

Technical Paper

Analisis Kebisingan dan Getaran Mekanis pada Mesin Saccof Harvester

Analysis of Noise and Mechanical Vibration of Saccof Harvester Machine

Sunu Ariastin Kurniawati, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Mad Yamin, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Abstract

Development in agricultural mechanization is characterized by the increasing use of agricultural machinery and equipments. It can be seen from sugarcane harvesting process which machinery is used instead of manual equipment. In term of using the harvesting machinery operated by human, the principle of ergonomic should be applied to fulfill the goal of work productivity and ensure occupational health and safety. It is because, during its operation, there will be a potential hazard, caused by noise and vibration, to workers and the environment. This research was aimed to analyze the noise and vibration level of Saccof Harvester during its employment. It was expected that the time limit for the optimal use of the machine can be determined based on the available standard. Furthermore, the method to reduce the negative impacts of noise and vibration can also be identified. According to the research, it was revealed that the noise and vibration level which was received by operator exceeded the ambient level. Consequently, there is necessity to control of noise and vibration on both the source (harvesting machinery) and the receiver (operator).

Keywords: *Saccof harvester machine, noise, mechanical vibration*

Abstrak

Perkembangan mekanisasi pertanian dapat dilihat dari peningkatan kebutuhan akan alat-alat mekanik untuk meningkatkan dan mempermudah hasil produksi pertanian. Misalnya adalah dalam proses pemanenan tebu secara mekanis menggunakan mesin pemanen tebu, seperti *sugarcane harvester* sebagai peralihan dari pemanenan tebu secara manual menggunakan golok atau sabit. Suatu pekerjaan yang dilakukan oleh manusia haruslah menerapkan ergonomi dalam upaya menciptakan kenyamanan, kesehatan, keselamatan, dan produktivitas yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa tingkat kebisingan dan getaran mekanis pada mesin pemanen tebu serta mengetahui sebaran tingkat kebisingan yang ditimbulkannya. Semakin tinggi tingkat kecepatan putar motor maka semakin tinggi tingkat kebisingannya dan semakin jauh jarak dari mesin maka tingkat kebisingan akan semakin berkurang. Pengendalian terhadap kebisingan dan getaran serta faktor lain yang dapat meningkatkan keselamatan kerja, dapat dilakukan dengan berbagai cara: pengendalian pada sumbernya atau pengendalian pada penerima atau operator.

Kata kunci: alat pemanen tebu, analisa kebisingan dan getaran mekanik.

Diterima: 19 Oktober 2012; Disetujui: 21 Februari 2013

Pendahuluan

Mekanisasi pertanian mulai banyak berkembang. Perkembangan ini dapat dilihat dari peningkatan kebutuhan akan alat-alat mekanik untuk meningkatkan dan mempermudah hasil produksi pertanian. Pengolahan pertanian yang sebelumnya menggunakan tenaga manusia beralih menggunakan mesin-mesin pertanian seperti traktor (untuk membajak sawah) dan alat pengolahan hasil pertanian lainnya. Pentingnya aplikasi teknologi

pertanian dikarenakan keberadaan teknologi yang sudah sedemikian besar pengaruhnya terhadap kesuksesan sebuah pertanian dari segi kualitas dan kuantitas produksi yang dihasilkan. Bahkan, dengan turut berpengaruhnya sektor pertanian terhadap besarnya peluang/kesempatan kerja secara tidak langsung teknologi juga berperan menambah kesempatan kerja kepada seluruh komponen masyarakat.

Pemanenan tebu dapat dilakukan secara mekanis yaitu menggunakan *sugarcane harvester*

atau manual dengan menggunakan golok atau sabit. Perkembangan alsin pemanen tebu yang ada hanya pada pemanenan skala besar, seperti *sugarcane harvester*, namun penggunaan mesin ini jarang diaplikasikan karena kondisi lahan yang tidak rata dan biaya operasional yang tinggi, sehingga alat yang diaplikasikan untuk pemanenan tebu saat ini adalah golok atau parang. Mesin pemanen tebu untuk skala kecil dapat menggunakan mesin pemanen tebu sederhana (*Saccof Harvester*) yang merupakan hasil modifikasi dari mesin pemotong rumput gendong tipe BK-4310 merk Zenoah. Mesin pemanen tebu ini diharapkan dapat meringankan pekerjaan pemanen tebu dan meningkatkan produktifitas. Pada kegiatan ini penggunaan mesin pemanen tebu sangat efektif karena membuat pekerjaan pemanen tebu menjadi lebih ringan dan lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan golok atau sabit. Suatu pekerjaan yang dilakukan oleh manusia haruslah menerapkan ergonomi dalam upaya menciptakan kenyamanan, kesehatan, keselamatan, dan produktivitas yang optimal. Penyelarasan pekerjaan terhadap suatu produk dan lingkungan kerja merupakan usaha menerapkan konsep ergonomi. Kualitas hasil penerapan konsep ergonomi dapat diukur dari efisiensi, keselamatan dan kenyamanan dalam kerja.

Dalam pengoperasian sebuah mesin terdapat potensi bahaya kebisingan dan getaran bagi operator dan lingkungan disekitarnya. Apabila kebisingan dan getaran yang diterima di luar batas ambang dapat mengakibatkan efek negatif pada kesehatan dan berkurangnya konsentrasi pada pekerjaan sehingga dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk menganalisis tentang kebisingan dan getaran pada penggunaan mesin pemanen tebu yang digunakan dalam proses pemanenan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran jelas mengenai kebisingan dan getaran yang ditimbulkan oleh mesin saat beroperasi dan mengetahui bagaimana cara mengurangi efek yang ditimbulkan sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat getaran mekanis dan kebisingan yang diterima operator saat mengoperasikan mesin pemanen tebu, menentukan lama pemakaian optimal per hari bagi operator berdasarkan standar getaran dan kebisingan yang diperbolehkan, dan membandingkan dampak dari penggunaan mesin pemanen tebu dari data subyektif dengan hasil pengukuran.

Bahan dan Metode

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin pemanen tebu sederhana (*saccof harvester*) sebagai obyek yang diteliti, *sound level meter*, *vibrationmeter*, *tachometer*, dan alat

pendukung seperti: alat tulis, alat dokumentasi, *stopwatch*, komputer, kalkulator, meteran. Subyek yang digunakan pada penelitian ini adalah dua orang petani tebu yang dapat mengoperasikan *saccof harvester*.

Metode Penelitian

Tahapan penelitian pertama adalah menentukan kecepatan putar motor untuk dapat memotong tebu menggunakan *tachometer*. Pada kecepatan putar motor tersebut diukur kebisingan dan getaran mekanisnya. Kecepatan putar motor yang digunakan adalah 7000 rpm dan 9000 rpm. Penelitian dilakukan di kebun tebu Cimahpar, Bogor, Jawa Barat.

Kebisingan diukur menggunakan *sound level meter* dengan satuan *decibel* (dB(A)). Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan pada sumber bising yaitu di sekitar titik dekat engine dan operator pada telinga kanan dan telinga kiri operator. Pada engine, terdapat 6 titik pengukuran yaitu pada bagian atas *engine*, bawah, samping kanan, samping kiri, depan, dan bagian belakang mesin. Pengukuran kebisingan untuk setiap titik dilakukan pengulangan sebanyak 10 kali ulangan dengan interval waktu pengambilan data 5 detik agar diperoleh hasil yang lebih akurat. Setelah dilakukan pengukuran kemudian dilakukan analisa kebisingan dan dibandingkan dengan standar kebisingan yang ada. Pada penelitian ini, standar tingkat kebisingan yang digunakan untuk analisa data adalah standar dari Keputusan Menti Tenaga Kerja Nomor: KEP-51/MEN/1999 tanggal 16 April 1999 dan penentuan waktu optimal penggunaan menggunakan standar dari *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH).

$$\text{Waktu (jam)} = \frac{8}{2^{(L-85)/3}} \text{ NIOSH}$$

Getaran mekanis diukur menggunakan *vibrationmeter*. Pengukuran getaran dilakukan pada rangka atau dudukan mesin (*engine*) yang berhubungan langsung dengan tubuh operator dan batang pengendali saat mesin dioperasikan untuk memotong tebu. Pengukuran getaran dilakukan searah sumbu x, sumbu y, dan sumbu z pada setiap titik pengukuran. Pengukuran dilakukan sebanyak 10 kali ulangan pada tiap kecepatan putar motor yang berbeda. Setelah semua ulangan diperoleh maka dilakukan analisa getaran dan dibandingkan dengan standar batas paparan getaran yang diijinkan. Analisa percepatan getaran dilakukan dengan sesuai dengan standar *European United* (EU) *Derective*, dimana total percepatan getaran pada tiap sumbu pengukuran diplotkan dalam nomogram *Hand Arm Vibratinmeter* untuk menentukan batas kemananan dan kenyamanan dalam penggunaan mesin *saccof harvester*. Nomogram yang digunakan merupakan nomogram dengan *partial*

vibration exposure 8 jam (A(8)), sedangkan dalam pemanenan menggunakan *saccol harvester* dalam satu hari penggunaan mesin ini kurang dari 8 jam berdasarkan perhitungan terkena paparan getaran mekanis. Dengan demikian, diasumsikan bahwa penggunaan mesin *saccol harvester* ini adalah 8 jam dalam satu hari.

Metode pengukuran getaran pada penelitian ini masih terdapat kesalahan. Pengukuran percepatan getaran seharusnya dilakukan pada satu titik pengukuran yang terdiri dari tiga sumbu (x, y, z) dan pengukuran seharusnya dilakukan secara bersamaan pada tiap sumbu pengukuran. Tetapi, karena keterbatasan alat dan sensor pengukur getaran pada alat *vibrationmeter* hanya terdapat satu sensor, sehingga pengukuran getaran pada ketiga sumbu x, y dan z tidak dilakukan pada satu titik dan bukan pada waktu yang bersamaan. Pengukuran getaran dilakukan pada kondisi *full load* saat pisau digunakan untuk memotong, sedangkan untuk kondisi *idle* percepatan getaran yang diterima operator diasumsikan sama dengan kondisi *full load* karena terdapat kesulitan untuk pengukuran dua kondisi yang berbeda tersebut.

Selain pengukuran kebisingan dan getaran mekanis mesin, dilakukan pengukuran secara subyektif dengan melakukan wawancara kepada dua orang petani setelah menggunakan mesin pemanen tebu tersebut. Terutama dampak kebisingan dan getaran mekanis yang dirasakan setelah menggunakan mesin.

Hasil dan Pembahasan

Kebisingan

Dari hasil pengukuran kebisingan pada titik sekitar engine mesin pemanen tebu diketahui rata-rata kebisingan di sekitar mesin.

Tingkat kebisingan pada setiap titik pengukuran berbeda-beda berkisar antara 90-102 dB. Tingkat kebisingan tertinggi terdapat di titik paling dekat dengan sumber bising pada *engine* (titik 1) pada putaran motor 7000 rpm dan 9000 rpm dengan tingkat kebisingan berturut-turut 94.10 dB(A) dan 102.38 dB(A). Hal ini dapat disebabkan titik 1 merupakan titik terdekat dengan sumber bising dari *engine* atau knalpot sebagai tempat keluarnya gas buang. Sedangkan tingkat kebisingan terendah terdapat di titik terjauh dengan *engine* (titik 6) dengan tingkat kebisingan pada 7000 rpm sebesar 85.57 dB(A) dan tingkat kebisingan pada 9000 rpm sebesar 90.77 dB(A). Pada titik 6 bising atau suara sudah teredam oleh tubuh operator dan jarak pengukurannya paling jauh dengan sumber bising atau *engine* sehingga hasil pengukurannya paling rendah diantara titik-titik yang lain. Berdasarkan tingkat kebisingan yang terukur kecepatan putaran motor penggerak berbanding lurus dengan tingkat kebisingannya. Semakin meningkatnya putaran

Tabel 1. Rata-rata intensitas kebisingan pada engine mesin pemanen tebu.

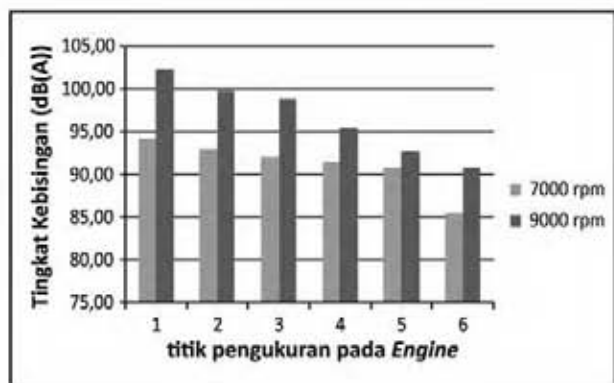
rpm	Titik Pengukuran pada Engine (dB(A))					
	1	2	3	4	5	6
7000	94.10	93.03	92.11	91.51	90.81	85.57
9000	102.38	99.72	98.92	95.36	92.64	90.77

motor maka semakin tinggi tingkat kebisingannya, sebaliknya tingkat kebisingan akan menurun jika kecepatan putaran motor diturunkan.

Berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (BSN) dalam SNI 16-7063-2004 dan Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor: KEP-51/MEN/1999 tentang nilai ambang batas faktor fisika di tempat kerja ditetapkan nilai ambang batas (NAB) kebisingan adalah 85 dB(A). Pada tingkat kebisingan tersebut ditetapkan batas waktu paparan kebisingan tidak boleh melebihi 8 jam per hari. Oleh karena itu, pada lingkungan kerja yang memiliki tingkat kebisingan melebihi NAB harus dilakukan usaha pencegahan terjadinya gangguan pendengaran terhadap para pekerja. Baik pekerja yang berhubungan langsung dengan mesin maupun pekerja yang berada di sekitar mesin.

Tingkat bising yang diterima operator berkisar antara 84 dB(A) sampai 89 dB(A) pada putaran mesin 7000 rpm, sedangkan pada kecepatan putaran mesin 9000 rpm tingkat kebisingan berkisar antara 87 dB(A) sampai 95 dB(A). Tingkat kebisingan ini lebih rendah dari tingkat kebisingan dari sumber bising atau mesinnya karena dipengaruhi oleh jarak dari sumber bising ke telinga operator. Semakin jauh jarak dari sumber bising, maka kebisingan yang dirasakan semakin rendah.

Tingkat kebisingan rata-rata yang diterima operator pada kecepatan putar motor yang berbeda masing-masing 86.71 dB(A) dan 90.09 dB(A), melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan oleh



Gambar 1. Grafik perbandingan tingkat kebisingan pada setiap titik pengukuran pada kecepatan putaran motor berbeda yang dihasilkan engine mesin pemanen tebu (*saccol harvester*)

Tabel 2. Lama mendengar yang diizinkan bagi pengguna mesin pemanen tebu sederhana (*saccof harvester*)

rpm	Tingkat Kebisingan Rata-rata (dB(A))	Lama Mendengar yang Diizinkan (jam/hari)
7000	86.71	5.38
9000	90.09	2.47

Kepmenaker sebesar 85 dB(A). Sehingga dapat disimpulkan penggunaan mesin pemanen tebu tidak boleh melebihi 8 jam per hari. Untuk mengetahui lamanya waktu mendengar yang diperbolehkan dengan tingkat kebisingan diatas 85 dB(A) dapat dilakukan pendekatan menggunakan persamaan standar yang ditetapkan NIOSH. Digunakan standar NIOSH karena standar ini dirasakan paling sesuai pada penelitian kali ini. Persamaan tersebut juga digunakan dalam perhitungan lama waktu mendengar pada standar ISO yang merupakan acuan dari standar NAB yang ditetapkan oleh Kepmenaker. Tabel di bawah ini merupakan hasil perhitungan lamanya waktu mendengar yang

diizinkan berdasarkan standar NIOSH.

Pemakaian mesin pemanen tebu tersebut sebaiknya tidak melebihi dari batas waktu yang diizinkan untuk menjaga kesehatan dan keselamatan kerja operator. Gangguan yang dialami operator biasanya telinga berdenging, pusing, dan pegal sehingga menyebabkan cepat lelah dan penurunan kemampuan mendengar. Efek dari kebisingan ini dapat dikurangi dengan cara penggunaan *ear plug* atau *ear muff*, operator istirahat atau berhenti bekerja dan dilakukan pergantian operator.

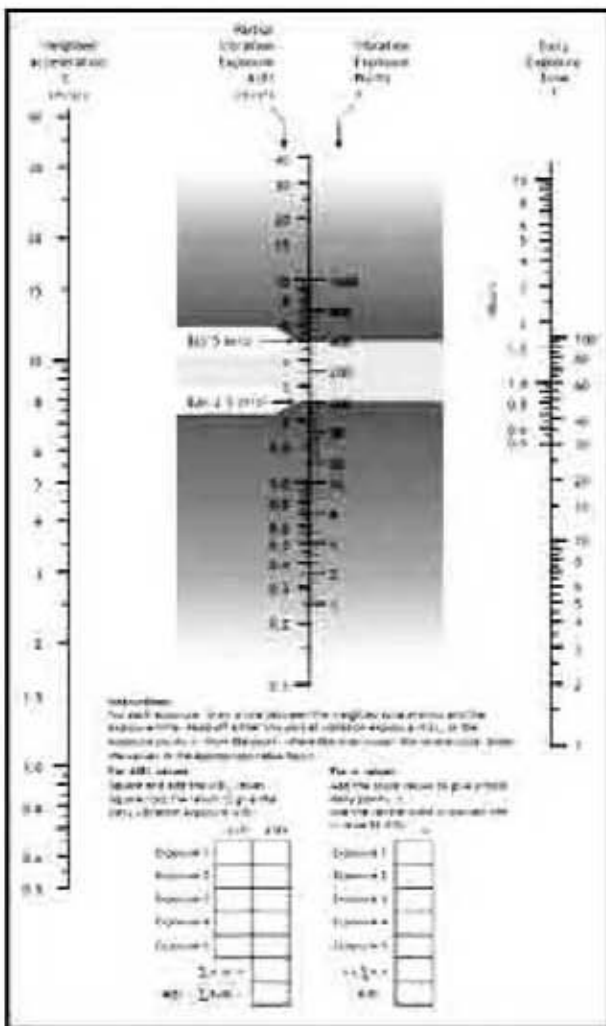
Getaran Mekanis

Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor:KEP-51/MEN/1999 dan Standar International Indonesia (SNI) 16-7063-2004 nilai ambang batas getaran alat kerja yang kontak langsung maupun tidak langsung terhadap tenaga kerja ditetapkan sebesar 4 m/s². data hasil pengukuran getaran yang merambat dari mesin pemanen tebu (*Saccof Harvester*) melalui batang pengendali dan bagian gendongan atau dudukan *engine* ke operator.

Bila dibandingkan dengan standar Kepmenaker, hasil rata-rata percepatan getaran pada batang pengendali masih lebih rendah dari nilai ambang batas, yaitu sebesar 4 m/s². Pada dudukan engine untuk kecepatan putaran motor 7000 rpm masih di bawah nilai ambang batas, sedangkan pada putaran motor 9000 rpm sudah melebihi nilai ambang batas yang ditentukan. Sehingga penggunaan mesin pemanen tebu ini pada kecepatan putar motor 9000 rpm masuk dalam kategori bahaya.

Analisis penentuan batasan waktu penggunaan optimal mesin pemanen tebu dengan analisis *Hand Arm Vibration* berdasarkan standar *EU Directive*. Data percepatan getaran yang dimasukkan pada persamaan sehingga diperoleh total percepatan getaran. Total percepatan getaran pada dudukan mesin dari sumbu x, sumbu y, dan sumbu z sebesar 3.28 m/det² pada kecepatan putar motor 7000, sedangkan pada kecepatan putar motor 9000 rpm sebesar 4.30 m/s². Pada batang pengendali, total percepatan getaran pada kecepatan putar motor 7000 rpm sebesar 6.06 m/s², sedangkan pada kecepatan putar motor 9000 rpm sebesar 8.33 m/s². Total percepatan getaran ini dihubungkan dengan batasan percepatan nyaman dan aman pada nomogram.

Batas kenyamanan dan kemananan dari penggunaan mesin harus diperhatikan karena penggunaan yang tepat dapat mengurangi resiko kecelakaan kerja. Penentuan batas aman penggunaan mesin pemanen tebu ini digunakan nilai yang paling kritis yaitu getaran yang terukur pada dudukan mesin pada kecepatan putar motor 7000 rpm batas aman 5.5 jam per hari, sedangkan pada kecepatan putar motor 9000 rpm sebesar 2.9 jam perhari. Batas waktu kenyamanan penggunaan mesin pemanen tebu masih dibawah batas aman, tetapi kenyamanan harus tetap diperhatikan.



Gambar 2. Nomogram *hand arm vibration* pada dudukan mesin

Tabel 3. Rata-rata Percepatan Getaran pada Batang Pengendali dan Dudukan *Engine* Mesin Pemanen Tebu (*Saccof Harvester*)

rpm	Rata-rata percepatan getaran pada batang pengendali operator saat pengoperasian (m/s ²)			Rata-rata percepatan getaran pada batang dudukan engine saat pengoperasian (m/s ²)		
	Sumbu x	Sumbu y	Sumbu z	Sumbu x	Sumbu y	Sumbu z
7000	1.76	1.18	2.5	3.22	3.28	3.95
9000	1.8	2.12	3.28	4.79	4.56	5.07

Tabel 4. Batas aman (ELV) dan batas nyaman (AEV) berdasarkan nomogram *hand arm vibration*.

rpm	Pada Batang Pengendali			Pada Dudukan Mesin		
	a_{hav} (m/det ²)	EAV (jam)	ELV (jam)	a_{hav} (m/det ²)	EAV (jam)	ELV (jam)
7000	3.28	4.6	> 10	6.06	1.42	5.5
9000	4.30	2.75	> 10	8.33	0.75	2.9

Hasil data subyektif setelah menggunakan mesin pemanen tebu, kedua petani memiliki tingkat kelelahan yang hampir sama. Keluhan dari dampak kebisingan yang dirasakan petani adalah merasa telinga berdengung dan susah berkonsentrasi. Dampak getaran dari mesin membuat kedua petani merasakan pegal-pegal pada punggung dan kram pada tangan. Getaran yang dirasakan oleh petani lebih berdampak pada rasa sakit pada punggung dibandingkan tangan. Hal ini sesuai dengan hasil analisis dampak getaran sebelumnya, bahwa getaran pada dudukan engine yang berhubungan dengan punggung lebih besar dibandingkan getaran pada batang pengendali. Bantalan yang terdapat pada punggung dapat meredam getaran dari engine, tetapi berdasarkan hasil wawancara getaran yang dirasakan atau diterima masih terlalu besar. Getaran yang dirasakan pada batang pengendali juga dirasakan masih terlalu besar.

Kelelahan yang dirasakan oleh petani tidak hanya disebabkan oleh faktor kebisingan dan getaran dari mesin. Faktor lain dapat disebabkan oleh berat atau massa mesin pemanen tersebut, panas yang ditimbulkan dari *engine*, suhu lingkungan, lamanya berdiri, melakukan pekerjaan yang berulang, dan bau bahan bakar yang mengganggu.

Pengendalian pada sumbernya dapat dilakukan dengan mengencangkan kembali sambungan mesin dengan dudukannya agar getaran dapat lebih teredam sebelum mencapai punggung operator. Bantalan punggung pada mesin sebaiknya menggunakan bantalan karet yang memiliki tingkat peredaman lebih tinggi. Getaran yang terjadi pada batang pengendali dapat dikurangi dengan memasang bantalan karet pada batang. Digunakan karet sebagai peredam getaran karena

karet berfungsi baik sebagai isolator getaran. Pengendalian kebisingan dapat dilakukan dengan mengurangi kecepatan putar motor, tetapi kecepatan putar motor masih dalam kisaran 7000 rpm hingga 9000 rpm karena jika terlalu rendah pisau tidak dapat berputar. Untuk menguranginya, dengan mengubah-ubah kecepatan putar motor, misalnya saat memotong dapat menggunakan kecepatan tinggi tetapi saat tidak memotong kecepatan dapat diturunkan.

Pengendalian dapat juga dilakukan pada penerima dengan menggunakan alat pelindung diri (APD), seperti alat pelindung telinga, sarung tangan, masker, dan pakaian lengkap yang sesuai standar untuk pekerjaan di lapang (baju lengan panjang, sepatu, pelindung kepala). Alat pelindung lain yang dapat digunakan adalah rompi dengan ketebalan tertentu. Penggunaan rompi ini dimaksudkan untuk meredam getaran dan dapat mengurangi efek panas dari mesin. Pengaturan jam kerja dan pergantian juga diperlukan agar tidak terjadi hal yang tidak diinginkan.

Simpulan dan Saran

Simpulan

1. Sebaran tingkat kebisingan di lingkungan sekitar mesin *Saccof Harvester* beroperasi berkisar antara 61.27 dB(A)-89.98 dB(A).
2. Nilai percepatan getaran rata-rata pada dudukan engine lebih besar dari nilai percepatan getaran pada batang pengendali.
3. Berdasarkan hasil analisis kebisingan dan getaran mesin *Saccof Harvester*, batas waktu aman penggunaan selama 5.38 jam per hari

untuk kecepatan putar motor 7000 rpm dan 2.5 jam untuk kecepatan putar motor 9000 rpm.

Saran

Operator disarankan agar tidak mengoperasikan mesin pemanen tebu (*Saccof Harvester*) melebihi batas waktu aman yang telah ditentukan. Selain itu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai dampak dari penggunaan mesin pemanen tebu in dan dilakukan pengukuran dengan metode yang benar agar diperoleh hasil yang akurat.

Daftar Pustaka

- Akbar, A.R. 2010. Pengembangan Model Produktivitas Kerja Menggunakan Faktor - Faktor Ergonomi Pada Pengolahan Tanah Pertama Areal Padi Sawah [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. Nilai Ambang Batas Iklim Kerja (Panas), Kebisingan, Getaran Tangan-Lengan dan Radiasi Sinar Ultra Ungu Di Tempat Kerja. [terhubung berkala] <http://xa.yimg.com/kq/groups/11126306/1670291619/name/SNI+16-7063-2004+NAB+iklim+kerja.pdf> [10 Juli 2012]
- Herodian, S., M. Faiz S., L. Saulia. dan M. Yamin. 2007. Pengembangan Laboratorium Virtual Mata Kuliah Ergonomika dan Keselamatan Kerja Berbasis E-Learning. Bogor: Bagian Ergonomika dan Elektronika Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Khoirunissa, S. 2009. Analisis Getaran Mekanis dan Kebisingan pada Pengoperasian *Walking Type Cultivator* [skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Mahmudah, A. M. 2005. Analisis Getaran Mekanis, Kebisingan dan Beban Kerja pada Operasi Mesin Pemotong Rumput [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Menteri Tenaga Kerja. 1999. Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja. Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia [terhubung berkala]. <http://www.iips-online.com/KepMenaker1999.pdf> [28 Juni 2012].
- Taribuka, S. M. 20. Analisis Penyebab Getaran yang Terjadi pada Mesin Gerinda Bangku (*Bench Grinding Machine*). Ambon: Jurusan Mesin Politeknik Negeri Ambon.