

Perancangan Fitur Aplikasi pada Perangkat *Mobile* untuk Pengukuran Bising Lingkungan dan Posisi

Tri Utami Putri, I. B. Ardhana Putra, dan Edi Leksono

Program Studi Teknik Fisika – Institut Teknologi Bandung

Abstrak

Perangkat *mobile* yang digunakan masyarakat kini sudah memiliki fitur lengkap dan terdapat beberapa sensor yang terpasang, misalnya GPS dan mikrofon. Kelengkapan fitur ini dapat dimanfaatkan sebagai perangkat pemantauan tingkat kebisingan lingkungan. Perancangan fitur aplikasi sebaiknya sederhana, mudah digunakan, dapat mengukur tingkat tekanan suara, sehingga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan partisipasi masyarakat dalam penentuan *soundscape* pada lingkungan masing-masing.

Fitur aplikasi pengukuran bising dan posisi ini ditujukan untuk perangkat *mobile* Android. Fitur aplikasi ini dibuat dengan melakukan pengolahan gelombang akustik yang ditangkap mikrofon. Gelombang akustik tersebut diolah dengan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) untuk mendapatkan nilai tekanan suara dalam domain frekuensi. Nilai tekanan suara digunakan untuk menghitung L_{Aeq} yang disesuaikan dengan waktu pemantauan yang dimasukkan pengguna dan tekanan suara setiap frekuensi. GPS digunakan untuk menampilkan posisi pengguna, sehingga, modul dapat memberikan informasi tingkat tekanan suara pada posisi tertentu.

Nilai L_{Aeq} yang dihasilkan aplikasi memiliki selisih maksimum sebesar ± 2 dBA jika dibandingkan dengan nilai yang dihasilkan SLM terkalibrasi terhadap sumber suara yang sama, sedangkan nilai posisi yang ditunjukkan aplikasi memiliki tingkat kesalahan >10 m jika pemantauan dilakukan didalam ruangan. Nilai-nilai yang dihasilkan oleh fitur aplikasi ini disimpan dalam memori eksternal, sehingga untuk pengembangan selanjutnya, informasi ini dapat dikirimkan ke sebuah basis data dalam web.

Kata kunci : bising, perangkat *mobile*, *soundscape*, posisi.

1 Pendahuluan

Lingkungan yang nyaman sangat diharapkan oleh setiap orang. Lingkungan yang nyaman dapat dirasakan melalui panca indera. Telinga merupakan salah satu panca indera manusia yang dapat menilai kenyamanan suatu lingkungan berdasarkan suara yang didengar. Agar telinga dapat merasakan kenyamanan tersebut, maka diperlukan suatu lingkungan akustik atau *soundscape* yang sesuai dengan kriteria kenyamanan dalam tingkat kebisingan tertentu. Untuk mengetahui suatu lingkungan sudah termasuk ke dalam kategori nyaman, dibutuhkan persepsi dan partisipasi masyarakat untuk melakukan penilaian^[1]. Dengan perkembangan teknologi saat ini, bukan hal yang tidak mungkin bila masyarakat berpartisipasi tidak hanya dengan persepsi subjektif tetapi juga dengan persepsi objektif berupa pengukuran tingkat tekanan suara pada suatu lingkungan tertentu. Bentuk partisipasi tersebut dapat terwujud apabila terdapat media pengukuran yang dapat diterapkan pada peralatan yang biasa digunakan masyarakat untuk sehari-hari, misalnya telepon genggam. Media pengukuran yang digunakan masyarakat sebaiknya sederhana, mudah digunakan, mempunyai jaringan yang dapat mengirimkan atau menerima data, namun tetap dapat digunakan untuk melakukan pengukuran.

Fitur alat telekomunikasi masyarakat saat ini sudah bermacam-macam seperti yang telah disediakan oleh *smart phone*, sehingga masyarakat semakin mudah dalam melakukan berbagai macam kegiatan. Penelitian dan penggunaan alat semacam ini untuk pengukuran tingkat kebisingan diharapkan, juga dapat berkembang di Indonesia sehingga Indonesia

dapat mengembangkan penelitian tentang *soundscape* dalam bidang pengumpulan data bising diberbagai wilayah di Indonesia agar lingkungan yang ada di Indonesia menjadi lebih nyaman.

2 Teori Dasar

2.1 Soundscape

Soundscape adalah istilah yang digunakan untuk mendefinisikan lingkungan akustik di suatu tempat, seperti pemukiman penduduk, taman kota, sesuai dengan yang dipersepsikan dan dimengerti oleh orang-orang secara konteks^[2]. Preferensi untuk *soundscape* berbeda dengan kebisingan. *Soundscape* menitikberatkan kepada persepsi masyarakat tentang lingkungan akustik yang mereka inginkan bukan hanya sekedar membuat suatu tempat menjadi lebih tenang dengan menurunkan tingkat kebisingan. *Soundscape* diharapkan menjadi elemen pelengkap dalam pengendalian bising.

2.2 Bising dan Bising Lingkungan

Bising merupakan suara yang tidak diinginkan yaitu suara yang berasal dari selain sumber suara yang diinginkan atau suara yang dianggap mengganggu^[3]. Bila ditinjau dari sinyal yang dihasilkannya, bising merupakan suatu frekuensi sinyal random yang terlihat selain komponen frekuensi yang diinginkan. Bising lingkungan adalah suara dan getaran yang tidak diinginkan yang datang dari sejumlah besar sumber, antara lain bising tetangga, bising konstruksi, bising industri, bising pesawat udara, bising kereta api, dan bising lalu lintas.

2.3 Tingkat Tekanan Suara dan Tingkat Tekanan Suara Ekuivalen

Tingkat tekanan suara dapat diartikan sebagai nisbah logaritmik antara tekanan aktual sumber bising dengan tekanan referensi^[3]. Tingkat tekanan suara memiliki satuan desibel (dB).

$$L_p = 10 \log_{10}(p/p_0)^2 \text{ dB} \quad (1)$$

$$\text{SPL} = 20 \log_{10}(p/p_0) \text{ dB} \quad (2)$$

dimana :

$$p_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$$

$$P = \text{tekanan suara (Pa)}$$

$$L_p = \text{tingkat tekanan suara (dB)}$$

Tingkat tekanan suara ekuivalen menyatakan besarnya tingkat tekanan suara konstan dimana kandungan energi akustiknya sama dengan energi akustik dari suara yang berfluktuasi dalam selang waktu tertentu^[4]. Tingkat tekanan suara ini yang biasa dinyatakan sebagai bising yang terjadi dalam suatu lingkungan

$$L_{eq} = 10 \log \left(\sum_{i=1}^n f_i(t) 10^{\frac{L_i(t)}{10}} \right) \quad (3)$$

Keterangan :

L_{eq} = tingkat tekanan suara ekuivalen dalam dB.

$L_{(i)}$ = tingkat tekanan suara ke-i.

$f_{(i)}$ = fraksi waktu.

2.4 Pemrosesan Sinyal Akustik

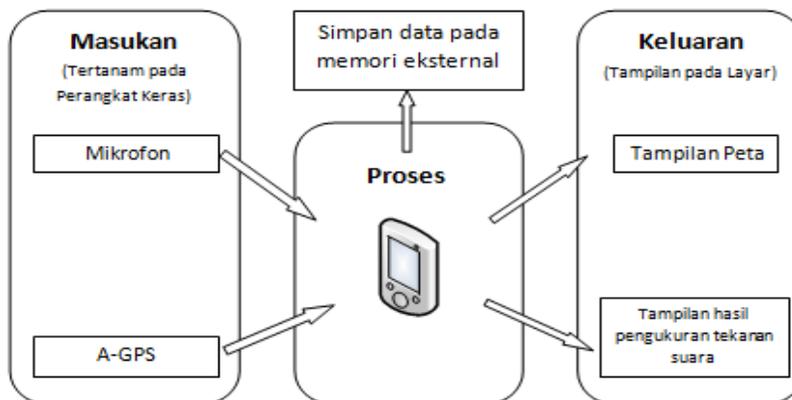
Pemrosesan sinyal merupakan suatu kegiatan yang berhubungan dengan sinyal, seperti memanipulasi sinyal, menganalisis sinyal, dan menginterpretasi sinyal^[5]. Pengolahan sinyal akustik dilakukan dengan tujuan memanipulasi agar dapat menganalisis informasi yang ada di dalamnya.

2.5 Global Positioning System (GPS)

Global Positioning System (GPS) merupakan suatu sistem navigasi yang berbasis *satellite monitoring* untuk menentukan posisi dari lokasi tertentu^[6]. Sampai saat ini, GPS masih dianggap sistem navigasi yang menggunakan frekuensi paling tinggi, panjang gelombang terpendek, dan tingkat kepresisiannya paling tinggi. Teknologi GPS yang saat ini banyak digunakan adalah *Assisted GPS (A-GPS)*. A-GPS merupakan sistem navigasi baru pengembangan dari GPS konvensional yang dipercaya memiliki performansi yang lebih baik daripada GPS konvensional^[7]. Dalam memilih teknologi GPS, seorang pengguna biasanya mempertimbangkan pilihannya berdasarkan dua aspek, yaitu kecepatan GPS menerima data lokasi dan akurasi dari lokasi tersebut. Waktu yang dibutuhkan untuk menerima data lokasi ditentukan dengan metoda *Time to First Fix (TTFF)* dengan memanfaatkan efek dopler antara *transmitter* dan *receiver*.

3 Rancangan Sistem Aplikasi

Aplikasi ini dirancang untuk dapat digunakan dalam sistem operasi Android dengan memanfaatkan perangkat keras Android *smartphone* sebagai sensor, mikroprosesor, dan juga penampil hasil dari aplikasi. Terdapat tiga bagian utama dari proses yang akan terjadi di dalam aplikasi yang dirancang. Bagian pertama adalah pengambilan sumber data masukan yang dilakukan oleh sensor. Bagian kedua adalah proses pengolahan masukan yang didapatkan. Bagian ketiga adalah penampilan dan penyimpanan hasil dari proses yang dilakukan. Sistem tersebut dideskripsikan seperti pada Gambar 1.



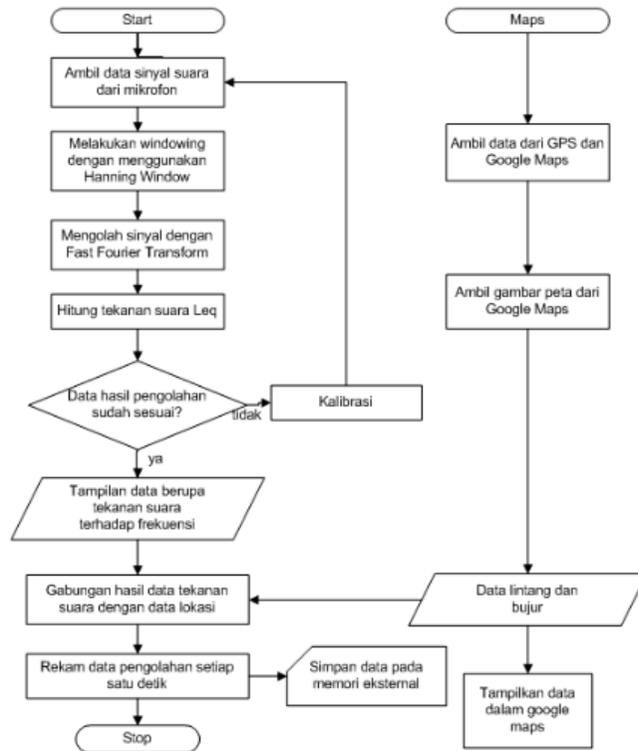
Gambar 1 Rancangan Sistem

Sistem untuk data tekanan suara pertama-tama, mikrofon sebagai transduser suara akan menangkap sinyal suara sebagai masukan dan mengubahnya menjadi sinyal listrik sebagai keluaran. Sinyal tersebut kemudian akan diperkuat dengan penguat sinyal agar lebih mudah terbaca. Beberapa mikrofon sudah diberi penguat sinyal didalamnya, begitu juga pada mikrofon yang tertanam di dalam Android *smartphone*. Sinyal yang sudah diperkuat tersebut kemudian akan diolah dan dikonversi dari sinyal analog menjadi sinyal digital (ADC) oleh mikroprosesor pada Android *smartphone*. Mikroprosesor akan merubah sinyal listrik berupa tegangan menjadi tekanan suara dalam Pascal (Pa). Setelah itu, sinyal tersebut akan diolah menjadi tekanan dengan satuan desibel.

Untuk mendapatkan lokasi suara yang diambil, data lintang dan bujur dari lokasi tersebut sangat diperlukan. Data tersebut diperoleh dari A-GPS yang ada di dalam Android *Smartphone* dan titik tersebut akan ditampilkan dalam bentuk peta dari fasilitas yang diberikan oleh Google Maps. Hasil pengambilan data baik lokasi maupun tekanan suara tersebut kemudian akan disimpan dalam bentuk .csv yang dapat disimpan dalam memori eksternal.

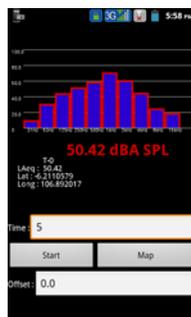
Aplikasi yang akan ditanamkan pada sistem ini berupa perangkat lunak pengolahan sinyal suara dan pengambilan lokasi. Proses yang terjadi di dalam aplikasi ini terbagi menjadi tiga bagian, yaitu proses pengolahan sinyal suara, proses pengambilan data lokasi dan tampilan peta, serta proses penyimpanan data ke dalam memori eksternal. Diagram alir keseluruhan sistem dapat dilihat seperti pada gambar 2.

Proses pengolahan sinyal suara merupakan proses yang paling panjang dari keseluruhan proses sistem. Pengolahan sinyal suara yang dilakukan antara lain konversi sinyal dari analog ke digital, filter sinyal digital yang masuk, sinyal tersebut kemudian diproses dengan windowing, baru kemudian diproses dengan FFT. Rangkaian proses berikutnya adalah perhitungan nilai tingkat tekanan suara, pemberian pembobotan-A, dan perhitungan Leq.



Gambar 2 Diagram Alir Aplikasi

Tampilan yang dihasilkan dari diagram alir ini terbagi menjadi dua bagian jendela tampilan. Tampilan jendela pertama adalah tampilan dari pengolahan dan kalkulasi sinyal suara berupa spektrum waktu nyata dalam bentuk grafik batang dan data hasil pengolahan. Tampilan jendela kedua adalah tampilan peta dan lokasi lintang serta bujur dari lokasi pengukuran. Tampilan tersebut terlihat seperti gambar 3.



(a)



(b)

Gambar 3 Tampilan Aplikasi (a) Tampilan Pengolahan Sinyal Suara (b) Tampilan Peta

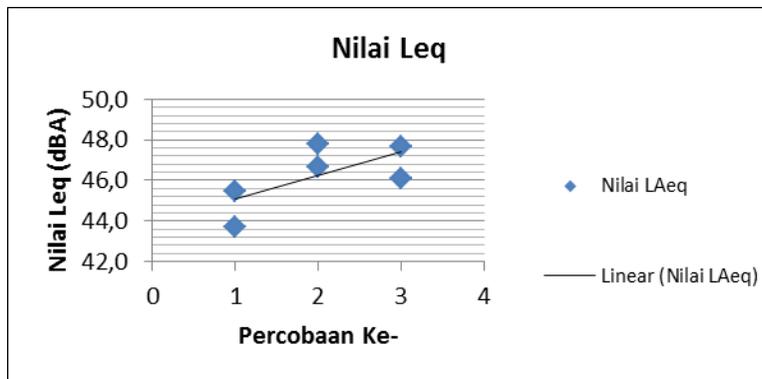
4 Hasil Uji Aplikasi dan Analisis

Suatu aplikasi yang dibuat dengan tujuan sebagai alat untuk melakukan pengukuran, perlu melalui proses validasi hasil pengukuran. Proses validasi ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kesalahan yang hasil pengukuran yang dihasilkan. Validasi dilakukan dengan metode komparasi hasil pengukuran dari aplikasi yang dibuat terhadap hasil dari alat ukur terkalibrasi, yaitu *Sound Level Meter* (SLM). SLM yang digunakan sebagai pembandingan dalam pengujian ini adalah SLM RION NA28. Besaran tingkat tekanan suara yang akan dibandingkan pada proses validasi ini adalah L_{Aeq} dan nilai tingkat tekanan suara di setiap frekuensi untuk 1 oktaf. Proses ini dilakukan di ruang *semi-anechoic* Laboratorium Fisika Bangunan Dan Akustik Teknik Fisika ITB. Data yang dihasilkan dengan sumber suara *white noise* terpapar pada tabel 1. Lokasi percobaan ditunjukkan pada gambar 3 yaitu pada posisi lintang $-6,9^\circ$ dan bujur $107,6^\circ$.

Tabel 1 Perbandingan Hasil Pengukuran Aplikasi dan SLM terhadap Masukan White Noise untuk Volume Suara (a) 10 persen (b) 15 persen (c) 20 Persen.

(a)			(b)			(c)		
	Aplikasi (dBA)	SLM (dBA)		Aplikasi (dBA)	SLM (dBA)		Aplikasi (dBA)	SLM (dBA)
L_{Aeq}	45.5	43.7	L_{Aeq}	46.7	47.8	L_{Aeq}	47.7	46.1
31.5 Hz	-6.3	8.6	31.5 Hz	-5.5	10.1	31.5 Hz	-7.3	9.1
63 Hz	5.0	13	63 Hz	6.0	15.5	63 Hz	5.8	14.9
125 Hz	23.0	13.5	125 Hz	20.5	14.8	125 Hz	21.7	18.2
250 Hz	28.5	17.2	250 Hz	27.8	16.2	250 Hz	23.0	22.4
500 Hz	31.3	19.1	500 Hz	32.6	18.4	500 Hz	29.4	19.1
1000 Hz	44.7	39.2	1000 Hz	45.8	43.9	1000 Hz	43.5	41.4
2000 Hz	46.7	41.3	2000 Hz	48.4	45.1	2000 Hz	45.0	43.7
4000 Hz	38.0	32	4000 Hz	43.0	35.8	4000 Hz	38.9	34.3
8000 Hz	22.3	21.2	8000 Hz	24.2	25.1	8000 Hz	23.1	24.4
1600 Hz	9.6	17.3	1600 Hz	12.3	21	1600 Hz	10.3	18.6

Pesebaran perbandingan nilai L_{Aeq} dari data yang didapatkan dapat ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4 Pesebaran Nilai L_{Aeq} Gabungan dari Aplikasi dan SLM

Dari hasil tersebut dapat terlihat bahwa aplikasi menunjukkan nilai perhitungan L_{Aeq} yang sedikit lebih besar dari perhitungan kecuali pada hasil yang ditunjukkan oleh tabel 1. Selisih hasil perhitungan L_{eq} adalah 1,8 dBA, -1,1 dBA, dan 1,6 dBA. Hasil kalkulasi tekanan suara di setiap frekuensi dari aplikasi dan SLM masih jauh berbeda dengan nilai kesalahan terbesar terdapat pada frekuensi rendah 31,5 Hz, 63 Hz, dan 16 kHz sebesar -8 sampai -16 dBA. Perbedaan tersebut menunjukkan adanya gangguan yang ditangkap oleh aplikasi selain bising dari sumber. Gangguan tersebut memengaruhi perolehan tingkat tekanan suara pada frekuensi-frekuensi tertentu. Dari data yang ditunjukkan dapat dilihat bahwa perbedaan paling besar terdapat pada frekuensi-frekuensi rendah sebelum 1 kHz. Selain itu kesalahan juga disebabkan kurang sensitifnya mikrofon internal pada Android *smart phone* yang lebih sensitif terhadap suara ucapan manusia sekitar 250 Hz sampai 4 kHz dan suara-suara dengan tingkat kekerasan yang tinggi. Kesalahan ini juga dapat terjadi akibat metode filter digital yang digunakan kurang tepat. Nilai pesebaran L_{Aeq} dari kedua alat ukur bisa memiliki nilai yang berada di sekitar garis linier dengan selisih nilai dari hasil pengukuran aplikasi dan SLM ± 2 dBA. Selain itu dapat dilihat bahwa gradien hasil perhitungan L_{Aeq} dari aplikasi dan SLM memiliki kemiringan yang berbeda bila ditinjau satu-persatu. Nilai posisi yang ditunjukkan peta aplikasi memiliki kesalahan ≥ 10 m akibat lokasi terletak di dalam ruangan pada suatu gedung sehingga tidak terjangkau oleh A-GPS.

5 Kesimpulan

Aplikasi ini dapat digunakan untuk seluruh perangkat mobile Android, hanya saja kinerja dari aplikasi ini ditentukan oleh tingkat performansi prosesor, kepiintaran sistem operasi, dan besarnya RAM yang terdapat pada perangkat *mobile* Android yang digunakan. Aplikasi ini melakukan kalkulasi yang panjang untuk sejumlah data yang besar sehingga prosesor yang lebih baik seperti *dual core* atau *quad core*, sistem operasi yang lebih pintar seperti Android seri 4.0 *Ice Cream Sandwich* atau 4.3 *Jelly Bean* dengan RAM minimal 1 GB akan dapat menjalankan kalkulasi ini dengan lebih baik dan mengurangi keterlambatan pada proses pengambilan data.

Aplikasi ini dapat menghitung nilai L_{Aeq} dari sumber suara dan hasil penghitungan dapat ditampilkan pada layar Android *smart phone*. Nilai L_{Aeq} dari hasil kalkulasi yang dilakukan memiliki tingkat kesalahan sebesar ± 2 dBA jika dibandingkan dengan instrumen ukur yang terkalibrasi (SLM RION NA-28). Data lain yang dihasilkan oleh aplikasi ini adalah tingkat tekanan suara pada sebaran frekuensi 1 oktaf *band filter*. Tingkat Kesalahan terbesar terjadi pada frekuensi 31,5 Hz, 63 Hz, dan 16 kHz yaitu sebesar -8 sampai -12 dBA

disebabkan oleh mikrofon internal pada Android *smart phone*, lebih sensitif untuk masukan suara ucap manusia, dan kesalahan pada filter digital yang digunakan sehingga selisih pada memiliki selisih yang lebih kecil dari hasil yang ditunjukkan SLM. Selain itu aplikasi ini juga dapat menampilkan lokasi pengguna pada tampilan peta dengan tingkat kesalahan lebih besar dari 10 m jika dilakukan di dalam suatu ruangan atau gedung tertentu karena cakupan satelit yang terhalang oleh ruangan atau bangunan.

Ada beberapa saran yang dapat dilakukan untuk perbaikan. Pertama, menggunakan mikrofon eksternal yang biasa digunakan untuk pengukuran bising sebagai sensor suara. Kedua, memperbaiki metode pemrosesan sinyal digital yang digunakan untuk pengolahan data, misalnya perbaikan pada filter digital yang digunakan dengan menganalisis gangguan-gangguan apa saja yang muncul pada sistem. Terakhir yaitu dengan memasukkan sensitivitas mikrofon eksternal yang akan digunakan sebagai faktor pengali pada perhitungan tingkat tekanan suara.

6 Daftar Pustaka

- [1] Weber, Miriam. Quiet Urban Areas: repositioning local noise policy approaches – questioning visitors on soundscape and environmental quality. Inter Noise 2012. USA. 2012
- [2] Designing Soundscape for Sustainable Urban Development Conference. City of Stockholm Environment and Health Organization. Stockholm. 2010
- [3] M. Harris, Cyril, Ph.D. Handbook of Noise Control . McGraw-Hill. 1979.
- [4] T. French, Gregory. An Introduction to The Global Positioning System What It Is and How It Works. GeoResearch, Inc. USA. 1996
- [5] Binghao Li, Jiahuang Zhang, Peter Mumford, dan Andrew G. Dempster. How good is Assisted GPS?. Simposium International Global Navigation Satellite Systems. 2011
- [6] Oppenheim, Alan V., Willsky, Alan S. Signal & Systems 2ndedition. Prentice-Hall, Inc. 1997
- [7] Berglund, dkk. Guidelines of Community Noise. World Health Organization. Geneva. 1999
- [8] Konrad Kölzer dan Dirk Funke. Integrated System for Outdoor Noise Measurement. Bandung, 2006
- [9] Ellie D'Hondt and Matthias Stevens. Participatory noise mapping. Belgium. 2011
- [10] De Coensel, B., dkk. The soundscape approach for early stage urban planning: a case study. In O. Inácio (Ed.), Inter Noise 2010: Noise and Sustainability. Lisbon, Portugal: Portuguese Acoustical Society. Paper IN10_504. 2010
- [11] Brown, A.L., & Muhar, A.. An approach to the acoustic design of outdoor space. Journal of Environmental Planning and Management, 47, 827–842. 2004
- [12] Frank Fahy, Foundations of Engineering Acoustics. London: Elsevier, 2001
- [13] Oppenheim, Alan V., Willsky, Alan S. Signal & Systems 2ndedition. Prentice-Hall, Inc. 1997
- [14] Bateman, Andrew, dan Yates, Warren. Digital Signal Processing Design. Computer Science Press, Inc. USA. 1989
- [15] Noviyanto, ST. Pengenalan Bahasa Pemrograman Java.
http://merlindriati.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/34028/1_Pengenalan_Java.pdf. (waktu akses : 22 Agustus 2013 pukul 11.49)