

Perbaikan Kualitas Getaran Traktor Tangan QUICK G1000 Dengan Memakai Grip Tangan Jenis Baru

Oleh :

Teguh Pudji Purwanto^{*)}, Andi Rahadian^{**)} dan Hani Kurniati Lelana^{***)}

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

^{**)} Laboratorium Ergonomi, T.Industri FT-UGM

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

Intisari

Traktor tangan G-1000 merupakan produk CV. KHS yang paling banyak digunakan petani. Namun getaran yang dihasilkan mesin dan strukturnya dirasakan petani terlalu besar, sehingga produk ini harus terus berinovasi agar dapat bersaing dengan kompetitornya. Standar ISO 5349 menetapkan bahwa untuk paparan harian selama 8 jam, amplitudo getaran harus berada di bawah standar EAV (*Exposure Action Value*) sebesar 2,5 m/s², dan tidak boleh melebihi ELV (*Exposure Limit Value*) sebesar 5 m/s². Penelitian pendahuluan yang telah dilakukan menghasilkan bahwa *frequency-weighted acceleration* kondisi existing pada *handle* adalah sebesar 14 m/s². Kondisi ini masih berada di atas ELV. Dan jika dimasukkan dalam grafik *dose relationship* 4h energy-equivalent, maka paparan getaran 4 h adalah 16,97 m/s² menyebabkan HAV terjadi pada 10% pekerja selama 1,5 tahun.

Untuk mengurangi level getaran dengan cara yang praktis dan mudah dan bahkan dapat diterapkan untuk produk yang sudah terjual kemasayarakat (*existing*), maka dilakukan perancangan *handle grip* yang bukan hanya berfungsi sebagai alat bantu untuk meningkatkan kenyamanan genggam, tapi juga berfungsi untuk meredam getaran. Pengukuran untuk mengamati sifat beberapa alternatif bahan karet dilakukan dengan menggunakan penggetar *exciter* dan 2 buah accelerometer sebagai pengukur getaran input (level getaran yang memasuki *handle*), dan pengukur getaran output (level getaran antara grip dan tangan). Dengan membandingkan nilai output dan input akan didapat TR (*Transmibility Ratio*). Semakin rendah nilai TR, semakin baik sifat peredaman material.

Pada penelitian ini dicoba beberapa konfigurasi *handle grip* dengan memakai bahan yang ada dipasaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan level getaran dari perancangan *handle grip* dapat dicapai dengan grip yang beralur di bagian dalam yang akan menghasilkan TR sebesar 0,28 dibandingkan dengan grip existing sebesar 0,346 dan kondisi tanpa *handle grip* sebesar 0,344.

Kata kunci: traktor tangan, *handle grip*, EAV, ELV, *Transmibility Ratio*, level getaran

1. Pendahuluan

CV. Karya Hidup Sentosa adalah satu dari perusahaan nasional di Indonesia yang bergerak di bidang alat dan mesin pertanian yang meluas ke bisnis industri logam dan industri lainnya. Sesuai dengan misinya menjadi superior dalam hal teknologi dan manajemen dan menciptakan mesin pertanian yang memenuhi harapan pengguna, maka CV. KHS melakukan inovasi terus menerus untuk meningkatkan kualitas produknya di

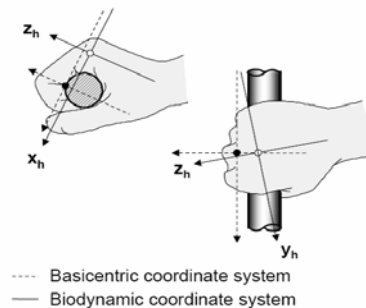
antara banyak kompetitor di era globalisasi ini. Traktor tangan Quick G- 1000 adalah salah satu produknya yang banyak digunakan petani.

Dari studi pendahuluan didapatkan bahwa getaran pada handle alat ini adalah sebesar 12 m/s^2 . Level getaran ini masih berada di atas EAV (*Exposure Action Value*) $2,5 \text{ m/s}^2$, dan ELV (*Exposure Limit Value*) 5 m/s^2 untuk paparan 8 jam/ hari menurut standar ISO 5349 (. Berbagai macam gangguan kesehatan mengancam para pengguna alat ini seperti gangguan peredaran sirkulasi darah, berkurangnya sensitivitas peraba pada jari, yang sering disebut dengan *hand- arm- vibration syndrome*.

Untuk mengurangi getaran pada traktor dapat dilakukan dengan melakukan peredaman getaran. Untuk peredaman praktis yang bisa diterapkan secara langsung pada traktor yang sudah ada, penelitian ini mencoba untuk merancang suatu handle grip yang bukan hanya berfungsi untuk meningkatkan kenyamanan genggamannya, namun juga untuk meredam getaran suatu alat, dalam hal ini traktor tangan Quick G-1000.

2. Landasan Teori

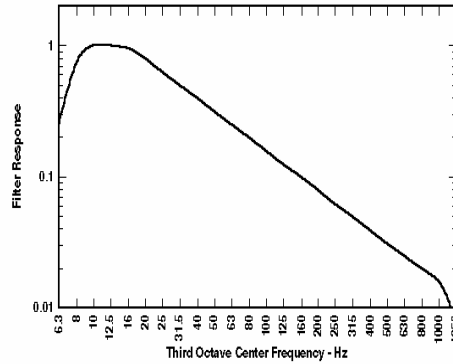
Pengukuran getaran pada tangan menggunakan *basicentric coordinate system* dengan origin permukaan handle di bawah tulang jari tengah.



Gambar 1. Sistem koordinat untuk pengukuran *Hand Arm Vibration*

Berdasarkan ISO 5349, suatu getaran harus diukur dalam 3 sumbu orthogonal dan penilaian berikutnya harus didasarkan pada nilai terbesar yang didapatkan (sumbu dominan).

Penelitian biodinamik menunjukkan bahwa respons manusia terhadap getaran bergantung pada frekuensi. Gangguan pada sistem tangan disebabkan oleh getaran yang ditransmisikan melalui tangan dengan frekuensi 6,3 sampai 1250 Hz. Untuk memperhitungkan faktor ini, maka digunakanlah *frequency- weighted acceleration* dimana percepatan yang dihasilkan dikalikan dengan bobot frekuensi tersebut bekerja.



Gambar 2. ISO Weighting Filter per ISO Standar 5349

Hubungan antara level getaran db dengan percepatan (m/s²):

$$db = 20 \log \frac{a_{measurement}}{a_{references}} \quad \text{dengan } a_{references} = 10^{-6} m/s^2 \rightarrow$$

$$db = 140, a_{measurement} = 10 m/s^2$$

$$a_{hw} = \left[\sum_{i=1}^{i=n} (k_i \cdot a_{hi})^2 \right]^{1/2}$$

$$a_{hw(eq,4)} = a_{hw} \left[\frac{t}{T_{(4)}} \right]^{1/2}$$

a_{hw} = nilai frequency- weighted acceleration.

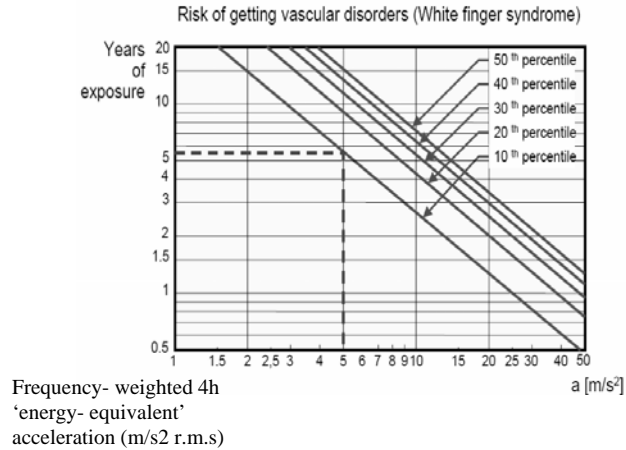
$a_{hw(eq,4h)}$ = 4 h energy- equivalent

t = waktu paparan harian

$T_{(4)}$ = 14400 s

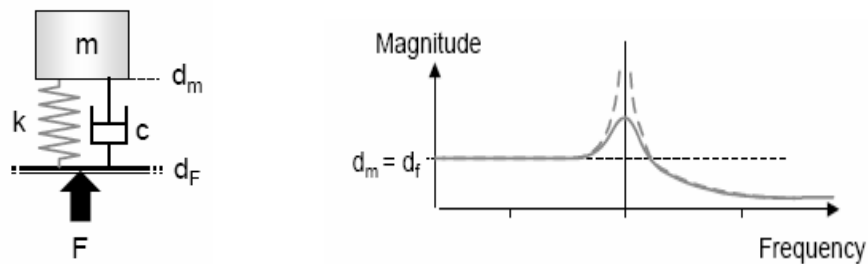
E = waktu paparan (dalam tahun) sebelum terjadi pemucatan pada jari (*finger blanching*)

$$E(\text{years}) = \frac{9.5C^{1/2}}{a_{hw(eq,4h)}}$$



Gambar 3. Grafik hubungan tahun exposure dengan 4h energy equivalent frequency- weighted hand-transmitted vibration yang dibutuhkan untuk menyebabkan Finger blanching pada 10, 20, 30, 40, 50% pengguna alat bergetar, berdasarkan Annex A ISO 5349 (1986b).

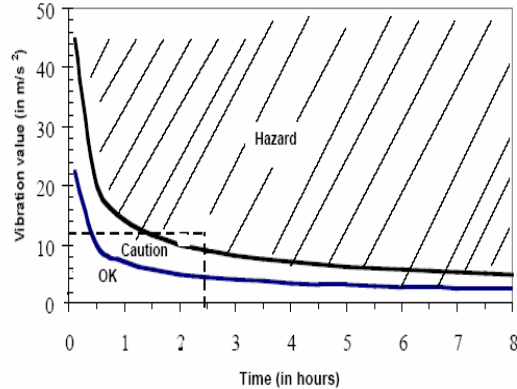
ISO Standard 10819 menetapkan prosedur pengujian yang harus digunakan untuk mengukur *vibration transmissibility* dari sarung tangan. (1), *Vibration transmissibility* dari sarung tangan menurut Standar ISO 10819 adalah perbandingan antara amplitudo getaran menuju telapak tangan di dalam sarung tangan dibagi dengan amplitudo getaran menuju telapak tangan di permukaan luar dari sarung tangan. Sinyal getaran yang terukur pada handle dan pada telapak tangan adalah sinyal percepatan yang sudah diberi bobot seperti yang ditetapkan oleh Standar ISO 5349. (2), *Vibration transmissibility* dari sarung tangan adalah pengukuran pelemahan getaran yang sampai ke tangan dan lengan karena adanya pegas atau material *vibration-damping* yang ada pada sarung tangan. Semakin rendah *vibration transmissibility*, semakin sarung tangan tersebut efektif dalam mengurangi energi getaran yang sampai pada tangan dan lengan.



Gambar 4. Gaya pada sebuah massa yang melalui pegas (k) dan peredam (c), dan mengakibatkan amplitudo (d_m dan d_f).

Hal yang sama dilakukan dalam penelitian. Karet peredam digunakan untuk mengurangi besarnya amplitudo getaran dari body ke handle, sehingga mengurangi besarnya bilangan TR (*transmissibility ratio*). $TR = 1$, berarti $d_m = d_f$, dan akan lebih kecil dari 1 jika *frequency ratio* $> 1,41$. Dalam hal ini, d_f adalah getaran input dan d_m adalah getaran output (getaran pada handle). Semakin rendah nilai TR, semakin baik material tersebut untuk meredam getaran.

Standar HAV



Gambar 5. Grafik hubungan antara paparan harian dengan level getaran (8h enegy- equivalent) untuk mengetahui keberadaan getaran yang berbahaya (WISHA).

Batas kurva 'caution' (bawah) berdasarkan pada 8h energy- equivalent dengan nilai frequency- weighted acceleration 2,5 m/s², dan batas kurva 'hazard' (atas) berdasarkan pada 8h energy- equivalent dengan nilai frequency- weighted acceleration 5 m/s². Sesuai dengan standar ISO 5349(1986), dengan waktu paparan harian 8 jam, EAV adalah sebesar 2,5 m/s². dan ELV sebesar 5 m/s². Getaran di area 'caution' adalah EAV dan harus diusahakan untuk dikurangi, sedangkan getaran di atas ELV dilarang karena berbahaya.

Tabel 1. Frequency- weighted acceleration (m/s² rms) yang akan menyebabkan finger blanching pada 10% pengguna berdasarkan BS 6842 (British Standars Institution,1987b)

3. Metodologi Penelitian

a. Studi literature dan alat pengukur

Studi literature mencakup jurnal, standar- standar Internasional yang berkaitan dengan *Hand- Arm Vibration*, buku, paten, dan penelitian sebelumnya yang berkaitan.

Studi alat pengukur mencakup pengenalan alat ukur, penyesuaian, dan pengkalibrasian alat.

Daily exposure (h)	life- time exposure (years)					
	0.5	1	2	4	8	16
0.25	256.0	128.0	64.0	32.0	16.0	8.0
0.5	179.2	89.6	44.8	22.4	11.2	5.6
1	128.0	64.0	32.0	16.0	8.0	4.0
2	89.6	44.8	22.4	11.2	5.6	2.8
4	64.0	32.0	16.0	8.0	4.0	2.0
8	44.8	22.4	11.2	5.6	2.8	1.4

b. Penelitian pendahuluan

Pada penelitian pendahuluan, traktor pada kondisi existing, roda besi, digetarkan dengan mesin. Getaran yang terjadi pada *handle* diukur pada 3 sumbu (x,y,z, pada sumbu basicentric) dengan data 1/3 octave band. Getaran diberi bobot sesuai ISO 5349

(1986).

Hasil dari penelitian pendahuluan ini adalah getaran sumbu dominan dan besarnya getaran traktor existing. Sehingga dapat diketahui apakah getaran yang ada berbahaya atau tidak bagi kesehatan pengguna sesuai standar yang ada.

c. Penelitian lanjutan

Uji ke	Level vibrasi grip existing (m/s ²)				
	putaran	X	y	z	rss
1	1000	11.79	3.72	5.61	13.58
	1500	10.65	3.93	6.06	12.86
	2000	8.69	1.78	9.04	12.67
2	1000	13.28	4.51	4.69	14.78
	1500	10.21	3.31	4.49	11.63
	2000	7.60	2.15	6.50	10.23
3	1000	12.15	3.58	10.62	16.53
	1500	6.72	1.52	4.98	8.50
	2000	8.24	2.02	5.26	9.98
batang (tanpa grip existing)					

Penelitian lanjutan adalah mencari bahan dan konfigurasi terbaik dengan TR lebih kecil dari grip existing dan batang (tanpa grip existing) untuk mencapai tujuan grip sebagai peredam getaran. Penelitian ini terbatas pada material yang tersedia di pasaran dan mengacu pada literatur dan paten produk alat anti getaran yang sudah ada.

4. Hasil Penelitian

a. Penelitian Pendahuluan

Alat yang digunakan dalam pengukuran ini adalah:

- Accelerometer
- Charge Amplifier
- Vibration Analyzer
- Recorder
- Calibrator
- Vibration meter

Tabel 2. Hasil pengukuran *frequency-weighted acceleration* grip existing dan batang tanpa grip existing pada 3 sumbu

b. Penelitian Lanjutan

Material yang dipilih sebagai alternatif solusi perbaikan adalah:

- Karet polos
- Karet alur diamond
- Karet alur garis

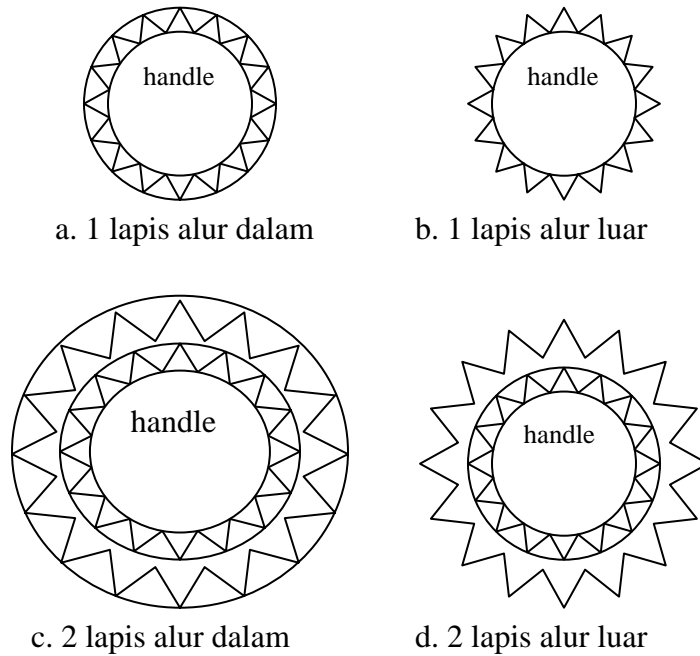
		X	y	z	
4	1000	15.43	4.79	3.50	16.53
	1500	6.00	1.27	4.36	7.53
	2000	5.96	1.36	4.04	7.33
5	1000	12.75	2.86	2.78	13.36
	1500	8.50	3.76	1.76	9.46
	2000	9.00	3.49	1.61	9.79

- 2 lapis alur di dalam

• Karet alur totol
 Masing- masing karet diuji 1 lapis dan 2 lapis.
 Khusus karet beralur, variasi konfigurasi adalah sebagai berikut:

- 1 lapis alur di luar
- 2 lapis alur di luar
- 1 lapis alur di dalam

Hal ini dilakukan untuk melihat pengaruh ketebalan, motif alur, letak alur, terhadap kemampuan peredaman getaran.



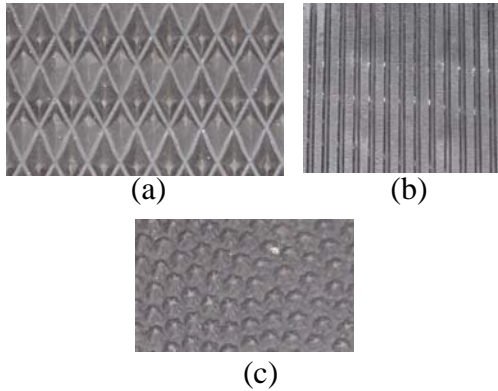
Gambar 7. Konfigurasi yang diuji pada karet beralur

Karena getaran pada mesin tidak stabil, maka untuk pengamatan lanjutan ini digunakan shaker/ exciter sebagai sumber getaran yang frekuensinya disesuaikan dengan putaran mesin. Karena kestabilan getaran dari exciter, maka data yang diambil adalah data linier.

Pengukuran getaran dilakukan dengan 2 transducer, transducer 1 mengukur amplitudo getaran yang masuk ke *handle* dan transducer 2 mengukur amplitudo getaran pada permukaan grip dengan cara ditempelkan pada lempeng besi yang dijepit di antara permukaan grip dan tangan.

Traktor ditahan oleh operator untuk memberi wakil massa (menggenggam *handle*). Untuk meminimasi keragaman dan melihat efek karet grip yang sebenarnya,

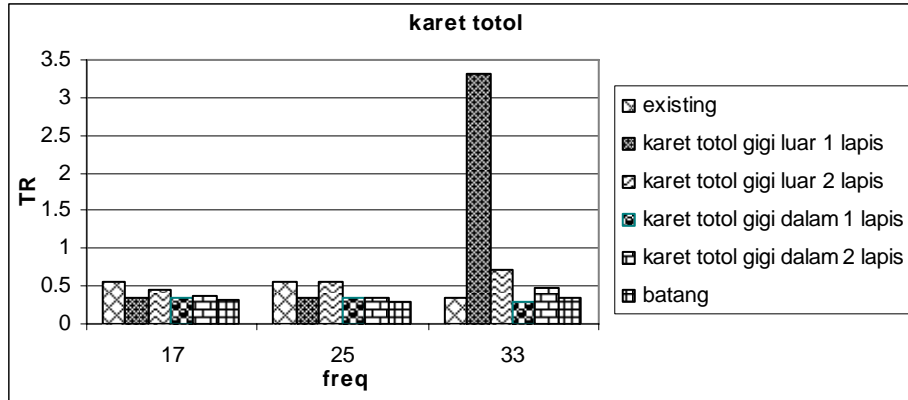
penelitian hanya menggunakan 1 operator dengan asumsi, dimensi tubuh sama menyebabkan daya redam tangan dan gaya yang diberikan selalu tetap.



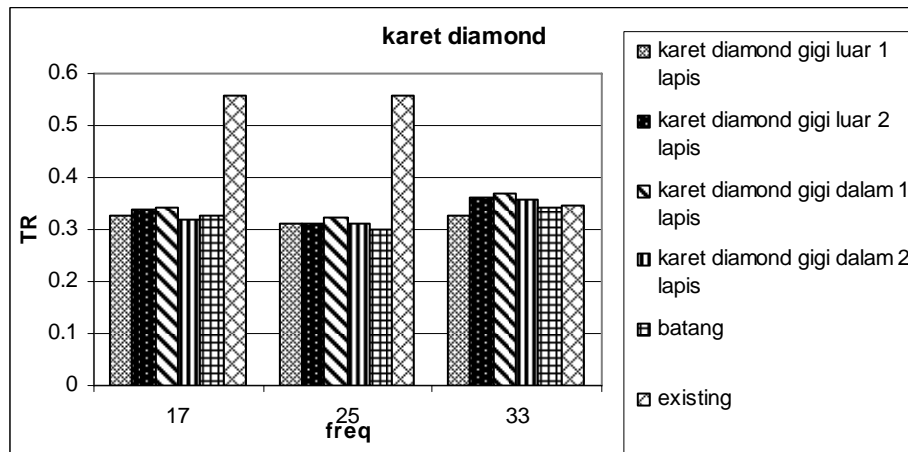
Gambar 8. Jenis karet a). Diamond, b) lurus, c). total

Tabel 3. Hasil *Transmissibility Ratio* pada Variasi Alternatif Grip yang diuji

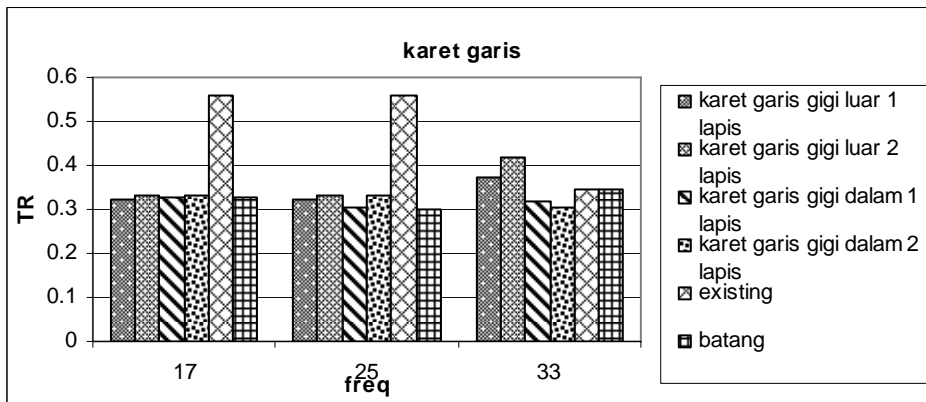
no	grip	transmissibility ratio		
		17	25	33
1	Batang	0.326092	0.298551	0.344091
2	karet diamond gigi luar 1 lapis	0.328604	0.312608	0.327341
3	karet diamond gigi luar 2 lapis	0.338859	0.312622	0.361693
4	karet diamond gigi dalam 1 lapis	0.344091	0.323594	0.370465
5	karet diamond gigi dalam 2 lapis	0.321124	0.311415	0.357552
6	karet polos 1 lapis	0.333687	0.310222	0.344091
7	karet polos 2 lapis	0.329868	0.312608	0.360307
8	karet garis gigi luar 1 lapis	0.324843	0.322359	0.371552
9	karet garis gigi luar 2 lapis	0.331131	0.332409	0.418478
10	karet garis gigi dalam 1 lapis	0.326092	0.305492	0.316228
11	karet garis gigi dalam 2 lapis	0.331146	0.333687	0.306671
12	existing	0.557937	0.559229	0.346798
13	karet total gigi luar 1 lapis	0.342768	0.349414	3.326132
14	karet total gigi luar 2 lapis	0.45723	0.555929	0.716143
15	karet total gigi dalam 1 lapis	0.352106	0.338889	0.282611
16	karet total gigi dalam 2 lapis	0.367282	0.356183	0.476846
17	karet total bolak balik	0.410525	0.469541	0.604939
18	total dalam garis luar	0.457088	0.45378	0.676083
19	karet garis bolak balik	0.3305	0.324843	0.337581



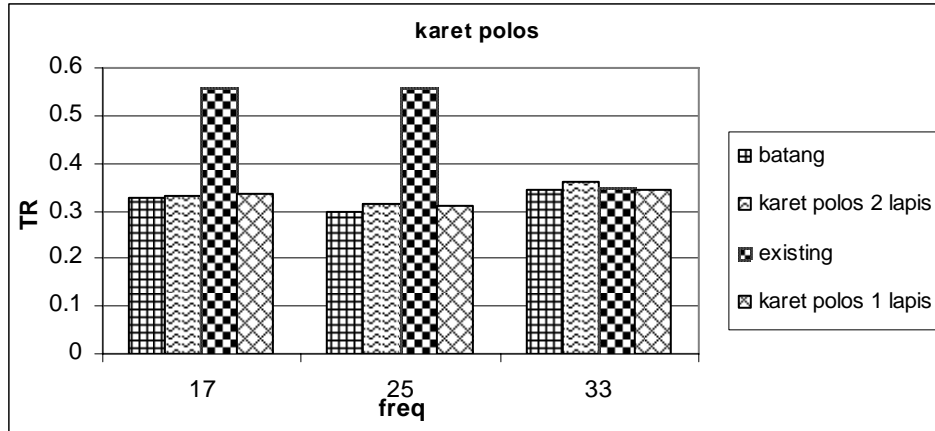
(a)



(b)

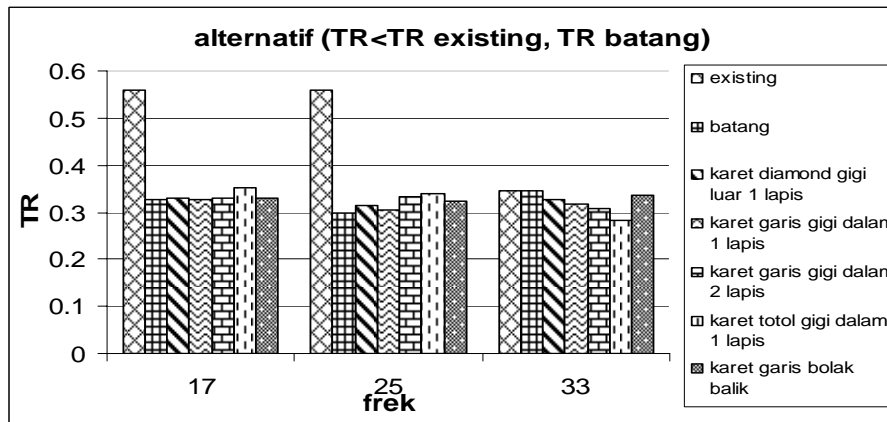


(c)



(d)

Gambar 9. Perbandingan TR batang dan grip existing dengan alternatif pada berbagai konfigurasi (a) karet total, (b) karet diamond, (c) karet garis, (d) karet polos.



Gambar 10. Alternatif dimana TR < TR Existing dan TR Batang

5. Pembahasan

Dari penelitian pendahuluan didapat bahwa frequency- weighted acceleration existing adalah sebesar 12 m/s².

$$a_{hw(eq,4)} = 12 \left[\frac{28800}{14400} \right]^{1/2} = 16.97$$

Jika dimasukkan dalam grafik *dose relationship* 4h energy- equivalent, maka paparan getaran 16,97 m/s² akan menyebabkan HAV terjadi pada 10% pekerja selama 1,5 tahun. Besarnya percepatan getaran tersebut juga di atas batas ELV 5 m/s², dan termasuk dalam 'hazard area'. Sumbu dominant terjadinya getaran adalah sumbu x (gerak vertikal).

Penelitian lanjutan menunjukkan bahwa grip existing memiliki TR yang besar dibandingkan batang tanpa grip itu sendiri. Hal itu mungkin terjadi dikarenakan grip tersebut hanya bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan genggam, bukan untuk meredam getaran. Terdapat beberapa alternatif yang dapat meredam getaran

(TR<TR batang). Namun pada umumnya alur pada grip berpengaruh pada peredaman getaran. Grip polos tanpa alur tidak mengurangi getaran input.

TR batang pada putaran kerja (2000rpm/33 Hz) adalah sebesar 0.344091, TR karet garis gigi dalam (1 lapis) sebesar 0.316228 (kenaikan peredaman 9% dari existing), TR karet garis gigi dalam 2 lapis sebesar 0.306671 (kenaikan peredaman 11% dari existing), dan TR karet totol gigi dalam 1 lapis sebesar 0.282611 (kenaikan peredaman 18,5% dari existing).

6. Kesimpulan

Dari hasil eksperimen di atas dapat disimpulkan bahwa Grip existing belum berfungsi sebagai peredam getaran, namun sebatas alat bantu untuk meningkatkan kenyamanan genggam. Penurunan level getaran dari perancangan ulang *handle grip* dapat dicapai dengan grip yang beralur di bagian dalam. Alur bagian luar dibuat untuk meningkatkan kenyamanan genggam.

Konfigurasi dan alur pada grip yang optimal untuk mengurangi getaran perlu diteliti lebih lanjut.

Daftar Pustaka

- Brüel & Kjør Sound and Vibration Measurement A/S, 2002, BA 7054-14, Human Vibration
Brüel & Kjør Sound and Vibration Measurement A/S, 2002, BA 7674-12, Introduction to Shock & Vibration
Griffin, M., J., 1990, Handbook of Human Vibration, Academic Press Limited Inc., London.
Reynolds, D.D. and Stein, J.K.,1998, Design And Evaluation Of An Inexpensive Test Fixture For Conducting Glove Vibration Tests Per Iso Standard 10819, Sweden.
<http://www.freepatentsonline.com/5267487.html> diakses tanggal 7 September 2006
<http://www.freepatentsonline.com/7048644.html>

