

Identifikasi Sumber Kebisingan Pada Generator Listrik Skala *Rumahan* Berbahan Bakar Bensin

Meifal Rusli, dan Lovely Son

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163
E-mail: meifal@ft.unand.ac.id

Abstrak

Salah satu masalah kebisingan yang cukup mengganggu di perumahan dan perkantoran adalah kebisingan yang ditimbulkan oleh generator listrik skala kecil (genset) yang digunakan pada saat listrik yang berasal dari PLN padam. Suara yang dihasilkan oleh generator ini tidak hanya mengganggu penghuni yang tinggal di dalam rumah/kantor tersebut akan tetapi juga mengganggu orang-raong yang tinggal di sekitarnya. Untuk perencanaan peredamannya, perlu dilakukan identifikasi karakteristik sumber bunyi dari genset ini.

Pada artikel ini dibahas identifikasi sumber-sumber munculnya kebisingan pada genset. Dalam identifikasi ini, pengukuran kebisingan dilakukan pada banyak titik di beberapa sisigenset. Dengan demikian peta suara (sound mapping) pada frekuensi-frekuensi yang ingin diamati dapat digambarkan dengan baik. Posisi sumber suara untuk beberapa frekuensi dapat dilihat melalui peta suara tersebut. Hasil pengukuran pada titik yang berbeda menunjukkan kandungan frekuensi dan besar amplitude yang berbeda. Perbedaan kandungan frekuensi ini disebabkan oleh perbedaan sumber suara yang dominan di sekitar titik-titik pengukuran. Disamping itu, genset menghasilkan suara dengan rentang frekuensi yang rendah. Puncak-puncak frekuensi hanya berada di rentang frekuensi sampai 1200 Hz. Dari peta suara yang dihasilkan dapat diamati bahwa knalpot penyumbang kebisingan dengan tekanan suara cukup besarpada frekuensi 27 Hz dan harmoniknya pada 54 Hz. Generator listrik membangkitkan suara pada frekuensi 106 Hz. Sedangkan frekuensi lebih tinggi pada frekuensi 577 dan 1245 Hz dihasilkan di sekitar motor bakar bensin. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa, sumber kebisingan tidak hanya berasal dari knalpot, tetapi juga berasal dari beberapa elemen yang lain seperti motor bensin, generator listrik. Walaupun knalpot menghasilkan suara yang paling dominan dengan frekuensi yang rendah.

Keywords: *peta suara, sumber kebisingan, generator listrik.*

PENDAHULUAN

Perkembangan industri dan mekanisasi yang sangat pesat serta diikuti oleh meningkatnya populasi penduduk menyebabkan semakin bertambahnya kebisingan dan jumlah manusia yang mendengarkannya [BS 4142, 1997]. Pada tingkat kebisingan yang rendah, pengaruhnya pada manusia dapat berupa berkurangnya kualitas hidup seperti: stress, meningkatnya tekanan darah dan tidur yang tidak nyenyak [BS 4142, 1997]. Pada tingkat kebisingan yang lebih tinggi, kebisingan dapat menyebabkan hilangnya pendengaran dan bahkan dapat mempengaruhi fungsi kerja organ tubuh yang lain.

Diantara masalah kebisingan yang cukup banyak ditemui terutama di rumah masyarakat adalah kebisingan yang ditimbulkan oleh generator listrik skala kecil (genset). Generator ini sering digunakan di rumah-rumah dan perkantoran pada saat pasokan

listrik yang berasal dari PLN padam. Generator ini biasanya diletakkan di dekat rumah/kantor sehingga kebisingan yang dihasilkan sangat mengganggu penghuni dan warga yang berada di sekitar bangunan tempat genset tersebut diletakkan.

Untuk itu perlu diidentifikasi sumber dan karakteristik suara yang dihasilkan yang nantinya dapat digunakan untuk menentukan metode untuk peredaman sumber bunyi dan genset ini. Teknik-teknik identifikasi dan peredaman yang dikembangkan tidak saja bisa digunakan untuk genset, tetapi bisa juga dikembangkan peralatan rumah tangga penghasil kebisingan yang lain seperti pembersih vakum (*vacum cleaner*) dan pompa listrik. Salah satu karakteristik dari kebisingan peralatan-peralatan seperti ini adalah frekuensi suaranya yang relatif tetap, sehingga teknik teknik pengidentifikasian dan peredaman dapat diarahkan pada frekuensi tertentu saja.

Secara teknis, peredaman kebisingan dilakukan dengan cara mengurangi getaran pada mesin dan penggunaan alat pembatas akustik yang terbuat dari material penyerap suara. Untuk mendapatkan hasil peredaman kebisingan yang optimal, informasi tentang karakteristik suara yang muncul pada lokasi pemasangan peredam sangat diperlukan. Informasi ini berguna untuk menentukan jenis peredam kebisingan yang akan digunakan berdasarkan tingkat peredaman yang diinginkan untuk setiap frekuensi dari suara yang muncul [BA 7660-06 1998].

Pada artikel ini didiskusikan pengidentifikasian sumber kebisingan serta karakteristik suara yang terjadi pada generator listrik (genset) skala rumahan dengan daya 1000 Watt. Melalui hasil penelitian ini diharapkan upaya untuk peredaman suara melalui metode-metode yang sesuai dapat dilakukan.

SUMBER-SUMBER KEBISINGAN

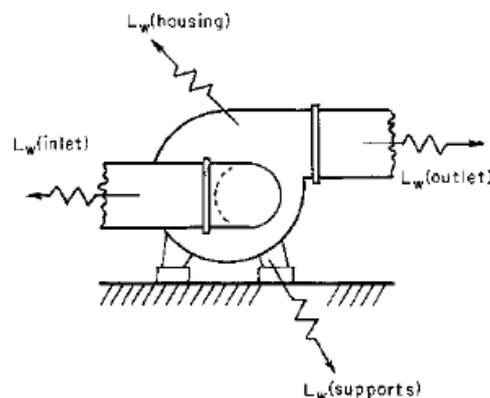
Kebisingan, terutama di industri berasal dari beberapa sumber diantaranya disebabkan oleh *fan*, motor listrik, pompa, kompresor, katup, ventilasi gas dan lainnya [Burdisso, 1993, Bullmore, 1987]. Tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh sumber tersebut dapat diukur dengan suatu alat yang dinamakan *sound pressure meter*. Komponen utama *sound pressure meter* ini adalah sensor *microphone*. Tingkat kebisingan yang diukur oleh *sound pressure meter* dinyatakan dalam bentuk *sound pressure level* (L_p). *Sound pressure level* yang terukur pada suatu titik pengukuran di ruang terbuka dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti *power level* dari sumber suara (L_w), arah perambatan gelombang suara, jarak titik pengukuran, media perambatan suara dan faktor tekanan serta temperatur udara. Pada Pers.(1) diperlihatkan kontribusi semua faktor di atas terhadap L_p

$$L_p = L_w + DI - 20\log_{10}(r) + 10\log_{10}(e^{-mr}) - 10\log_{10}\left(\frac{4\pi P_{ref}^2}{\rho_0 c W_{ref}}\right) \quad (1)$$

Pada ruang tertutup, *sound pressure level* dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti *power level* dari sumber suara (L_w), penyerapan suara oleh dinding, jarak titik pengukuran dari sumber dan faktor tekanan serta temperatur udara seperti ditunjukkan pada Pers.(2)

$$L_p = L_w + 10\log_{10}\left(\frac{4}{R} + \frac{Q}{4\pi r^2}\right) + 10\log_{10}\left(\frac{\rho_0 c W_{ref}}{P_{ref}^2}\right) \quad (2)$$

Kebisingan yang dibangkitkan pada mesin-mesin di industri akibat komponen yang berputar seperti motor, fan, generator dan lain-lain berasal dari empat sumber utama seperti terlihat pada Gambar 1. Pada Gambar 1 diperlihatkan sebuah kompresor yang membangkitkan suara yang cukup tinggi intensitasnya.



Gambar 1 Sumber kebisingan pada komponen berputar

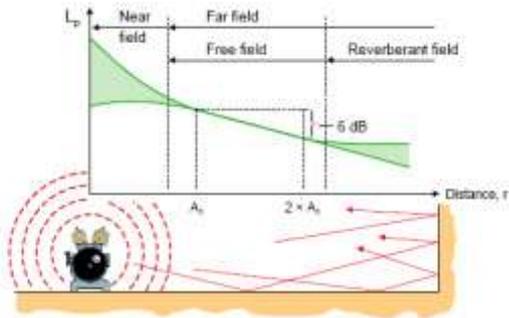
Sumber pertama adalah kebisingan akibat getaran pada *housing*. Getaran ini umumnya disebabkan oleh adanya massa *unbalance* atau *misalignment* pada poros. Sumber kebisingan yang berikutnya disebabkan oleh turbulensi aliran udara pada saluran *inlet* dan *outlet*. Sumber yang terakhir adalah transmisi gaya ke tumpuan (*support*) sehingga menimbulkan getaran pada struktur penumpu. Masing-masing sumber akan membangkitkan suara dengan frekuensi dan *power level* yang berbeda. Perbedaan inilah yang juga dimanfaatkan untuk memonitor kondisi peralatan/elemen tersebut.

METODE PENGUKURAN

Penelitian pada tahap ini dilakukan dengan identifikasi sumber kebisingan pada generator listrik (Genset). Identifikasi dilakukan dengan alat ukur *sound pressure level* yang menggunakan sensor *microphone*. Secara umum, kebisingan pada mesin berasal dari beberapa sumber seperti getaran kejut akibat pembakaran di ruang bakar piston, getaran pada struktur mesin dan aliran udara turbulen pada katup *inlet* dan *outlet* mesin, generator pembangkit dan sebagainya [Li, 2000]. Pembakaran di ruang bakar piston menyebabkan perubahan tekanan yang tiba-tiba. Perubahan tekanan ini meningkatkan kebisingan total pada mesin.

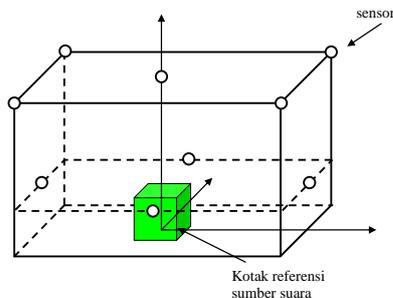
Getaran pada struktur mesin disebabkan oleh gaya-gaya bolak balik pada piston yang diteruskan oleh mekanisme poros engkol ke struktur dari mesin. Untuk mendapatkan karakteristik suara dari setiap sumber kebisingan ini dilakukan pengukuran di sekitar mesin. Dalam pengukuran ini, lokasi penempatan sensor sangat menentukan hasil pengukuran. Untuk mendapatkan hasil pengukuran *sound pressure* yang mencerminkan karakteristik kebisingan yang diukur maka pengukuran harus dilakukan di dalam *free field* seperti terlihat pada

Gambar 4 [Nelson, 1992, 2000, 2001].. Pada tahap awal penelitian dilakukan beberapa pengujian untuk mendapatkan informasi lengkap tentang karakteristik sumber kebisingan komponen dari genset.



Gambar 4 Pengukuran sumber kebisingan [BA 7666-11, 1998]

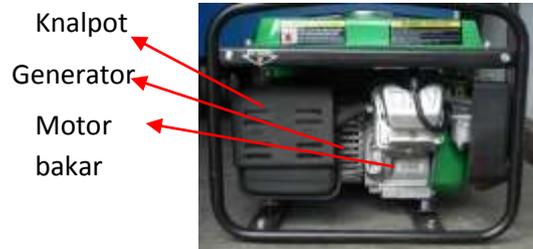
Dalam penelitian ini, suatu array posisi *sound pressure level* berbentuk kubus seperti diperlihatkan pada Gambar 5 digunakan untuk menentukan *sound power level*. Pada Gambar 5 ini, sensor diletakkan pada banyak titik di setiap sisi kubus, maka peta suara (*sound mapping*) dapat digambarkan dengan baik [Frank, 2004]. Titik pengujian dapat diperbanyak untuk meningkatkan tingkat sensitifitas pengukuran terutama untuk mesin yang mempunyai elemen pembangkit suara yang cukup banyak. Dari peta suara dapat diketahui sumber suara pada setiap komponen mesin yang paling berperan dalam menghasilkan kebisingan. Analisis dilakukan terhadap karakteristik frekuensi dari masing-masing sumber dan terdeteksi.



Gambar 5 Array sensor untuk penentuan sound power level

Adapun generator listrik yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat diamati pada Gambar 6. Gambar 6 memperlihatkan generator listrik dari beberapa sisi pandang. Ada beberapa komponen utama dari generator listrik, yaitu

1. Mesin (gasoline enginer)
2. Muffler (knalpot)
3. Generator listrik
4. Fan pendingin
5. Panel-panel listrik
6. Tangki minyak
7. Saringan udara



Gambar 6. Generator listrik dengan daya 1000 watt

Pengukuran suara dilakukan pada beberapa sisi generator untuk mendapatkan peta kebisingan dari generator listrik ini. Untuk memudahkan pengaturan posisi pengukuran, jarring kawat digunakan di melingkupi generator yang akan diukur. Jarak posisi mikrofon untuk pengukuran adalah 75 mm. Untuk pengukuran satu sisi seperti pada Gambar 7, dilakukan pada 49 titik, dengan 7 titik koordinat arah horizontal dan 7 titik koordinat arah vertikal.



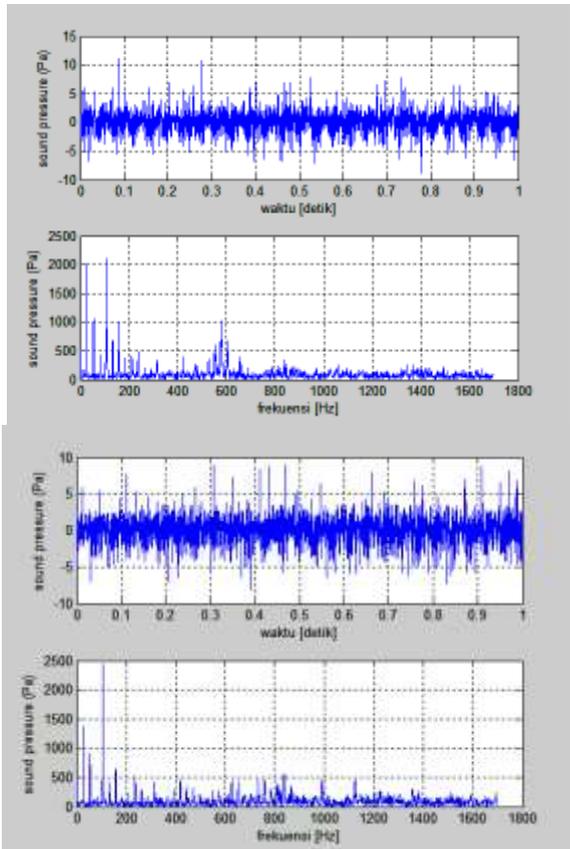
Gambar 7 pemasangan sangkar untuk koordinat pengukuran

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *pressure field microfon (uni directional microphone)* dan pencuplikan data dilakukan dengan menggunakan *digital storage oscilloscope*. Data dari oscilloscope diolah melalui matlab. Untuk memperbaiki resolusi data, maka dilakukan intepolasi linier untuk mendapatkan estimasi nilai pengukuran antara 2 titik pengukuran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran suara dilakukan pada beberapa sisi generator untuk mendapatkan peta kebisingan dari

generator listrik ini. Untuk memudahkan pengaturan posisi pengukuran, jarring kawat digunakan di melingkupi generator yang akan diukur. Jarak posisi mikrofon untuk pengukuran adalah 75 mm. Hasil pengukuran beberapa titik dalam domain waktu dan frekuensi dapat diamati pada Gambar 8.



Gambar 8 Hasil pada dua titik pengukuran

Dari Gambar 8 terlihat bahwa hasil pengukuran pada 2 titik yang berbeda menunjukkan kandungan frekuensi dan besar amplitude yang berbeda. Perbedaan kandungan frekuensi ini disebabkan oleh perbedaan frekuensi suara yang dominan di sekitar titik-titik pengukuran. Disamping itu, generator listrik menghasilkan suara dengan rentang frekuensi yang rendah. Puncak-puncak frekuensi hanya berada di rentang frekuensi sampai 1200 Hz. Oleh karena itu pada analisis selanjutnya pengamatan hanya dilakukan pada frekuensi di bawah 1200 Hz.

Adapun kandungan frekuensi terlihat pada frekuensi dasar 27 Hz, diikuti oleh harmoniknya pada frekuensi lebih tinggi. Pada pembahasan selanjutnya akan didiskusikan sumber suara pada beberapa frekuensi

melalui peta suara yang dihasilkan pada masing-masing frekuensi. Peta suara didapatkan melalui distribusi besar puncak tekanan suara pada seluruh titik pengukuran pada frekuensi yang diamati. Sumber suara dapat diketahui pada daerah dimana kerapatan distribusi tekanan suara paling maksimal.

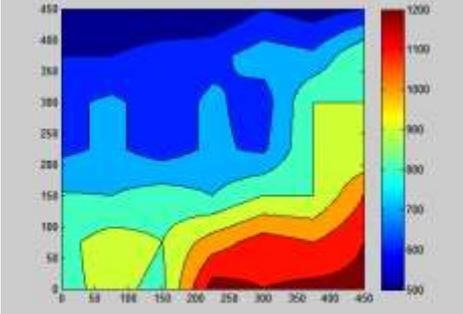
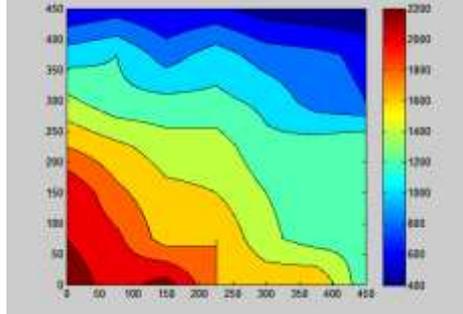
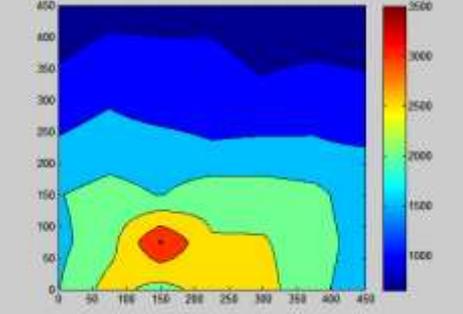
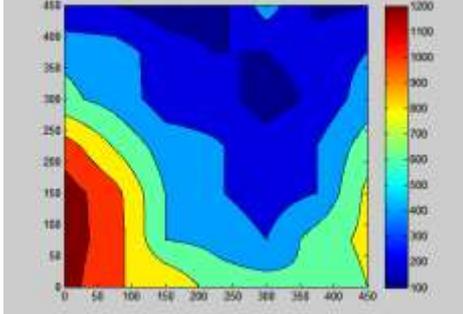
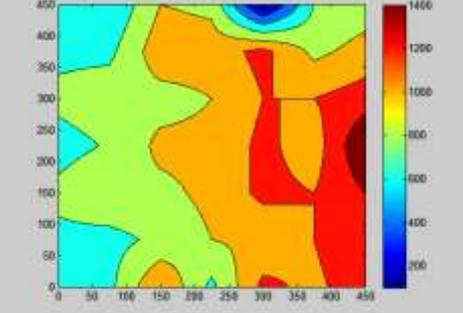
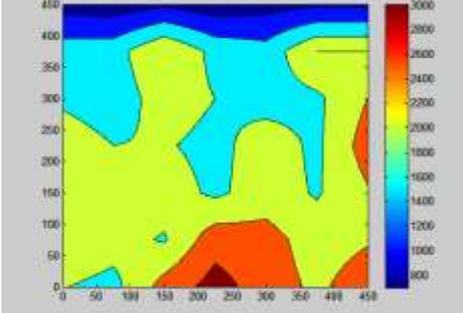
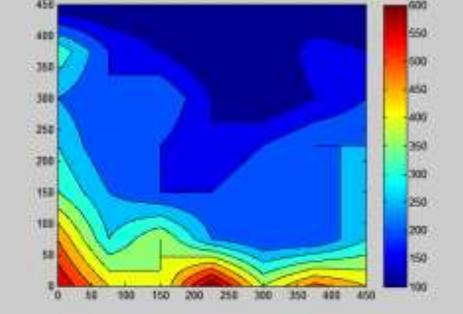
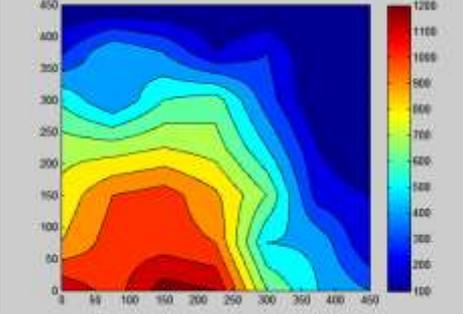
Tabel 1 memperlihatkan peta suara pada dua sisi pengukuran dengan frekuensi pengamatan 27, 54, 106, 577, dan 1245 Hz. Pada frekuensi 27 Hz untuk sisi bagian kanan memperlihatkan bahwa besar distribusi suara terbesar pada daerah kiri bawah, atau tepatnya di bagian muffler (knalpot) (gambar kirikan atas). Sedangkan pada peta sisi kiri juga memperlihatkan bahwa distribusi tekanan suara terbesar diperlihatkan pada bagian kanan bawah, atau tepatnya pada daerah dengan muffler (knalpot). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa suara dengan frekuensi 27 Hz dan tekanan suara paling besar besar dari knalpot.

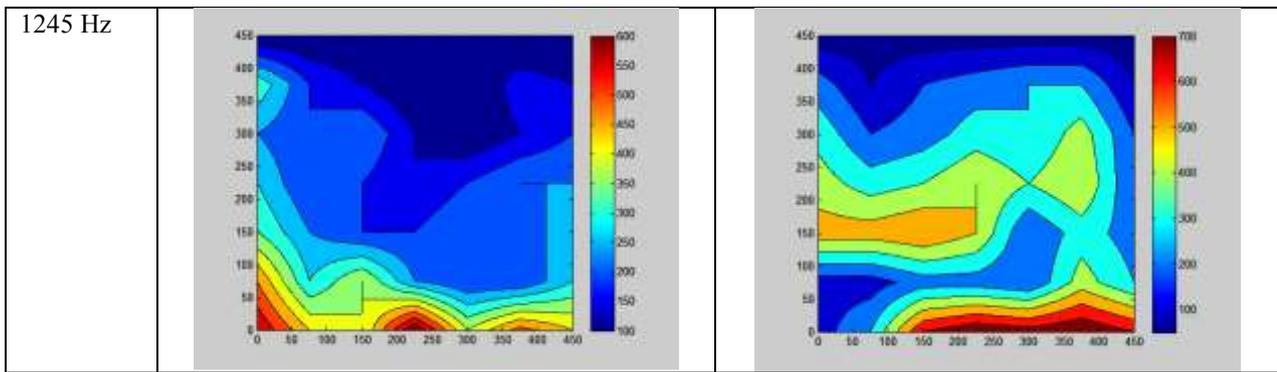
Untuk frekuensi 54 Hz distribusi dengan tekanan terbesar terdapat pada 2 sumber, yaitu pada bagian belakang knalpot dengan tekanan yang besar dan pada tengah mesin bensin dengan tekanan suara lebih rendah. Untuk frekuensi 106 Hz, sumber suara terdapat pada bagian belakang generator (sisi kanan), dan bagian bawah generator listrik (sisi kiri). Sehingga disimpulkan bahwa generator listrik menghasilkan suara dengan frekuensi 106 Hz. Frekuensi ini berkaitan dengan 4 kali frekuensi putaran mesin.

Selanjutnya pada frekuensi lebih tinggi, sekitar 577 Hz, suara dihasilkan oleh knalpot dan motor bensin. Frekuensi harmonik pada frekuensi 20-21 putaran dasar mesin yang muncul bersamaan antara putaran mesin dan knalpot. Sedangkan pada frekuensi jauh lebih tinggi, yaitu 1245 Hz, suara dihasilkan pada bagian bawah motor bensin.

Dari penjelasan di atas dapat diamati bahwa, sumber kebisingan tidak hanya berasal dari knalpo, tetapi juga berasal dari beberapa elemen yang lain seperti motor bensin, generator listrik. Walaupun knalpot menghasilkan suara yang paling dominan dengan frekuensi yang rendah.

Tabel 1 Peta suara pada beberapa frekuensi di dua sisi generator

| | | |
|-----------|---|--|
| Frekuensi |  |  |
| 27 Hz |  |  |
| 54 Hz |  |  |
| 106 Hz |  |  |
| 577 Hz |  |  |



KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dan pembahasan di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa;

- Genset menghasilkan suara dengan rentang frekuensi yang rendah. Puncak-puncak frekuensi hanya berada di rentang frekuensi sampai 1200 Hz.
- Knalpot penyumbang kebisingan dengan tekanan suara cukup besar dengan frekuensi 27 Hz dan harmoniknya pada 54 Hz.
- Generator listrik membangkitkan suara pada frekuensi 106 Hz. Sedangkan frekuensi lebih tinggi pada frekuensi 577 dan 1245 Hz dihasilkan di sekitar motor bakar bensin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Andalas. Penelitian ini dibiayai oleh Dana DIPA Fakultas Teknik Universitas Andalas Tahun Anggaran 2012, sesuai dengan Surat Kontrak Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Nomor: 014/ PL/SPK/PNP/FT-Unand/2012 tanggal 1 Juni 2012

DAFTAR PUSTAKA

- A.J. Bullmore, et.al (1987), "Models for evaluating the performance of propeller aircraft active noise control systems". *AIAA 11th Aeroacoustics Conference*, Palo Alto, C.A., Paper AIAA-87-2704.
- BS 4142 (1997), "Method for rating industrial noise affecting mixed residential and industrial areas", British Standards Institution, London.
- BS 5228 (1997), "Noise and vibration control on construction and open sites, Part 1. Code of practice for basic information and procedures for noise and vibration control, Part 2. Guide to noise and vibration control legislation for construction and demolition including road

construction and maintenance, Part 3. Code of practice applicable to surface coal extraction by opencast methods", British Standards Institution, London.

- BA 7666-11 (1998), "Basic Concepts of Sound", Bruel and Kjaer.
- BA 7660-06 (1998), "Basic Frequency Analysis of Sound", Bruel and Kjaer.
- F. Frank and W. John (2004), "Advanced applications in Acoustics, Noise and Vibration", Spon Press, London and New York.
- F.B. Randall (2001), "Industrial Noise Control and Acoustics", Marcel Dekker, New York.
- Harian Singgalang (2011), "PLTD Cupak ditutup", Harian Singgalang 25 Januari 2011, Padang.
- L.L. Beranek and L.V. Istvan (1992), "Noise and Vibration Control Engineering", John Wiley & Sons, Inc., New York.
- P.A. Nelson (2001), "A review of some inverse problems in acoustics", *International Journal of Acoustics and Vibrations*, 6(3), 118–134.
- P.A. Nelson and S.J Elliott (1992), "Active Control of Sound", London: Academic Press, 416–420.
- P.A Nelson and S.H. Yoon (2000), "Estimation of acoustic source strength by inverse methods: Part I: Conditioning of the inverse problem. *Journal of Sound and Vibration*, 233, 643–668.
- R.A. Burdisso, et.al (1993), "Active control of radiated inlet noise from turbofan engines", *Second Conference on Recent Advances in the Active Control of Sound and Vibration*, Blacksburg, Virginia, USA, 848–860.
- W. Li, et. al (2000), "The identification Diesel Engine Noise Sources", *International Conference on Noise and Vibration Engineering (ISMA 25)*, K.U. Leuven, Belgium.