

Technical Paper

Uji Getaran Mekanis dan Kebisingan pada Mesin *Thermal Fogger* Tipe TS-35A(E)

Mechanical Vibration and Noise Measurement on Thermal Fogger Machine Type TS-35A (E)

Aris Adhi Permana, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Darmaga, PO BOX 220, Bogor 16000, Jawa Barat, Indonesia
e-mail : aris.adhipermana@yahoo.com

Mad Yamin, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Darmaga, PO BOX 220, Bogor 16000, Jawa Barat, Indonesia

Abstract

The high utilizing of thermal fogger machine in agriculture is giving an impact for operator's health and comfortness. This is because of mechanical vibration and noise level which produced by thermal fogger machine disturbing operator activity. Measuring of vibration and noise on thermal fogger machine was conducted by using vibrationmeter and sound level meter. The measurement results show that the operator was exposed 99.4 dB(A) noise and 4.03 m/s² vibration. A hand arm vibration nomogram was employed with vibration factor 3 hours for comfortable level and 8 hours for safety level, concurrently with noise standard provided by National Ministry of Labor. The result derived from noise analysis showed that daily exposure time of the machine utilization is 15 – 30 minutes as the noise factor shows significant effect on the machine operation. As the preventing action to decreasing noise level, it can using ear muff and ear plug. Beside that, by covering the machine using foam rubber.

Keywords: noise, mechanical vibration, thermal fogger, operator

Abstrak

Penggunaan mesin *thermal fogger* yang cukup tinggi di pertanian, memberikan dampak bagi kesehatan dan kenyamanan operator. Hal ini karena getaran mekanis dan tingkat kebisingan yang dihasilkan *thermal fogger* yang mengganggu aktivitas operator. Pengukuran getaran dan kebisingan dari *thermal fogger* Tipe TS-35A(E) dilakukan dengan menggunakan *vibrationmeter* dan *sound level meter*. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa operator terpapar kebisingan 99.4 dB(A) dan getaran 4.03 m/s². Sebuah *hand arm vibration nomogram* digunakan dengan faktor vibrasi 3 jam untuk tingkat kenyamanan dan 8 jam untuk tingkat keamanan, sesuai dengan standar kebisingan yang dikeluarkan oleh Kementrian Tenaga Kerja. Hasil yang diperoleh dari analisis kebisingan menunjukkan bahwa waktu paparan harian untuk penggunaan mesin adalah 15-30 menit di mana faktor kebisingan menunjukkan pengaruh yang nyata pada pengoperasian mesin. Sebagai langkah pengamanan untuk menurunkan tingkat kebisingan, dapat menggunakan penutup telinga. Selain itu, dapat juga dilakukan penutupan mesin dengan bahan busa karet.

Kata kunci: kebisingan, getaran mekanis, *thermal fogger*, operator

Diterima: 15 Oktober 2012; Disetujui: 7 Februari 2013

Pendahuluan

Areal pertanian di Indonesia yang begitu luas, berdasarkan data Direktorat Jendral Perkebunan Indonesia luas perkebunan di Indonesia pada tahun 2011 sekitar 21 juta ha. Sedangkan berdasarkan data badan pusat statistik Indonesia luas tanaman pangan di Indonesia pada tahun 2011 adalah 19.8 juta ha. Hal ini memungkinkan tingginya peluang terjadi serangan hama. Kondisi tersebut

akan berdampak kepada banyaknya penggunaan mesin pembasmi hama. Dalam penggunaan mesin pembasmi hama akan melibatkan operator, dimana lazimnya dalam penggunaan alat dan mesin pertanian akan menghasilkan tingkat getaran dan kebisingan.

Oleh karena itu perlu tindak lanjut untuk dijadikan penelitian mengenai pengujian tingkat kebisingan dan getaran mekanis. Maka Tujuan Penelitian adalah Melakukan analisis tingkat getaran mekanis

Tabel 1. KEPMENAKER tentang nilai ambang batas kebisingan

Waktu pemajanan per hari	Intesitas Kebisingan dalam dBA
8 Jam	85
4	88
2	91
1	94
30 Menit	97
15	100
7.5	103
3.75	106
1.88	109
0.94	112
28.12 Detik	115
14.06	118
7.03	121
3.52	124
1.76	127
0.88	130
0.44	133
0.22	136
0.11	139

dan kebisingan yang diterima oleh operator saat mengoperasikan mesin pembasmi hama serta lingkungan sekitar, kemudian menentukan lama pemakaian optimal per hari bagi operator mesin pembasmi hama. Hasil yang diharapkan adalah penggunaan mesin *Thermal fogger* menjadi salah satu alternatif dalam pemakaian mesin pembasmi hama sesuai dengan jam operasi yang sudah didapatkan dari hasil penelitian tersebut.

Bahan dan Metode

Alat dan Bahan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Lapang Siswadi Soepardjo Departemen Teknis Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Alat yang digunakan adalah Mesin *Thermal Fogger* Tipe TS-35A(E), *vibrationmeter* sebagai alat ukur getaran, dan *sound level meter* sebagai alat ukur kebisingan.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah dengan menentukan titik-titik pengukuran pada mesin, telinga operator, dan sekitar lingkungan pengoperasian untuk kebisingan dan pada batang pengendali untuk getaran untuk mengetahui tingkat getaran yang akan dirasakan oleh tangan operator.

a. Pengukuran Kebisingan

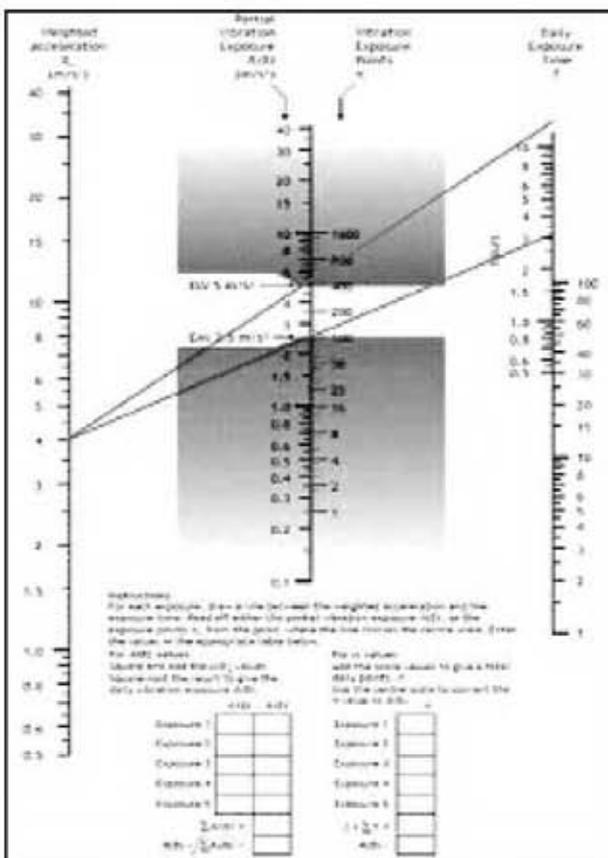
Pengukuran kebisingan dilakukan pada saat kondisi stasioner dengan curah hujan 390 mm/hari dan suhu lingkungan 23-31.8°C pada bulan April 2012 serta curah hujan 332 mm/hari dan suhu lingkungan 22.8-32.7°C pada bulan Juni 2012 (Stasiun Klimatologi Darmaga Bogor, 2012). Pengukuran kebisingan dilakukan di sekitar lingkungan pengoperasian (depan, belakang, kanan, dan kiri) pada jarak 2-10 m dengan interval 2 m serta ketinggian 1.5 m dan telinga operator pada jarak 10 cm dari telinga operator. Selain itu juga dilakukan pengukuran pada *engine* untuk mengetahui kebisingan pada sumber.

b. Penentuan Lama diizinkan (kebisingan)

Penentuan lama yang diizinkan berdasarkan KEPMENAKER No. 51 Tahun 1999, NAB kebisingan ditetapkan sebesar 85 dB(A) untuk paparan selama 8 jam ditunjukkan pada Tabel 1.

c. Penentuan Lama diizinkan (getaran)

Penentuan lama yang diizinkan dengan menggunakan nomogram hand arm vibration yang ditunjukkan pada Gambar 1. Penggunaan *Nomogram* untuk menentukan lama waktu pemakaian mesin *Thermal Fogging* adalah sebagai berikut :Total percepatan getaran



Gambar 1. Nomogram hand arm vibration

Tabel 2. Rata-rata percepatan getaran pada tangan operator

Kondisi	Rata-rata percepatan pada batang pengendali (m/s ²)			
	Sb. X	Sb. Y	Sb. Z	<i>a_{hav}</i>
Stasioner	1.60	1.28	1.96	4.03

dihubungkan dengan *exposure action value* 2.5 m/s² A(8), sebagai batasan nyaman dan aman kemudian diteruskan ke *daily exposure time*. Nilai *daily exposure time* merupakan batasan lama waktu pengoperasian mesin *fogging* yang direkomendasikan dan setara dengan 2.5 m/s² selama 8 jam. Begitupun hal yang sama dilakukan untuk *exposure limit value* 5 m/s² sebagai batasan aman.

Hasil dan Pembahasan

Pengukuran Getaran

Pengukuran getaran dilakukan pada saat kondisi operasional dengan curah hujan 390 mm/hari dan suhu lingkungan 23-31.8°C pada bulan April 2012 serta curah hujan 332 mm/hari dan suhu lingkungan 22.8-32.7°C pada bulan Juni 2012 (Stasiun Klimatologi Darmaga Bogor, 2012). Pengukuran dilakukan dengan meletakkan sensor pada tangan. Titik acuan dalam pengukuran ini seharusnya mengacu kepada (ISO) 5349:2001 *Guide for the Measurement and assessment of Human Exposure to Hand Transmitted Vibration*, yaitu sumbu x, y, dan z. Pengukuran sumbu x, y, dan z pada batang pengendali seharusnya berada pada satu titik dan diukur secara bersamaan. Hanya saja karena keterbatasan alat ukur, maka posisi sensor dalam pengukuran menjadi seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.

Sensor pada sumbu x dan z diletakkan pada jarak 2 cm dari posisi tangan, sedangkan pada sumbu y diletakkan pada jarak 17 cm dari posisi tangan. Pada peletakan sensor pada sumbu y, titik tersebut diletakkan pada luasan sumbu y terdekat dengan posisi tangan.

Analisis Getaran

Persamaan total percepatan getaran

$$a_{hav} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \tag{1}$$

Keterangan :

a_{hav} = percepatan total (m/s²)

a_x = percepatan pada sumbu x (m/s²)

a_y = percepatan pada sumbu y (m/s²)

a_z = percepatan pada sumbu z (m/s²)

Untuk mengetahui *daily exposure* A(8), maka digunakan persamaan berikut :

$$A(8) = a_{hav} \sqrt{\frac{T}{T_0}} \tag{2}$$

Nilai *daily exposure* akan digunakan untuk mengetahui fenomena *Raynaud Disease* yang terjadi pada operator, maka digunakanlah persamaan berikut :

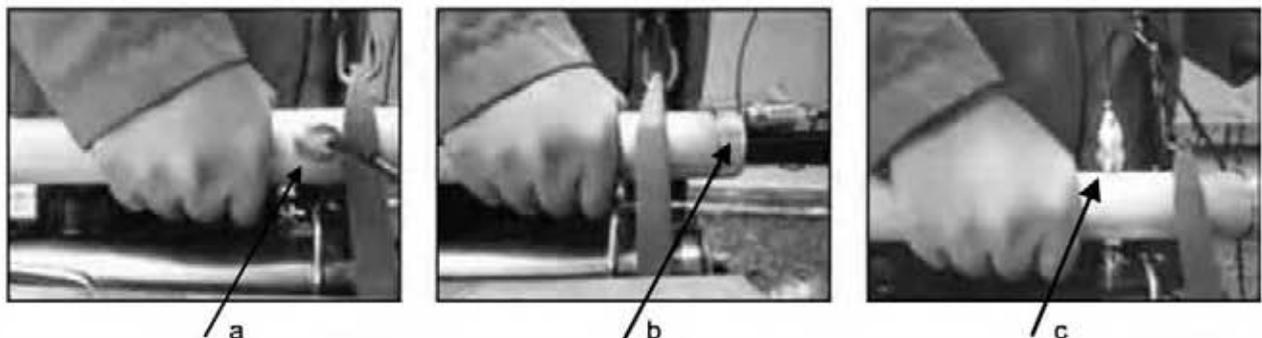
$$D_y = 31.8 A(8)^{-1.06} \tag{2}$$

Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh rata-rata percepatan getaran pada tangan operator melalui batang pengendali, ditunjukkan pada Tabel 2.

Dari ketiga data tersebut dihasilkan *resultan* percepatan getaran pada batang pengendali ialah sebesar 4.03 m/s². Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwasanya percepatan getaran paling tinggi terjadi pada sumbu z. Hal ini dikarenakan posisi sumbu z yang sejajar dengan gerakan *swirl pole*/batang pengaduk didalam karburator pada saat mesin beroperasi. Getaran yang terukur pada bagian batang pengendali merupakan hasil rambatan pada jarak tertentu dari sumber getaran yaitu, karburator. Dimana akibat perambatan yang dihasilkan terjadi penurunan tingkat percepatan getaran. Hal ini juga berarti seiring dengan peningkatan jarak pengukuran dari sumber getaran terjadi penurunan percepatan getaran.

Analisis Kebisingan

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan



Gambar 2. Posisi sensor getaran (a) sumbu x, (b) sumbu y dan (c) sumbu z

Tabel 3. Rata-rata kebisingan pada engine

Kondisi	Tingkat kebisingan (dB)					
	A	B	C	D	E	F
Stasioner	100.2	118.2	119.8	104.7	106.2	106.29
	7	9	2	3	7	

Keterangan :

A = Depan C = Belakang E = Atas
 B = Kiri D = Kanan F = Bawah

Tabel 4. Rata-rata kebisingan pada operator

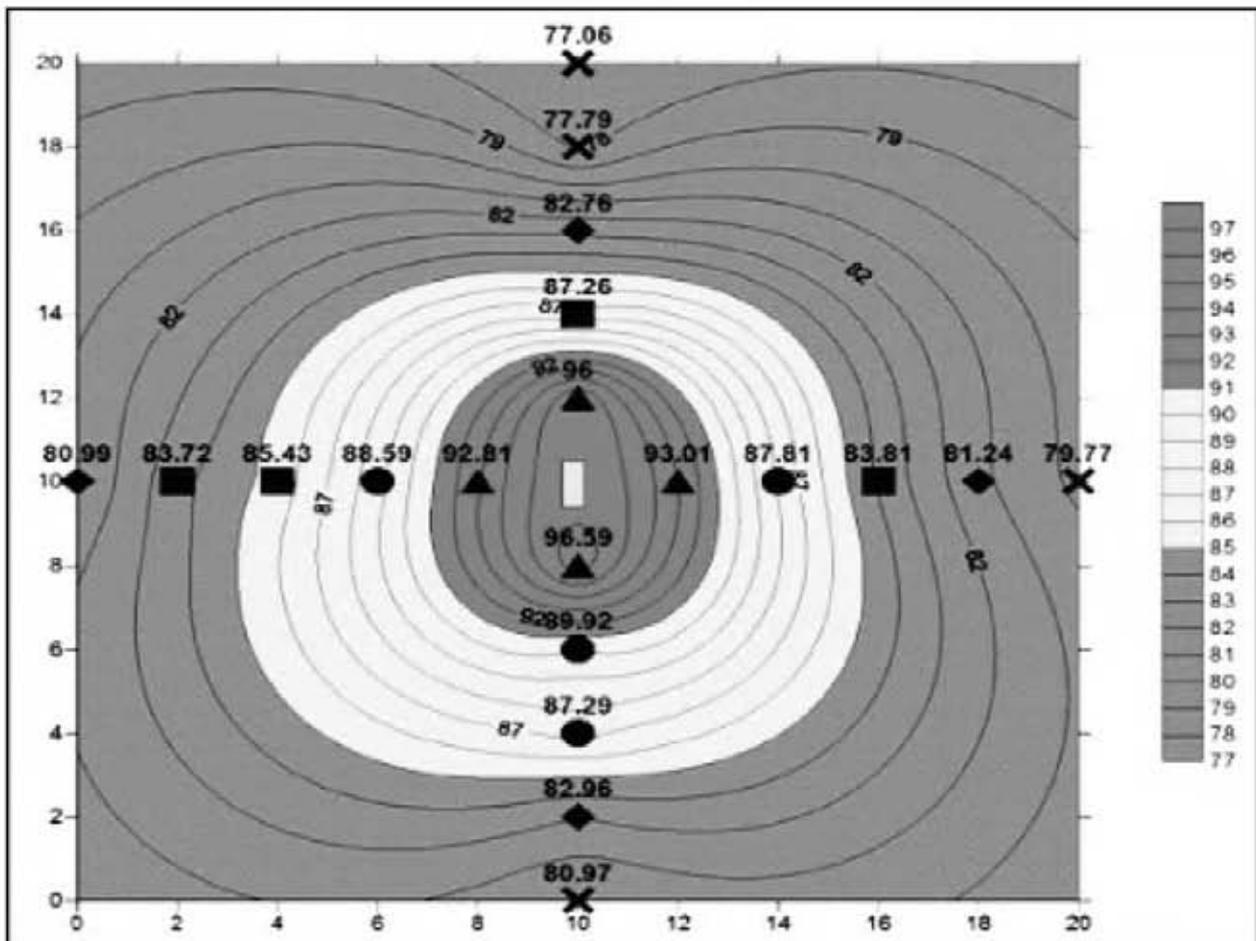
Kondisi	Tingkat kebisingan (dB)	
	Telinga Kanan	Telinga Kiri
Stasioner	99.91	98.88

pada engine diperoleh rata-rata kebisingan yang ditunjukkan pada Tabel 3. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa rata-rata kebisingan antara 100.27 dB -119.82 dB dimana rata-rata kebisingan tertinggi terletak pada sisi belakang yaitu sebesar 119.82 dB, dimana pada posisi tersebut merupakan terdekat dengan sumber bising (*engine*). Kemudian rata-rata kebisingan tertinggi kedua terletak pada sisi kiri

mesin yaitu sebesar 118.29 dB dimana posisinya juga dekat dengan sumber bising (*engine*).

Dari data tersebut dapat dilihat bahwa rata-rata kebisingan dari sumber bising masih melewati batas aman. Namun pada dasarnya tingkat kebisingan yang diterima oleh operator akan berkurang dikarenakan adanya jarak antara sumber bising dan telinga. Selain itu, kebisingan yang ada juga dirambatkan melalui udara. Kebisingan yang dihasilkan engine secara langsung diterima oleh telinga operator dan dalam jangka waktu tertentu akan memberikan pengaruh terhadap operator. Rata-rata kebisingan yang diterima oleh operator ditunjukkan pada Tabel 4. Dapat dilihat bahwasanya rata-rata kebisingan yang diterima telinga operator adalah 99.91 pada telinga kanan dan 98.88 pada telinga kiri. Dimana rata-rata kebisingan tertinggi diperoleh telinga kanan yang posisinya sejajar dengan *engine*.

Selain itu, kebisingan yang dihasilkan oleh mesin juga tersebar ke sekitar lingkungan pengoperasian mesin dan akan dapat berpengaruh pada jarak tertentu. Kebisingan yang terukur berjarak 2 - 10 m dari sumber bising (*engine*) dengan interval titik pengukuran 2 m. Rata-rata kebisingan disekitar lingkungan pengoperasian ditunjukkan pada Tabel 5.



Gambar 3. Peta kontur kebisingan di sekitar lingkungan pengoperasian mesin *thermal fogger*

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa tingkat kebisingan pada jarak 2 m dari mesin antara 92.81 - 96.59 dB dan secara berturut-turut berkurang hingga pada jarak 10 m dari mesin tingkat kebisingan sebesar 77.06 – 80.99 dB. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi pengurangan tingkat kebisingan seiring dengan pengurangan jarak pendengaran dari sumber bising. Berdasarkan standar lama yang diizinkan KEPMEN No. 51 tahun 1999 jarak yang diizinkan untuk pengoperasian thermal fogger ialah pada jarak ≥ 8 m dari posisi individu lain yang ada disekitar daerah pengoperasian. Disebabkan pada jarak ≥ 8 m, tingkat kebisingan masih dalam kondisi aman dan dapat ditolerir lebih dari 8 jam. Berdasarkan hasil pengukuran disekitar aktivitas pengoperasian mesin, diperoleh peta kontur kebisingan Gambar 3. Melalui peta kontur dapat diketahui wilayah yang memiliki tingkat kebisingan berlebih.

Analisis Lama Pemakaian Optimal

a. Penentuan Lama Pengoperasian berdasarkan Getaran

Standar EU Directive 2002/44/EC (*The Vibration Directive*) digunakan khusus getaran tangan lengan (*hand arm vibration*). Dimana batas percepatan getaran yang aman antara $2.5 \text{ m/s}^2 - 5 \text{ m/s}^2$ secara kontinu 8 jam dalam sehari. Batas nyaman dan aman untuk percepatan getaran berdasarkan standar tersebut ialah 2.5 m/s^2 , sedangkan batas aman untuk percepatan getaran adalah 5 m/s^2 .

Getaran yang melebihi batas, dapat menyebabkan gangguan kesehatan terhadap operator. Dalam pengoperasian mesin *fogging*, getaran yang dihasilkan dirasakan langsung terhadap tangan operator. Untuk itu, perlu diketahui standar lama pengoperasian mesin thermal fogger berdasarkan percepatan getaran yang dihasilkan. Setelah melakukan pengukuran dalam kondisi operasional dihasilkan rata-rata percepatan getaran, dimana rata-rata percepatan getaran digunakan sebagai acuan untuk analisis. Dari data tersebut nilai percepatan getaran masing-masing sumbu di resultankan, sehingga diperoleh total percepatan getaran sebesar 4.03 m/s^2 . Kemudian nilai total percepatan getaran diplotkan pada *nomogram hand arm vibration* yang ditunjukkan pada Gambar 4 untuk mengetahui batas waktu yang diizinkan dalam pengoperasian *thermal fogger*.

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa hasil dari memplotkan total percepatan getaran sebesar 4.03 m/s^2 pada *nomogram hand arm vibration* diperoleh batas nyaman dan aman (EAV) yang setara dengan percepatan getaran 2.5 m/s^2 ialah 3 jam. Hal ini berarti untuk memperoleh kondisi nyaman dan aman batas pengoperasian *thermal fogger* maksimal selama 3 jam.

Apabila pengoperasian *thermal fogger* lebih dari 3 jam, maka operator sudah tidak dalam kondisi

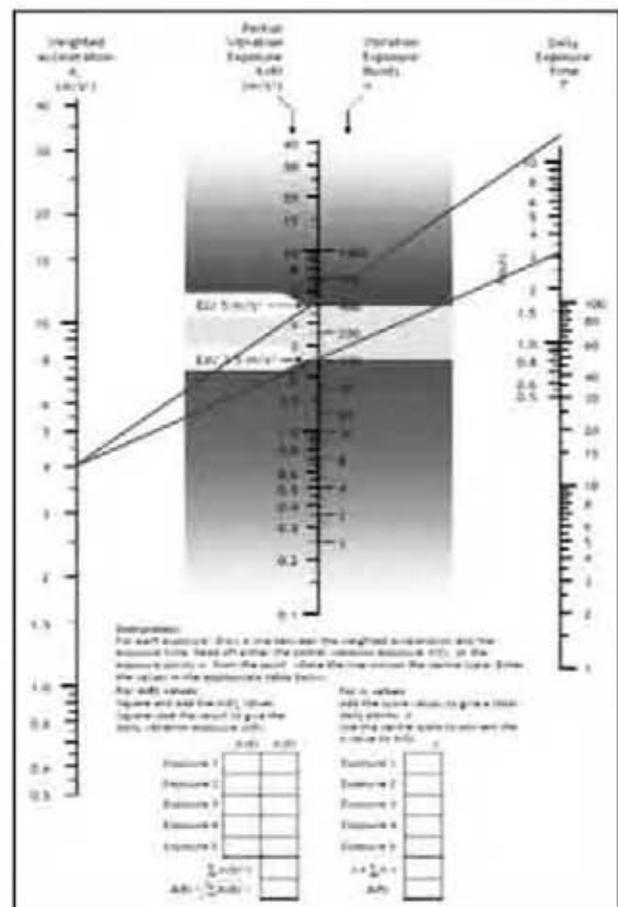
Tabel 5. Rata-rata kebisingan pada lingkungan pengoperasian

Kondisi	Posisi	Tingkat kebisingan (dB)				
		2 m	4 m	6 m	8 m	10 m
Stasioner	A	96	87.26	82.76	77.79	77.06
	B	92.81	88.59	85.43	83.72	80.99
	C	93.01	87.81	83.81	81.24	79.77
	D	96.59	89.92	87.29	82.96	80.97

nyaman hanya saja masih dalam batasan aman penggunaan mesin. Sedangkan untuk batas aman (ELV) yang setara dengan percepatan getaran 5 m/s^2 adalah lebih dari 8 jam. Hal ini berarti operator masih diperbolehkan mengoperasikan *thermal fogger* selama 8 jam sehari.

Apabila operator menggunakannya lebih dari 8 jam secara kontinu, maka operator sudah tidak dalam kondisi aman. Penggunaan lebih dari 8 jam akan membahayakan bagi kesehatan operator. Dimana pada kondisi ini akan menyebabkan kualitas kerja, efisiensi kerja menurun, dan ketidaknyamanan baik yang dirasakan jangka pendek maupun panjang.

Akibat yang ditimbulkan dari tingkat getaran yang berlebihan dan terkena secara kontinu lebih dari 8



Gambar 4. Nomogram hand arm vibration pada pengoperasian thermal fogger

Tabel 6. Lama yang diizinkan dalam pengoperasian thermal fogger berdasarkan kebisingan

Kondisi	Tingkat kebisingan yang diterima telinga (dB)	Lama waktu yang diizinkan berdasarkan KEMENAKER (jam)
Stasioner	99.40	15-30 menit

jam ialah kehilangan kemampuan menggenggam, dan rasa nyeri pada lengan atau bahu. Apabila gejala tersebut tidak di respon dengan cepat maka akan menimbulkan kesulitan tidur dan kehilangan kemampuan bekerja dengan baik.

Gejala-gejala tersebut dapat dihindari dengan dua cara, yaitu mengurangi tingkat getaran pada fogging dengan penggunaan pelindung tangan pada operator atau penambahan bantalan karet untuk meredam getaran dan penggunaan standar waktu yang telah ditetapkan. Apabila pengurangan getaran tidak dilakukan, dapat dilakukan penggantian operator setelah bekerja sesuai lama yang ditetapkan.

b. Penentuan Lama Pengoperasian berdasarkan Kebisingan

Penentuan lama pengoperasian thermal fogger yang diizinkan berdasarkan tingkat kebisingan yang diterima oleh telinga operator. Dimana telinga merupakan salah satu bagian tubuh manusia yang menerima beban bising. Penentuan lama pengoperasian yang diizinkan berdasarkan kebisingan menggunakan standar Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51 Tahun 1991.

Dalam pengoperasian thermal fogger sumber kebisingan berasal dari mesin (*engine*). Kebisingan yang dihasilkan langsung diterima oleh telinga operator. Untuk itu perlu diketahui standar waktu pengoperasian *thermal fogger* berdasarkan kebisingan yang diterima oleh telinga operator.

Setelah dilakukan pengukuran pada saat kondisi statis, diperoleh rata-rata kebisingan pada telinga kanan sebesar 99.91 dB, sedangkan pada telinga kiri sebesar 98.88 dB. Berdasarkan rata-rata kebisingan yang ada, diperoleh batas aman pengoperasian *thermal fogger* sesuai standar Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51 Tahun 1991.

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa rata-rata kebisingan yang diterima oleh operator adalah 99.40 dB. Berdasarkan standar KEMEN Tenaga Kerja No. 51 Tahun 1991 untuk rata-rata kebisingan sebesar 99.40 dB adalah 15-30 menit dan apabila pengoperasian melebihi standar yang ada, dapat menyebabkan gangguan kesehatan bagi operator. Selain itu, rata-rata kebisingan yang dihasilkan telah melewati standar yang ditetapkan pada Keputusan Menteri No. 51 Tahun 1999 bahwa nilai ambang batas (NAB) untuk kebisingan adalah 85 dB.

Berdasarkan standar kebisingan yang ada digunakan standar KEMEN Tenaga Kerja dimana lama waktu yang diizinkan antara 15-30 menit. Standar ini merupakan standar yang diterapkan di Indonesia. Hal ini disebabkan standar KEMEN Tenaga Kerja merupakan standar paling kritis apabila dibandingkan standar DOD dan OSHA. Apabila penggunaan melebihi standar yang telah ditentukan, maka akan berakibat berkurangnya kemampuan mendengar atau gangguan pendengaran akibat bising (*Noise Induced Hearing Loss/NIHL*) adalah tuli akibat terkena oleh bising yang cukup keras dalam jangka waktu yang cukup lama dan biasanya diakibatkan oleh bising lingkungan kerja (Harmadji dan Kabullah, dalam Khoirunnisa Siti, 2009).

Untuk menyembuhkan NIHL tidak ada pengobatan secara medis atau pembedahan. Oleh karena itu, pencegahan NIHL penting dilakukan dengan menggunakan *noise protector*. Beberapa jenis pelindung kebisingan, antara lain *ear plug*, dan helm yang dilengkapi *ear muff*. Apabila tidak menggunakan pelindung tersebut, waktu bekerja operator harus dikurangi (Harmadji dan Kabullah, dalam Khoirunnisa Siti, 2009). Selain itu, dapat digunakan sistem shift atau penggantian operator untuk pekerjaan yang dilakukan secara kontinu lebih dari 15-30 menit. Untuk pencegahan terhadap gangguan akibat kebisingan juga dapat dilakukan dengan cara memodifikasi mesin agar suara bising yang dihasilkan dapat teredam, yaitu dengan menutupi bagian engine atau kaburator yang menjadi sumber bising utama dengan rubber foam.

c. Penentuan Durasi Pengoperasian Optimal

Tingkat getaran dan kebisingan yang dihasilkan mesin *thermal fogger* memiliki pengaruh terhadap kenyamanan pekerja. Dimana getaran dan kebisingan yang terkena secara berlebihan dapat membahayakan kesehatan operator. Untuk mengantisipasi hal tersebut, diperlukan pengurangan tingkat getaran dan kebisingan secara langsung baik dengan menggunakan pelindung tangan atau bantalan karet untuk pengurangan getaran serta penggunaan pelindung kebisingan untuk pengurangan kebisingan. Selain itu, juga dibutuhkan penentuan lama waktu yang diizinkan dalam mengoperasikan *thermal fogger* agar operator memiliki standar kenyamanan kerja untuk faktor getaran dan kebisingan. Pengoperasian *thermal fogger* memberi pengaruh kebisingan dan getaran tertentu. Namun, pengaruh getaran yang dihasilkan tidak begitu signifikan. Dimana operator masih diizinkan bekerja selama 8 jam per hari. Sedangkan, berdasarkan hasil pengukuran yang paling mendominasi adalah pengaruh kebisingan selama pengoperasian. Waktu yang diizinkan untuk operator berdasarkan standar kebisingan paling kritis adalah 15-30 menit, sehingga tidak memungkinkan operator bekerja 8 jam per hari.

Studi Subjektivitas Operator

Percepatan getaran dan kebisingan yang terpapar terkena langsung pada operator, akan berdampak bagi kesehatan operator. Percepatan getaran dan kebisingan yang dihasilkan oleh mesin *thermal fogger* telah dirasakan langsung oleh operator pada saat pengoperasian dan pengukuran. Oleh karena itu, telah dilakukan wawancara sederhana melalui pengisian kuisioner pada operator yang mengoperasikan mesin *thermal fogger* sejumlah 2 orang. Kegiatan ini diperlukan, untuk mengetahui keadaan yang dialami oleh operator pada saat mengoperasikan *thermal fogger* dari segi kebisingan dan getaran. Melalui wawancara tersebut diketahui bahwa operator merasakan tingkat kebisingan yang sangat tinggi, hal ini dikarenakan operator tidak menggunakan pelindung telinga serta diperlukan suara dengan nada yang keras ketika bercakap-cakap dengan orang lain pada jarak lebih dari 1 meter. Pada kondisi ini operator mengalami susah berkomunikasi, mudah lelah, pusing, dan kepekaan mendengar berkurang. Pada kondisi ini operator diberi perlakuan dengan menggunakan pelindung telinga dan tidak menggunakan pelindung telinga. Pada perlakuan operator menggunakan pelindung telinga, operator merasakan tingkat kebisingan jauh lebih rendah dibandingkan dengan tidak menggunakan pelindung telinga dan merasa sangat efektif terkait penggunaan pelindung telinga. Antisipasi dini yang dilakukan oleh operator saat merasakan kebisingan yang terlalu tinggi adalah dengan cara beristirahat sementara saat bekerja.

Berdasarkan hasil wawancara, tingkat getaran mekanis yang dirasakan oleh operator sangat kecil. Sehingga tidak berdampak buruk bagi kesehatan operator. Pada saat mengoperasikan *thermal fogger* tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara menggunakan sarung tangan atau tidak menggunakan sarung tangan. Namun pada kondisi ini, operator lebih nyaman menggunakan sarung tangan, hal ini disebabkan posisi tangan saat menggenggam batang pengendali berdekatan dengan knalpot pengeluaran kabut asap yang bersuhu tinggi pada saat mesin menyala. Hal ini berarti percepatan getaran yang terpapar pada batang pengendali tidak menyebabkan gangguan kesehatan pada operator.

Simpulan dan Saran

Simpulan

- Tingkat getaran terukur pada tangan saat pengoperasian *thermal fogger* masih dalam kategori aman dalam kondisi stasioner, yaitu sebesar 4.03 m/s^2 .
- Tingkat kebisingan terukur pada telinga operator sebesar 99.4 dB
- Batas nyaman (EAV) penggunaan *thermal fogger* berdasarkan getaran selama 3 jam, sedangkan

batas aman (ELV) penggunaan selama 8 jam.

- Lama yang diizinkan dalam penggunaan *thermal fogger* berdasarkan kebisingan selama 15-30 menit.
- Pada radius lebih dari 8 m dari posisi pengoperasian mesin termasuk dalam kategori aman dan nyaman untuk lingkungan sekitar.
- Faktor kebisingan memiliki pengaruh paling besar dalam penggunaan *thermal fogger*.

Saran

- Untuk mengantisipasi tingkat kebisingan yang berlebihan dapat digunakan pelindung telinga seperti *ear muff*, *ear plug*, dll.
- Diperlukan penggantian operator apabila penggunaannya telah melewati 15-30 menit.
- Apabila tidak dilakukan penggantian, disarankan melakukan pengoperasian dihari berikutnya.
- Diperlukan penambahan penutup atau cover pada sekitar *engine* untuk meredam kebisingan yang dihasilkan.
- Pengoperasian *thermal fogger* harus berada pada radius lebih dari 8 m dari posisi individu terdekat.

Daftar Pustaka

- Dwi Fitriani. 2003. Uji Getaran Mekanis dan Kebisingan Terhadap Operator Traktor Dua Roda Yanmar YST-DX dan perkasa 850-D1 Pada Pengoperasian di Lahan Sawah dan Lahan Kering. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Indonesia.
- Heryanto, H. 1988. Getaran Kerja. Majalah Hipperkes dan Keselamatan Kerja. Vol XI, no 4 (Oktober 1988-Maret 1989); 38.
- [Anonim]. 2012. <http://gambar.mitrasites.com/pembasmi-hama.html> [14 Februari 2012; 12.05]
- James, M. L., G. M. Smith, J. C. Wolford, and P.W. Whaley. 1994. Second Edition. Harper Collins College Publisher, New York, NY, USA.
- Khoirunnisa Siti. 2009. Analisis Getaran dan Kebisingan Pada Pengoperasian Walking Type Cultivator. Skripsi. Departemen Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Indonesia.
- Kromer, K. H. E., H. B. Kromer and K. E. Kroemer-Elbert. 1994. Ergonomics : How to design easy and efficiency. Prentice Hall. Englewood Cliffs. England.
- MCCormick, E. J. and M. S. Sanders. 1987. Human Factors in Engineering and Design. McGraw-Hill Chong Moh, Ltd, Singapura.
- Nugroho, A. 2005. Pengukuran Getaran Mekanis dan Kebisingan Gergaji Rantai. Skripsi. Departemen Teknik Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Indonesia.
- Sanders, M. S. And McCormick, E. J. 1987. Human Factors in Engineering and Design. Sixth Edition. McGraw-Hill, Inc. New York, N. Y., U. S. A.)

- Sears, F. W. 1962. *Mechanics, Heat, and Sound*. Addison-Wesley Publishing Co, Inc.. london
- Singleton, W. T. 1972. *Introduction to Ergonomic*. World Health Organization, United Nation. Geneva. Switzerland.
- Syuaib, M. F. 2003. *Ergonomics Study on The Process of Mastering Tractor Operation*. Disertasi. Tokyo University of Agriculture and Technology. Tokyo. Japan.
- Wilson, Charles E. 1989. *Noise control : measurment, analysis and control of sound and vibration*. Harper & Row Publisher, Inc. New York, United States of America.
- Zanders, J. 1972. *Ergonomics in Machine Design*. N. V. Veenman & Zonen Wegen