility ratio, isolator getaran

1. Pendahuluan

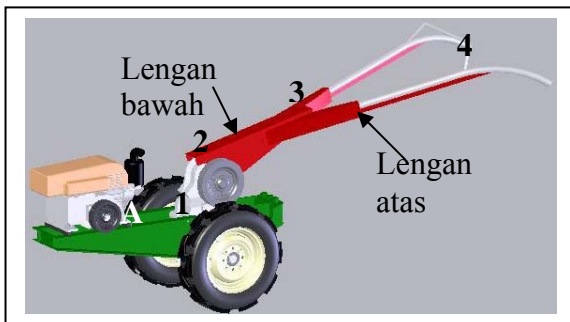
Kebutuhan akan traktor tangan pada bidang pertanian di Indonesia telah menjadi sesuatu yang umum dewasa ini. Meningkatnya kebutuhan ini pada akhirnya juga menuntut peningkatan kualitas suatu produk itu sendiri agar tetap mampu bertahan di pasaran. Traktor tangan merk Quick type G1000 merupakan salah satu contoh tersebut. Traktor ini diproduksi oleh PT. Karya Hidup Sentosa, satu dari sedikit industri di Yogyakarta yang eksis dalam skala nasional dalam memproduksi bermacam type traktor bermerk Quick.

Salah satu kelemahan dari traktor tangan tipe ini yaitu pada masih tingginya getaran pada *handle*. Berdasar pengukuran diketahui tingkat getaran pada *handle* sebesar

30 m/s², padahal menurut standard ISO 5349 (1986) untuk kerja 8 jam level getaran yang diijinkan sebesar 2,5 m/s² rms sebagai EAV (Exposure Action Value) atau 5 m/s² rms sebagai ELV (Exposure Limit Value).

Jika level getaran yang diterima seseorang mencapai 2,5 m/s², disarankan untuk mengurangi waktu paparan dengan batasan maksimalnya tidak boleh lebih dari 5 m/s², karena kondisi tersebut dapat mengakibatkan berbagai gangguan kesehatan seperti sindrom getaran dengan gejala sakit pada otot, lengan dan bahu. Bahkan beberapa penelitian percaya gejala-gejala sakit kepala, iritasi, depresi, dan susah tidur sebagai akibat dari sindrom getaran ini. Selain itu juga dapat menimbulkan sindrom *dead finger* atau *white finger* yaitu akibat tidak lancarnya suplai darah ke tangan disebabkan penggunaan alat yang bergetar dalam waktu lama. Gangguan yang lain yaitu yang dikenal dengan *Charpal Tunnel Syndrome (CTS)* yang diakibatkan oleh meningkatnya tekanan pada salah satu urat saraf yang melewati telapak tangan dan diteruskan pada pergelangan.

Dari permasalahan tersebut, dilakukan suatu studi eksperimental untuk mendapatkan cara mengurangi level getaran yang tinggi dengan instalasi isolator getaran pada struktur lengan traktor. Isolator yang digunakan adalah isolator berupa karet dengan variasi ketebalan dan variasi elastisitas yang dipasangkan pada sambungan antara lengan bawah dan lengan atas (lihat gambar 1).



Gambar 1. Traktor Tangan Quick G1000

2. Landasan Teori

Secara struktur, traktor dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian bodi yang terdiri dari mesin beserta dudukannya, kotak transmisi dan bagian lengan yang terdiri dari lengan bawah dan lengan atas sebagai pengendali traktor.

Untuk mempelajari karakteristik dinamik traktor ini yang terkait dengan kondisi operasionalnya, traktor diasumsikan sebagai konstruksi cantilever yang mengalami eksitasi pada tumpuannya.

Persamaan getaran untuk mengungkapkan model seperti ini adalah:

$$-\frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$$

dengan $c = \sqrt{\frac{EI}{\rho A}}$

Frekuensi alaminya dapat dihitung dengan persamaan:

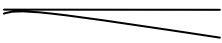
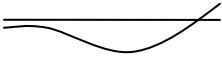

$$\omega = (k/l)^2 \sqrt{\frac{EI}{\rho A}}$$

dengan persamaan untuk k adalah:

$$1 + \cosh kl \cos kl = 0$$

sehingga untuk batang cantilever diperoleh harga kl dan pola getar sebagai berikut (Tabel 1):

Tabel 1. Pola getar Fixed end

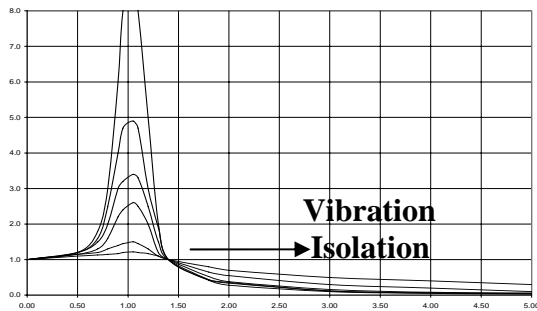
Natural Mode	kl	(kl) ²
	1.875	3.52
	4.694	22.03
	7.855	61.70

Sumber getaran pada pegangan traktor berasal dari mesin penggeraknya yang didominasi oleh gerakan *unbalance* poros mesin yang memiliki daerah kerja antara 1000 rpm – 2000 rpm atau dikonversi dalam frekuensi getaran sebesar 16,7 Hz – 33,3 Hz.

Metode isolasi getaran pada dasarnya adalah penyisipan bahan yang mempunyai sifat elastis (isolator) antara masa yang bergetar dengan sumber getarannya sehingga penurunan respon dinamis dari sistem tercapai pada kondisi spesifik dari eksitasi getarannya. Isolator mengandung unsur pegas dan redaman gaya (damping).

Pada penelitian ini digunakan isolator berupa karet dengan beberapa variasi ketebalan yang dipasangkan pada sambungan antara lengan bawah dengan lengan atas sehingga mengurangi rasio transmisibilitas (TR) dari sumber getaran (mesin penggerak) ke pegangan traktor. Secara teoritis, hubungan antara TR dengan frekuensi ratio dan faktor redaman ζ adalah sebagai berikut. TR akan lebih kecil dari 1 jika frekuensi rasionya $> 1,41$.

$$TR = \frac{\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right]^2 + \left[2\zeta \frac{\omega}{\omega_n}\right]^2}}$$



Gambar 2. Kurva Transmisibilitas

Dengan pemasangan vibration isolator ini, maka hubungan yang semula kaku menjadi setengah kaku (dari fixed end menjadi semi rigid), sehingga karakter getarannya mendekati ke konstruksi cantilever dengan sendi.

Untuk konstruksi cantilever memakai sendi, perhitungan kl dengan memakai rumus :

$$(kl)^2(\tan kl - \tanh kl) = 0$$

dengan demikian diperoleh harga kl dan pola getar sebagai berikut (Tabel 2):

Tabel 2. Pola getar free end

Natural Mode	kl	(kl) ²
	0	0
	3,927	15,42
	7,069	50,6

3. Metodologi Penelitian

a. bahan yang digunakan

- rubber sheet dengan 3 variasi elastisitas
- rubber sheet dengan diameter 4 cm, tiga variasi ketebala (3 mm, 6 mm, 9 mm)

b. alat yang digunakan

alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

- vibration shaker
- Signal generator
- Power Amplifier
- Accelerometer
- Charge Amplifier
- Recorder
- Frecuency analyzer

c. langkah penelitian

*** persiapan**

mesin penggerak dilepas dari bodi mesin dan digantikan dengan vibration shaker (Liht gambar 3)



Gambar 3. Pemasangan Shaker

*** Pengukuran level getaran**

(Lihat gambar 1)

- Satu sensor diletakkan tetap pada vibration shaker untuk mengukur level getarannya sebagai titik acuannya (titik A)
- Satu sensor lainnya berpindah untuk mengukur level getaran pada beberapa titik uji, yaitu:
 - titik 1 : pada daerah antara bodi dengan gearboks
 - titik 2 : pada daerah antara gearboks dengan lengan bawah
 - titik 3 : pada sambungan antara lengan bawah dengan lengan atas
 - titik 4 : pada daerah sekitar pegangan
- Output dari kedua sensor diperkuat dengan ampliflier sebelum direkam dalam recorder.
- Pengujian dilakukan dengan tiga variasi putaran 1000 rpm (16,7 Hz), 1500 rpm (25 Hz), dan 2000 rpm (33,3 Hz).

- Hasil rekaman dianalisa dengan frequency analyzer dan diambil tiga buah data pada setiap konfigurasi pengukuran.
- * **penentuan frekuensi alami**
frekuensi alami diukur dengan mencari frekuensi exciter yang menimbulkan resonansi diketahui dari lonjakan nilai level getaran pada daerah sekitar pegangan.
- * **pengujian elastisitas rubber sheet**
Rubber sheet diuji dengan pengujian tekan untuk menentukan modulus elastisitasnya. Dengan dimensi rubber sheet dan gaya penekanan yang diketahui dapat ditentukan modulus elastisitasnya dengan memakai hukum Hooke ($E = \sigma/\epsilon$).
- * **Kesulitan yang timbul selama penelitian:**
 - Pertama adalah untuk mendapatkan jenis rubber sheet yang memenuhi syarat, dikarenakan di pasaran tidak tersedia rubber sheet dengan spesifikasi tertentu sehingga bahan uji menjadi terbatas.
 - Untuk mempelajari karakteristik getaran menggunakan sumber mesin penggerak sulit dilakukan karena sangat tidak stabilnya getaran mesin sehingga tidak dapat digunakan sebagai acuan, untuk itu mesin penggerak digantikan dengan vibration shaker sehingga sumber getaran dapat dikontrol.
 - Penentuan frekuensi alami harus memperhatikan dengan teliti resonansi pada struktur lengan karena struktur traktor yang kompleks menimbulkan banyaknya noise yang mempengaruhi getaran pada lengan traktor.

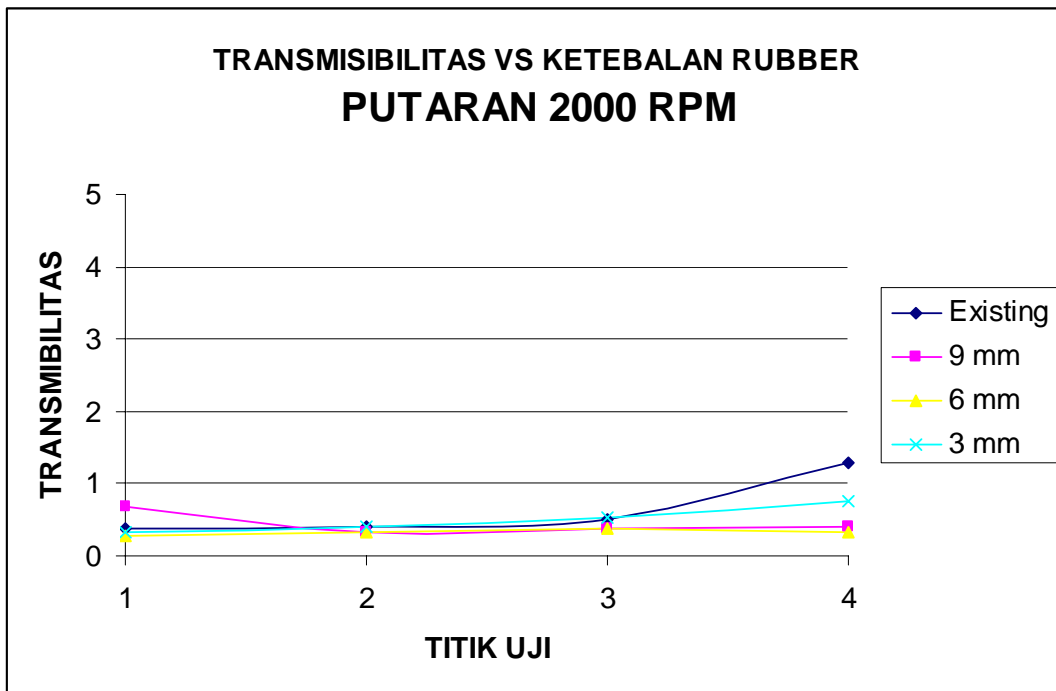
4. Hasil dan Pembahasan

Data hasil pengujian dikonversi dalam m/s^2 dengan rumus:

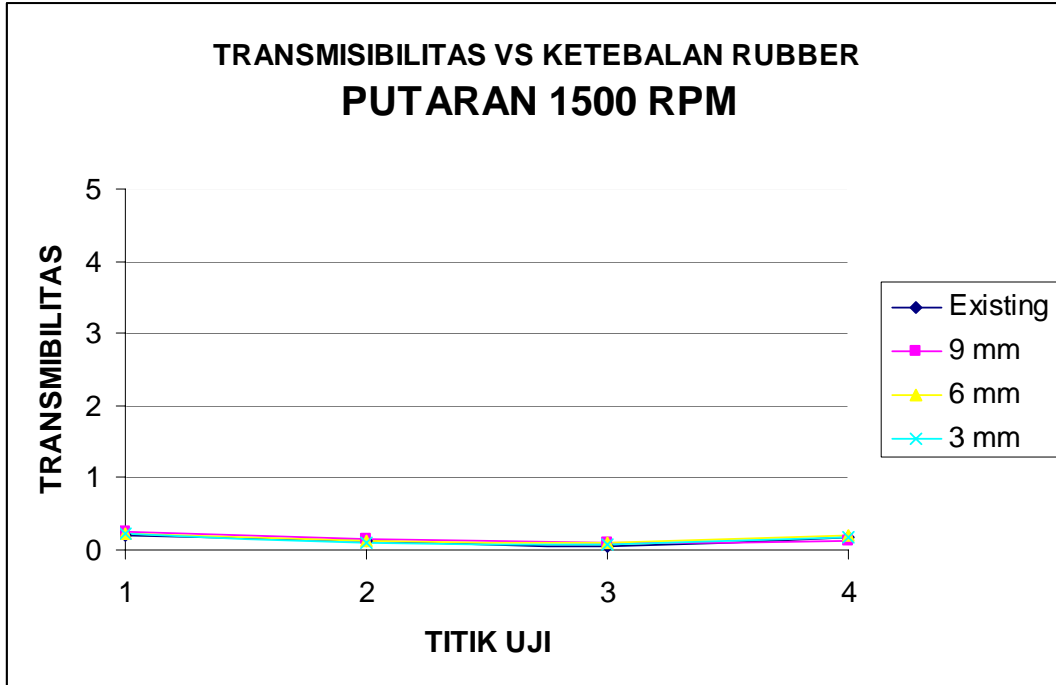
$$20 \log \frac{a}{a_{ref}} = \text{dB}$$

dengan $a_{ref} = 10^{-6} m/s^2$, kemudian dibuat grafik Transmisibilitas dengan titik A sebagai titik acuannya. Hasil pengukuran untuk variasi ketebalan dapat dilihat pada Gambar 4 – 6, untuk variasi jenis karet dapat dilihat pada Gambar 7 – 9.

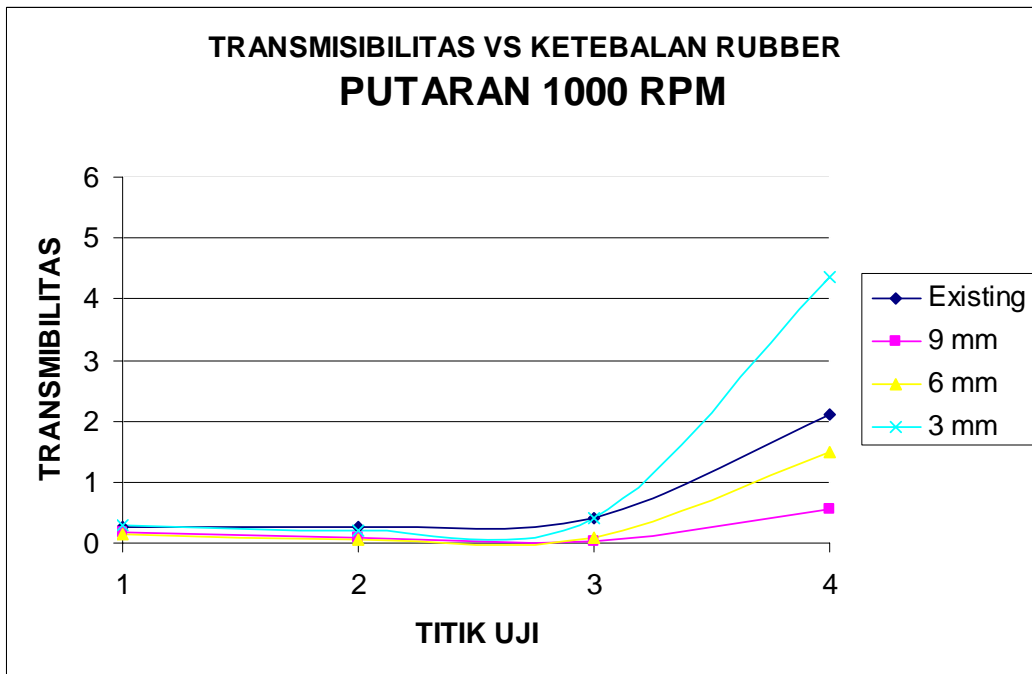
a. Berdasar variasi ketebalan



Gambar 4. Transmisibilitas vs Tebal isolator pada putaran 2000 rpm

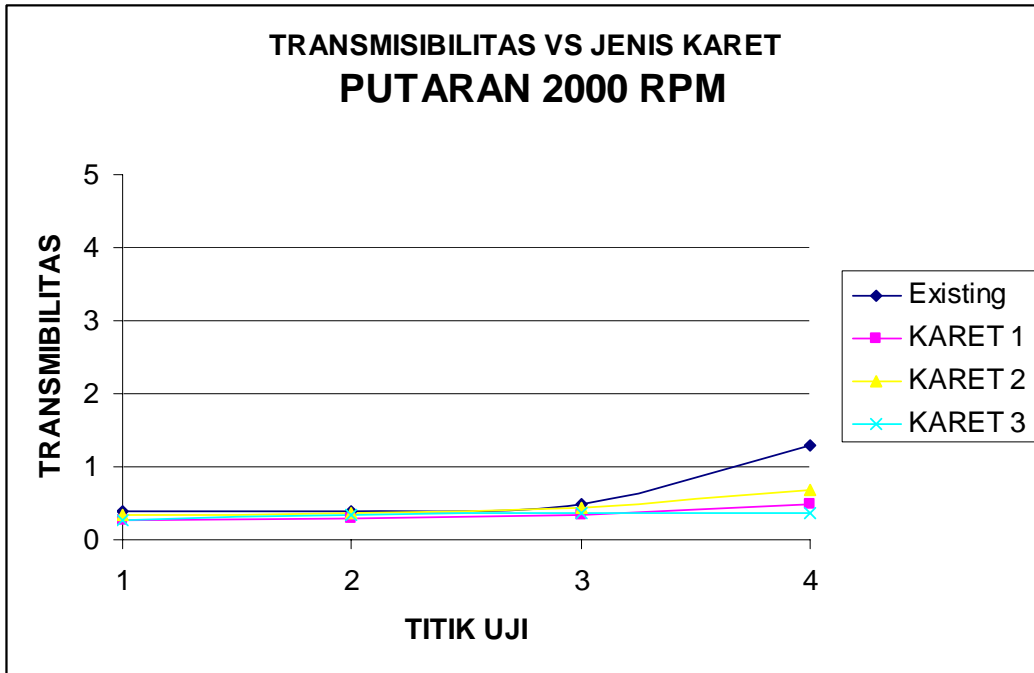


Gambar 5. Transmibilitas vs Tebal isolator pada putaran 1500 rpm

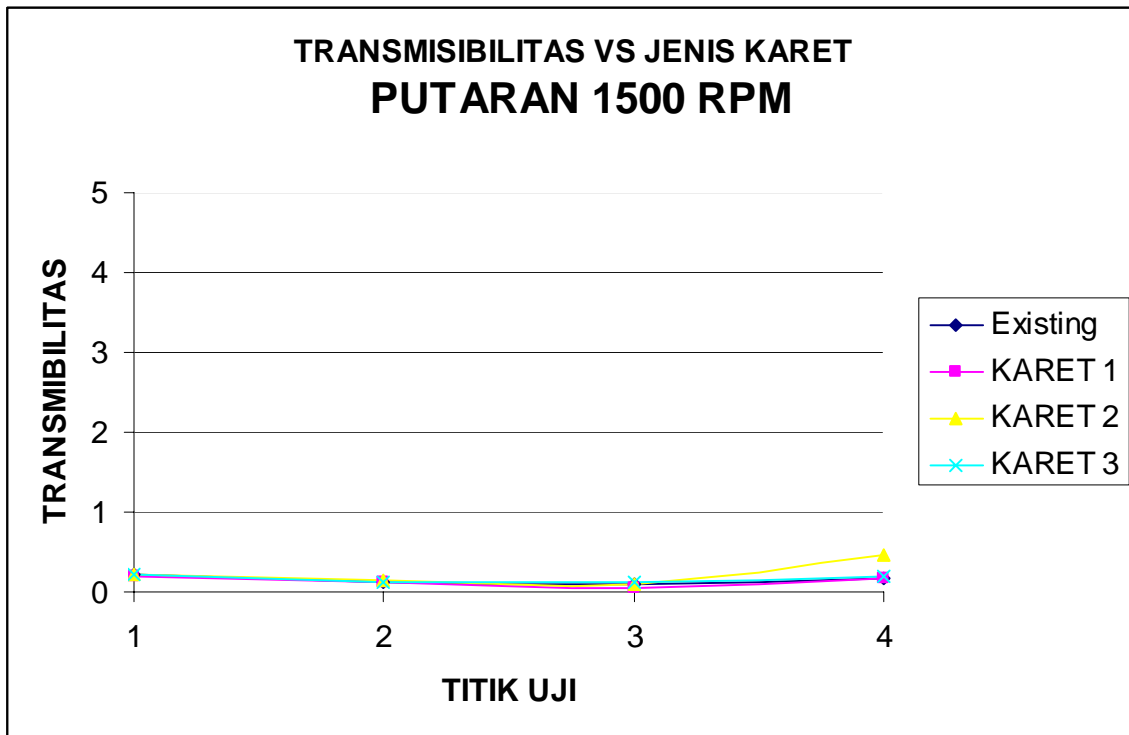


Gambar 6. Transmibilitas vs Tebal isolator pada putaran 100 rpm

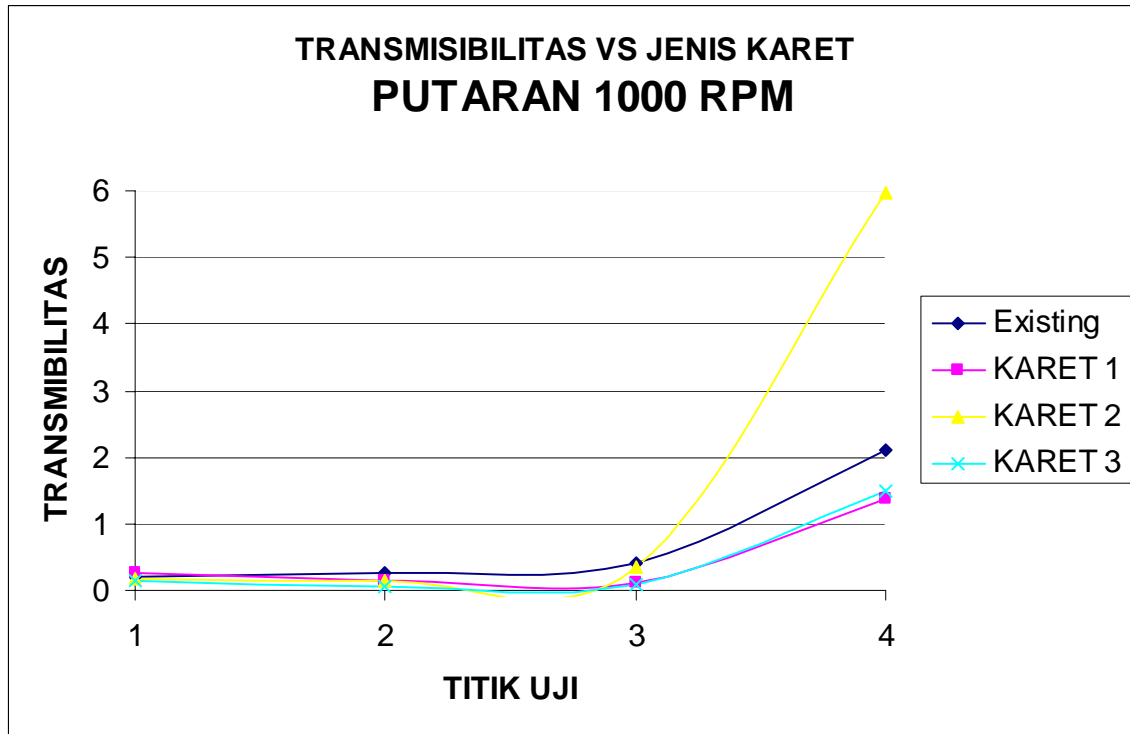
b. Berdasar elastisitas bahan



Gambar 7. Transmibilitas vs Jenis Karet pada putaran 2000 rpm



Gambar 8. Transmibilitas vs Jenis Karet pada putaran 1500 rpm



Gambar 9. Transmibilitas vs Jenis Karet pada putaran 1000 rpm

Dari hasil pengujian, didapatkan karakteristik getaran yang berbeda untuk setiap putaran sumber getaran yang berbeda. Dari maksud penelitian untuk mereduksi getaran pada putaran kerja (2000 rpm) maka dapat dianalisis variasi ketebalan isolator yang memberikan redaman terbaik yaitu 6 mm. Hal ini disebabkan untuk diameter yang sama, dengan ketebalan yang lebih kecil (3 mm) elastisitas bahan kurang berfungsi dengan baik atau getaran lebih banyak ditransmisikan melewati baut sambungan sehingga level getarannya hampir sama dengan kondisi existingnya atau kondisi tanpa isolator, sedangkan untuk ketebalan isolator yang terlalu besar (9 mm) juga menghasilkan level getaran yang masih besar dikarenakan faktor elastisitas dari isolator lebih berperan daripada faktor redamannya. Berdasarkan elastisitas bahan karet jenis II menghasilkan rasio transmisi yang terkecil, namun dari pengujian harga modulus elastisitas dari karet II berada diantara harga modulus elastisitas karet I dan karet III, hal tersebut menunjukkan bahwa setiap bahan dengan karakteristik elastisitas tertentu membutuhkan dimensi tertentu pula untuk dapat berfungsi secara optimal sebagai isolator getaran.

5. Kesimpulan

Eksperimen yang telah dilakukan memberikan suatu kesimpulan bahwa suatu vibration isolator akan dapat berfungsi meredam getaran secara optimal jika sesuai antara karakteristik bahannya dengan dimensinya sesuai dengan sistem yang akan diisolasi getarannya. Pada sistem struktur traktor tangan yang telah diteliti didapatkan isolator dengan modulus elastisitas sebesar 14,98 N/m berfungsi meredam getaran secara optimal pada ketebalan sekitar 6 mm dengan diameter 4 cm.

6. Saran

Untuk penelitian selanjutnya jika memungkinkan sebaiknya bahan yang digunakan sebagai vibration isolator telah ditentukan karakteristiknya terlebih dahulu dengan variasi dimensi yang lebih banyak tidak hanya berdasar ketebalan tapi juga luas penampangannya.

Daftar Pustaka :

- Dimarogonas, A.D., Haddad, S., *Vibration for Engineer*, Prentice Hall International, Inc.
Griffin, M.J., *Handbook of Human Vibration*, Academic Press Harcourt Brace and Company, London
Purwanto, T.P., and Sa'ban, R., Dynamics Analysis of Walking Tractor Quick G1000 Using Software MSC-Visual Nastran, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Simulasi II, Jurusan Teknik Mesin dan Industri FT-UGM, 2006, Yogyakarta.
Rao, S., Singiresu, *Mechanical Vibration*, Addison-Wesley Publishing Company
Timoshenko, S., Young, D.H., Weaver, W. Jr., 1974, *Vibration Problem in Engineering*, John Willey and Sons