

ANALISA PENGARUH VEGETASI TERHADAP TINGKAT KEBISINGAN DI SEPANJANG JALAN RAYA PEKANBARU-BANGKINANG

Azura*, Erwin, Defrianto

Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia

**Azurasagita@yahoo.co.id*

ABSTRACT

The influence of vegetation such as ketapang, sengon, mango, of acacia, durian and palm along Pekanbaru-Bangkinang highway against noise level has been studied. Noise source was originated from sound of vehicles passing through the highway. An instrument used to record the noise level in the study is Sound Level Meter (SLM). In order to obtain the absorption of noise level, then it was used 2 SLMs. The first SLM was utilized to record the noise directly generated by vehicles without any obstacles and the second SLM was located behind the trees as sound obstacles. The position of those two SLMs was arranged along the road with the distance of about 15 m from the highway. The next measurement was to record the noise level for one day started from 7: 00 a.m until 6: 00 p.m along the highway. The influence of the distance against the noise level was also studied. The result of this research showed that palm trees has the highest effect on noise reduction and followed by acacia, mango, durian, sengon and ketapang trees. The high absorption of sound by palm tree of about 6.092% because the volume of the palm leaves per percentage of the absorption is smaller compared to those for other vegetations. These results were compared to those of Maekawa and ISO9613 calculation. From the comparison, it was obtained that Maekawa calculation is higher compared to those of this research, while the ISO9613 calculation was lower. The error percentage of the calculation for Maekawa and ISO9613 was 6.82% and 8.76% respectively. The profile of one day noise along the highway as a function of time showed that there were two peaks of noise that were occurred at 09.00-10.00 and 17.00-18.00. Moreover, the noise level was reduced very significantly from 71.90 dB(A) to 63.58 dB(A) as the measurement away from the noise source.

Keywords: noise level, reduction, profile, vegetation, vehicles and distance

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh vegetasi seperti ketapang, sengon, mangga, akasia, durian dan sawit sepanjang jalan raya Pekanbaru-Bangkinang terhadap tingkat kebisingan. Sumber kebisingan berasal dari suara kendaraan bermotor yang melintas di jalan raya tersebut. Alat yang digunakan untuk merekam tingkat kebisingan dalam penelitian adalah Sound Level Meter (SLM). Untuk mendapatkan nilai penyerapan tingkat kebisingan maka digunakan 2 buah SLM. SLM pertama dipasang didaerah tanpa

pohon sedangkan SLM ke 2 dipasang dibelakang pohon yang digunakan sebagai penyerap bunyi. Posisi dari kedua SLM ini ke jalan raya diatur dengan jarak 15 m. Pengaruh waktu selama satu hari mulai jam 07:00 sampai 18:00 terhadap kebisingan dilakukan untuk mendapatkan profil (pola) tingkat kebisingan selama satu hari di jalan Raya Pekanbaru-Bangkinang. Dari hasil penelitian ini didapat bahwa penyerapan bunyi dari kendaraan bermotor paling tinggi oleh pohon kelapa sawit diikuti oleh akasia, mangga, durian, sengon dan ketapang. Tingginya penyerapan bunyi oleh pohon kelapa sawit (6.092 %) dikarenakan oleh volume ruang daun sawit per persentase penyerapan bunyi lebih kecil dibandingkan dengan vegetasi lainnya. Hasil penelitian ini dibandingkan dengan hasil perhitungan Maekawa dan ISO9613. Dari perbandingan ini didapat bahwa hasil pengukuran hampir sama dengan perhitungan Maekawa, namun perhitungan ISO9613 memiliki nilai lebih kecil dibanding dengan hasil penelitian. Persentase kesalahan (error) dari perhitungan Maekawa dan ISO9613 yaitu 6.82% dan 8.76%. Profil kebisingan sebagai fungsi waktu untuk satu hari pengukuran menunjukkan bahwa terdapat 2 buah puncak dimana puncak pertama terjadi pada jam 09.00-10.00 dan pukul 17.00-18.00. Tingkat kebisingan dari tertinggi ke terendah yaitu 71.90 dB(A) to 63.58 dB(A) berdasarkan hasil pengukuran dari sumber kebisingan.

Kata kunci : kebisingan, penyerapan, profil, vegetasi, kendaraan, dan jarak

PENDAHULUAN

Kebisingan bukanlah merupakan masalah sederhana bagi suatu lokasi tempat tinggal, namun kebisingan merupakan masalah global yang membuat penduduk dunia memfokuskan perhatiannya (Lang, 1999). Penelitian terdahulu (Lambert, et al., 1994), melakukan pengukuran terhadap tingkat polusi kebisingan yang disebabkan oleh kendaraan bermotor di jalan raya yang intensitasnya melebihi 65 dBA sepanjang hari, dan kebisingan ini terus meningkat yang mengakibatkan banyaknya keluhan dari masyarakat yang tinggal didekat lokasi tersebut. Sumber utama dari kebisingan khususnya di jalan raya adalah kendaraan bermotor seperti mobil maupun sepeda motor (OECD-ECMT, 1995). Kebisingan ini dapat mempengaruhi penduduk yang tinggal disekitar area tersebut yang dapat mengakibatkan beberapa persoalan seperti pola tidur, pendengaran dan

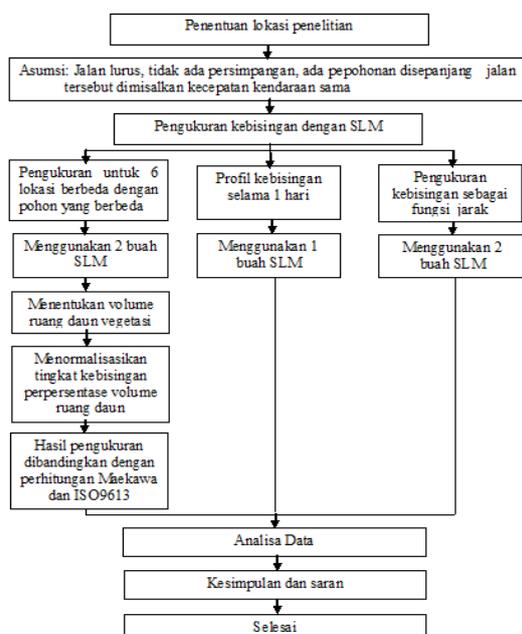
gangguan pada komunikasi tingkah laku social (Berlund, et al., 1995, Tsitsoni, et al., 2005).

Tingkat kebisingan yang disebabkan oleh kendaraan bermotor di jalan raya dapat dikurangi dengan membangun tembok atau dengan menanam pohon disepanjang jalan tersebut. Penggunaan dari kedua cara tersebut merupakan pilihan yang tepat karena cara ini tidak terlalu mahal, oleh karena itu peneliti terdahulu seperti (Fang, et al., 2003; Tyagi, et al., 2006; Malekiet, et al., 2010) telah melakukan penelitian tentang pengurangan tingkat kebisingan di jalan raya dengan menggunakan pepohonan sebagai bahan penyerap dari kebisingan tersebut. Pengukuran yang lebih extensive tentang pengaruh keberadaan pepohonan sepanjang jalan raya telah pula dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya adalah Garg et al., 2012 dan mereka menyimpulkan bahwa keberadaan dari pepohonan sepanjang jalan raya dapat mengurangi tingkat kebisingan. Potensi dari pepohonan

dalam mengurangi tingkat kebisingan di jalan raya belum sepenuhnya dieksploitasi di Indonesia walaupun kenyataannya banyak jenis dari pepohonan di sepanjang jalan raya tersebut. Walaupun banyak pohon disepanjang jalan raya tersebut namun tingkat kebisingan masih tinggi ini berarti bahwa pepohonan tersebut tidak banyak melakukan penyerapan terhadap kebisingan yang ditimbulkan oleh kendaraan yang melalui jalan tersebut. Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti tertarik untuk menentukan pengukuran terhadap nilai penyerapan bunyi atau kebisingan yang disebabkan oleh kendaraan bermotor di jalan raya Pekanbaru-Bangkinang oleh pohon-pohon yang berada disekitar jalan tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan eksperimen dengan langkah-langkah yang ditunjukkan oleh bagan alir sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Alat dalam penelitian ini adalah Sound Level Meter (SLM) sebagai alat ukur sumber bunyi, laptop sebagai alat untuk mengolah dan menampilkan data pengujian, tripod untuk meletakkan SLM, meteran sebagai alat mengukur jarak dan timer untuk menghitung waktu.

Pengambilan data dilakukan pada 8 lokasi berbeda yaitu 6 lokasi untuk pengukuran menggunakan pohon (ketapang, sengon, mangga, akasia, durian, dan sawit) sebagai penyerap, lokasi 7 untuk profil pengukuran kebisingan selama 1 hari dan lokasi 8 untuk pengukuran fungsi jarak dari 10-50 m. Selanjutnya hasil pengukuran dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan metode Maekawa dan ISO9613.

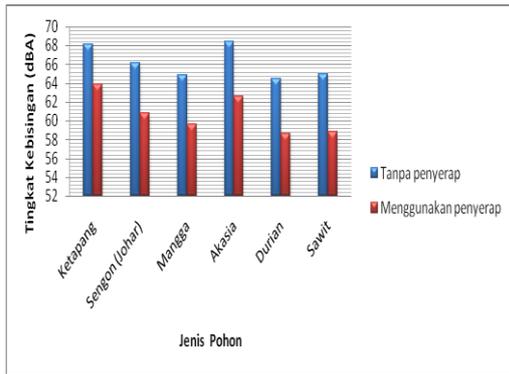
Pengukuran tingkat intensitas dengan menggunakan Sound Level Meter (SLM) analog diukur dengan tekanan bunyi dB(A).

HASIL DAN PEMBAHASAN

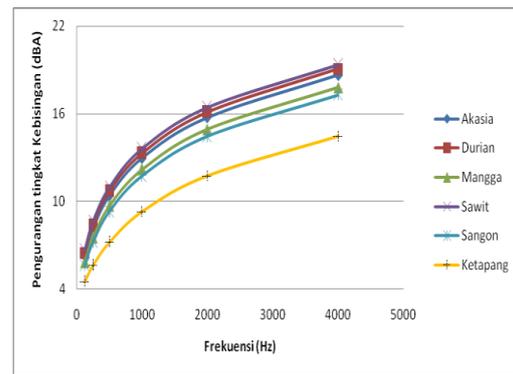
Hasil penelitian ini membahas tentang hasil dan analisa pengaruh vegetasi (ketapang, sengon, mangga, akasia, durian, sawit) terhadap tingkat kebisingan di jalan raya Pekanbaru-Bangkinang dan membandingkan hasil pengukuran dengan menggunakan metode Maekawa dan ISO9613.

a. Hasil pengukuran tingkat kebisingan oleh vegetasi di jalan raya Pekanbaru-Bangkinang.

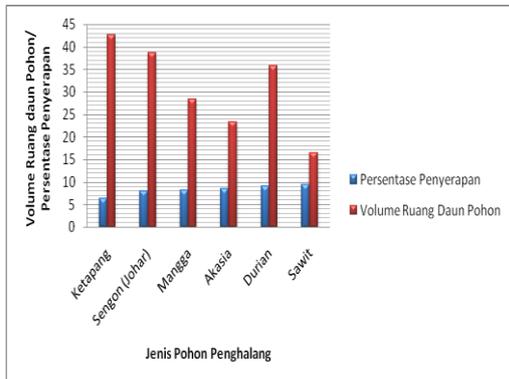
Gambar 2 sampai Gambar 6 menunjukkan grafik penyerapan bunyi oleh vegetasi (ketapang, sengon, mangga, akasia, durian, sawit) terhadap tingkat kebisingan di sepanjang jalan raya Pekanbaru-Bangkinang.



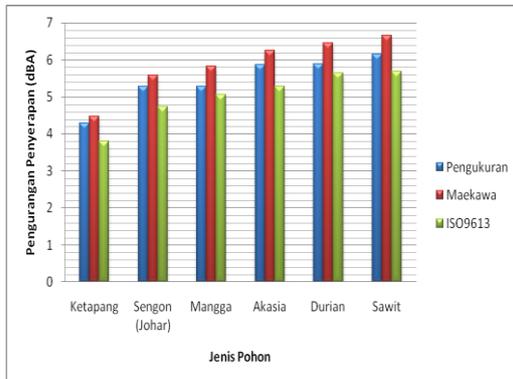
Gambar 2. Grafik tingkat kebisingan rata-rata tanpa bahan penyerap dan menggunakan penyerap di Jalan Raya Pekanbaru-Bangkinang



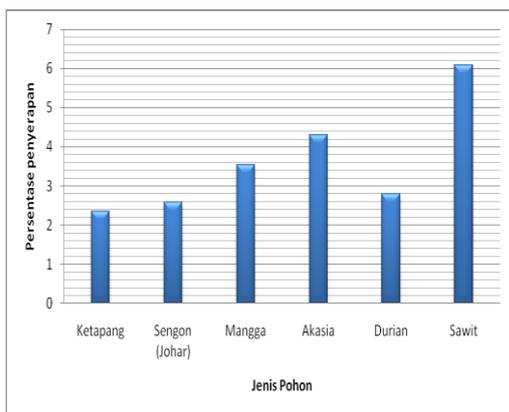
Gambar 5 Grafik pengurangan tingkat kebisingan oleh beberapa jenis pohon sebagai fungsi frekuensi dan jarak berdasarkan perhitungan Maekawa



Gambar 3 Grafik persentase penyerapan bunyi oleh beberapa jenis pohon



Gambar 6 Grafik perbandingan tingkat kebisingan di Jalan raya Pekanbaru-Bangkinang berdasarkan hasil Pengukuran, Maekawa dan ISO9613



Gambar 4 Grafik persentase penyerapan bunyi oleh pohon-pohon sepanjang jalan Raya Pekanbaru-Bangkinang

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa secara umum tingkat kebisingan di jalan raya Pekanbaru-Bangkinang nilainya berkurang dengan adanya pohon sebagai bahan penghalang (penyerap). Penyerapan tingkat kebisingan paling tinggi diperoleh dengan memanfaatkan pohon sawit kemudian diikuti oleh pohon durian, akasia, mangga, sengon dan ketapang. Tingginya nilai penyerapan oleh daun pohon sawit disebabkan oleh besarnya kerapatan (jumlah daun/volume ruang daun pohon) dibandingkan dengan daun-daun

pohon penghalang lainnya seperti ditampilkan pada Gambar 3 dijelaskan bahwa persentase tingkat kebisingan sepanjang jalan Raya Pekanbaru-Bangkinang dapat ditentukan dengan membagi besaran volume ruang daun pohon-pohon dengan nilai konstan misalnya 100 m^3 dengan volume ruang daun pohon per persentase penyerapan hasil experiment. Grafik persentase penyerapan ini ditunjukkan pada Gambar 4. Tingginya persentase penyerapan oleh daun kelapa sawit disebabkan oleh rendahnya nilai perbandingan volume ruang daun pohon per persentase penyerapan oleh daun pohon tersebut. Sementara pohon ketapang memberikan nilai penyerapan terhadap bunyi paling rendah. Rendahnya penyerapan bunyi oleh pohon ketapang disebabkan oleh besarnya nilai perbandingan antara volume ruang daun ketapang terhadap persentase penyerapan.

Nilai reduksi tingkat kebisingan bertambah besarnya ketika frekuensi bunyi ditingkatkan dan adanya perbedaan jarak dari pohon ke SLM. Grafik hubungan antara reduksi tingkat kebisingan sebagai fungsi frekuensi ditampilkan dalam Gambar 5. Peningkatan nilai reduksi penyerapan bunyi sebagai fungsi frekuensi dikonfirmasi melalui hasil penelitian (Deborah, 2013 dan Septina, 2014). Kesesuaian antara hasil pengukuran dan metode Maekawa pada frekuensi rendah (125 Hz) adalah karena sumber bunyi di jalan raya Pekanbaru-Bangkinang berasal dari kendaraan bermotor.

Hasil penelitian tentang penyerapan bunyi oleh beberapa jenis pohon penghalang selanjutnya dibandingkan dengan hasil perhitungan Maekawa. Hasil pengamatan tingkat kebisingan yang diperoleh memiliki

nilai yang hampir sama dengan Maekawa khususnya pada frekuensi rendah yaitu 125 Hz. Hasil pengukuran reduksi tingkat kebisingan di Jalan Raya Pekanbaru-Bangkinang dibandingkan dengan hasil perhitungan ISO9613.

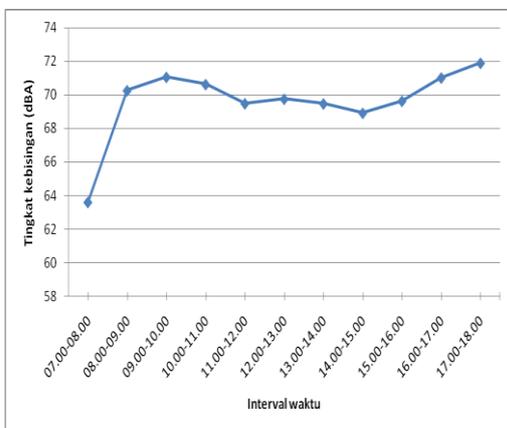
Gambar 6 menampilkan grafik hasil perhitungan penurunan tingkat kebisingan yang disebabkan oleh penghalang sepanjang jalan Raya tersebut berupa pepohonan antara hasil pengukuran, perhitungan Maekawa dan ISO9613 secara umum bahwa karakteristik dari pengukuran menunjukkan bahwa data yang diperoleh konsisten antara perhitungan menggunakan metode Maekawa dan ISO9613. Namun hasil perhitungan reduksi kebisingan dengan menggunakan ISO9613 lebih kecil dibandingkan hasil pengukuran langsung. Sementara hasil pengukuran langsung dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan metode Maekawa maka terlihat jelas bahwa nilai kebisingan rata-rata pengukuran lebih besar. Tingginya nilai penyerapan bunyi hasil pengukuran langsung dibandingkan dengan hasil perhitungan ISO9613 disebabkan oleh pengurangan langsung dari intensitas bunyi tanpa bahan penyerap dan menggunakan bahan penyerap. Sedangkan menggunakan ISO9613 melibatkan persamaan matematika yang lebih rumit seperti adanya faktor pengurangan yang disebabkan oleh absorpsi yang disebabkan oleh *ground* dan *barrier* (penghalang). Sementara metode Maekawa melibatkan frekuensi. Persentase kesalahan (error) rata-rata untuk Maekawa memiliki nilai yang lebih rendah sebesar 6,82% sedangkan ISO9613 memiliki nilai yang lebih tinggi yaitu (8,76%).

Tabel 1 : Perbandingan Tingkat Reduksi Kebisingan di Jalan Raya Pekanbaru - Bangkinang Berdasarkan Hasil pengukuran, Metode Maekawa dan ISO9613

No	Jenis Pohon	Nilai reduksi tingkat kebisingan		
		Pengukuran (dBA)	Maekawa (dBA)	ISO9613 (dBA)
1	Ketapang	4,30	4,48	3,80
2	Sengon	5,28	5,58	4,74
3	Mangga	5,29	5,82	5,06
4	Akasia	5,86	6,25	5,28
5	Durian	5,89	6,46	5,65
6	Sawit	6,16	6,65	5,69

b. Hasil pengukuran tingkat kebisingan jalan raya Pekanbaru-Bangkinang berdasarkan waktu.

Hasil pengukuran tingkat kebisingan di jalan raya Pekanbaru-Bangkinang berdasarkan waktu yaitu dari jam 07:00 sampai 18:00 pada tanggal 15 Juni 2014 (hari minggu) ditampilkan pada Gambar 7 berikut ini



Gambar 7 Grafik tingkat kebisingan rata-rata Jalan raya Pekanbaru-Bangkinang

Dari Gambar 7 secara umum dapat dilihat bahwa pola kebisingan pada tanggal 15 Juni 2014 selama satu hari mulai dari jam 07.00 pagi – 18.00 sore memiliki dua buah puncak

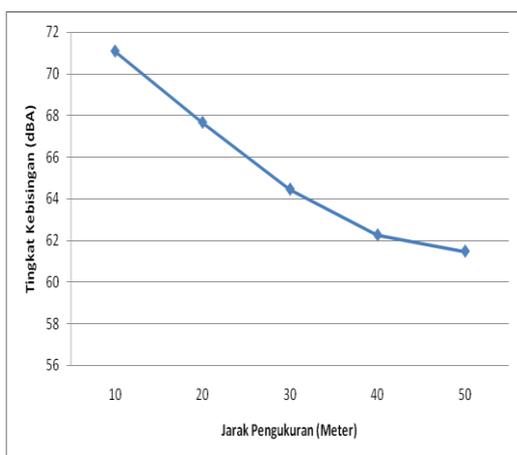
kebisingan. Kebisingan dengan nilai maximum terjadi pada jam 09.00-10.00 dan jam 17.00-18.00, sedangkan nilai kebisingan diluar interval ini adalah minimum dan nilai yang paling rendah terjadi pada jam 07.00-08.00 pagi. Puncak-puncak kebisingan pertama terjadi mulai pukul 08.00-10.00 kemudian menurun hingga jam 13.00 dan kembali naik nilainya pada jam 15.00-16.00. Nilai tingkat kebisingan maksimum ini terjadi karena pada saat itu jumlah kendaraan yang melewati jalan dari Pekanbaru ke Bangkinang meningkat. Peningkatan jumlah kendaraan ini didominasi kendaraan berat dan mobil besar mobil pribadi.

Profil kebisingan sebagai fungsi waktu seperti ditampilkan pada Gambar 7 diatas memiliki nilai yang tidak sama. Pada jam 07.00-08.00 pagi, tingkat kebisingan di pagi hari memiliki nilai yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan tingkat kebisingan di waktu yang lain. Kecilnya nilai tingkat kebisingan pada jam tersebut disebabkan oleh rendahnya jumlah kendaraan yang melewati daerah tersebut atau titik pengamatan. Selanjutnya pada jam 08.00-09.00 dan 09.00-10.00 nilai tingkat kebisingan mulai meningkat dari 70 sampai 71 dB.

Banyaknya kendaraan yang melewati jalan raya Pekanbaru-Bangkinang, menyebabkan arus transportasi di jalan raya meningkat. Kemudian menurun pada jam-jam berikutnya, karena berkurangnya kendaraan yang melewati jalan tersebut, sehingga tingkat kebisingan menurun. Namun tingkat kebisingan meningkat pada jam 15.00-16.00, peningkatan ini terjadi karena truk-truk besar dari arah Bangkinang kembali menuju ke Pekanbaru ataupun dari arah Pekanbaru menuju bangkinang. Hal ini yang menyebabkan peningkatan kebisingan sampai jam 17.00-18.00 sore. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini sesuai dengan hasil yang didapat oleh peneliti terdahulu (Risna, 2011)

c. Hasil pengukuran tingkat kebisingan jalan raya Pekanbaru-Bangkinang berdasarkan jarak pengamatan dari sumber kebisingan

Hasil tingkat kebisingan berdasarkan jarak pengamatan ditampilkan dalam Gambar 7 berikut ini. Untuk mendapatkan nilai tingkat kebisingan berdasarkan jarak ini maka dalam penelitian ini digunakan 2 buah sound level meter (SLM).



Gambar 8 Grafik tingkat kebisingan jalan raya Pekanbaru-Bangkinang berdasarkan jarak dari sumber kebisingan.

Pengukuran tingkat kebisingan berdasarkan jarak untuk sumber bunyi yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor di jalan raya sebaiknya dilakukan dengan menggunakan lebih dari dua buah SLM. Namun dalam penelitian ini hanya digunakan dua buah SLM, sehingga data ketiga dan keempat serta kelima dari hasil pengukuran dilakukan setelah pengambilan data untuk 2 jarak pertama dengan sumber kebisingan yang sama. Pengukuran pada titik pengamatan ketiga, keempat dan kelima dilakukan dengan asumsi bahwa sumber bunyi atau kebisingan adalah sama dengan pengukuran pada titik pengamatan yang pertama dan kedua sesuai dengan data yang ditampilkan pada Gambar 7 yaitu pada jam 13.00 dan 15.00. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa tingkat kebisingan pada jam 13.00 dan 15.00 memiliki tingkat kebisingan yang hampir sama.

Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa jarak yang pertama diambil dari titik pengamatan yaitu 10 m (dari jalan ke titik pengamatan). Selanjutnya pada titik ke 2 yaitu 20 m dari titik pengamatan, begitu juga selanjutnya sampai 5 titik pengamatan. Pengukuran dilakukan selama satu jam untuk setiap titik dengan jarak yang berbeda. Jarak yang pertama yaitu 10 m dari grafik dilihat tingkat kebisingan masih tinggi yaitu 71,08 dBA. Hal ini disebabkan karena jarak titik pengamatan yang sangat dekat dengan jalan raya sehingga tingkat kebisingannya lebih tinggi. Kemudian untuk jarak yang selanjutnya 20 m, 30 m, 40 m dan 50 m semakin menurun dari jarak 10 m. Hal ini karena

jarak dari sumber kebisingan semakin jauh, sehingga tingkat kebisingannya semakin lama semakin rendah.

Secara umum dapat dilihat bahwa jarak pengamatan sangat mempengaruhi tingkat kebisingan. Semakin besar jarak pengamatan terhadap sumber kebisingan dalam hal ini adalah kendaraan yang melintas di jalan raya, maka semakin rendah tingkat kebisingan yang di dapatkan. Penurunan nilai ini sesuai dengan yang diharapkan karena bunyi mengalami absorpsi oleh udara melalui hubungan perbandingan langsung terhadap kuadrat jarak pengamatan atau pengukuran ($1/r^2$).

KESIMPULAN

Nilai tingkat kebisingan di Jalan raya Pekanbaru Bangkinang yang disebabkan oleh kendaraan bermotor mengalami penurunan dengan adanya pepohonan seperti ketapang, sengon, mangga, akasia, durian dan sawit disepanjang jalan tersebut. Penyerapan bunyi paling besar disebabkan oleh pohon sawit (6,092 %) diikuti oleh akasia (4,29%), mangga (3,53%), durian (2,79%), sengon (2,58%) dan ketapang (2,34%).

Nilai reduksi kebisingan berdasarkan hasil pengukuran dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan metode Maekawa dan ISO9613. Dari perbandingan ini dapat disimpulkan bahwa data hasil pengukuran memiliki karakteristik yang sama dengan kedua metode tersebut. Namun nilai reduksi kebisingan berdasarkan pengukuran memiliki nilai lebih besar dibandingkan dengan ISO9613. Rata-rata persentase error menunjukkan bahwa metode Maekawa memiliki nilai yang lebih kecil 6,82%

sedangkan ISO9613 memiliki nilai yang lebih besar yaitu 8,76%.

Tingkat kebisingan untuk data sehari yaitu dari jam 07.00-18.00 wib memiliki dua puncak maximum yaitu pada jam 09.00-10.00 dan jam 17.00-18.00. Tingkat kebisingan tertinggi terjadi pada jam 17.00-18.00 wib yaitu sebesar 71,90 dBA dan terendah pada jam 07.00-08.00 sebesar 63,58 dBA. Tinggi rendahnya tingkat kebisingan ini dipengaruhi oleh banyaknya kendaraan yang melintas pada saat itu.

Tingkat kebisingan sebagai fungsi jarak pengukuran nilainya semakin kecil seiring dengan bertambahnya jarak dari sumber kebisingan. Pengurangan ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah penyerapan terhadap bunyi oleh udara dan pepohonan yang berada disekitar lingkungan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Berlund, B., Lindvall, T., 1995. Community noise. Document prepared for the World Health Organization. Archives of the Center for Sensory Research, 2, 1-195.
- Endriani, Risna. 2011. Pengukuran Tingkat Kebisingan di Jalan H.R Soebrantas Pekanbaru. Skripsi. UR, Pekanbaru
- Fang C.F., Ling D.L. (2003), *Investigation of the noise reduction provided by tree belts*, Landscape Ur-ban Plan, **63**, 187–95.
- Garg N., Sharma O., Mohanan V., Maji S. (2012), *Passive noise control measures for traffic noise abate-*

- ment in Delhi*, India, Journal of Scientific and Industrial Research, **71**, 226–234.
- ISO 9613-2: Acoustics–Attenuation of sound during propagation out doors–Part 2: General method of calculation, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 1996.
- Lang, W.W., 1999. *Is noise policy a global issue, or is it a local issue?*. In: Cuschieri J., Glegg S. and Yan Yong (eds.). *Internoise 99- The 1999 International Congress on noise Control Engineering*, December 1999, Fort Lauderdale, Florida. USA, 1939-1943.
- Lambert, J., Vallet, M., 1994. *Study Related to the Preparation of a Communication on a Future EC Noise Policy*. INRETS LRN Report No. 9420, INRETS-Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Bron, France.
- Maekawa Z., Noise reduction by screens, *Applied Acoustics*, Issue 3, Vol. 1, pp 157-173, 1968.
- Maleki K., Hosseini S.M., Nasiri P. (2010), *The Effect of Pure and Mixed Plantations of Robinia Pseudoacacia and Pinus Eldarica on Traffic Noise Decrease*, *International Journal of Environmental Sciences*, 1, 213–224.
- OECD-ECMT, 1995. *Urban Travel and Sustainable Development*. European Conference of Ministers of Transport, Organization for Economic Co-operation and Development, Paris, France.
- Septina, Sari. 2014. *Pengukuran Tingkat Penyerapan Bunyi Keppangan Batang Kelapa Sawit dengan Menggunakan Tabung Impedansi*. Skripsi. UR, Pekanbaru.
- Sinaga, Debora M. 2013. *Pengukuran Koefisien Absorpsi Bunyi dari Limbah Batang Kelapa Sawit*. Skripsi. UR, Pekanbaru.
- Tsitsoni, Th., Batala, E., Zagas, Th., 2005. Management of urban and suggestions for its upgrade in the Municipality of Thessaloniki. *Proceedings of the 12th Panhellenic Forest Science Conference*, October 2-4, Drama, Greece, 231-242 (in Greek).
- Tyagi V., Kumar K., Jain V.K. (2006), *A study of the spectral characteristics of traffic noise attenuation by vegetation belts in Delhi*, *Applied Acoustics*, **67**, 926–935