

Pembuatan Alat Ukur Distribusi Bunyi dalam Ruang, secara Nirkabel Berbasis Mikrokontroler

Deanu Haratinu Tu'u, Iwan Sugriwan, Arfan Eko Fahrudin

Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Email korespondensi : deanu.alt@gmail.com

Submitted 10 Desember 2018, accepted 21 Februari 2019

ABSTRACT—Sound distribution and background noise, is an important aspect in the making of study-purposed room. Properly distributed sound would ensure everyone in the room to hear the same quality of sound. Good sound quality is defined as a sound that did not diminish its character (sound intensity and sound clarity) significantly to its sound source. In this research, has been fabricated an in-room sound distribution measuring instrument, based on the Arduino microcontroller that equipped with nRF24L01 to be wirelessly functionated. The fabricated measuring instrument consist of 4 transmitter devices and 2 receiver devices. The transmitter devices is an Arduino Pro Mini microcontroller that equipped with nRF24L01 and a sound sensor. The receiver devices is an Arduino Nano microcontroller equipped with nRF24L01, that connected to a PC, and an Arduino Pro Mini microcontroller equipped with nRF24L01 that connected to a speaker. The fabricated measuring instrument equipped with a Python 2.7-based acquisition software to acquire data in real time and store it in CSV (Comma Separated Value) format. Test was carried out to the transmitter devices that equipped with a sound sensor and the receiver device that connected to a speaker. The transmitter devices was compared with a standard sound level meter, and showed 0,65% - 1,24% of error percentage. The test made to receiver device showed that sound intensity of 100 dB could only be achieved with frequency of 2000 Hz and 3000 Hz. On the measurement of sound distribution, the primary data of Einstein Hall sound distribution has been obtained, with 16 sound level measuring point, 7 variations of sound source position, and 5 variations of sound source frequency. The background noise measurement of Einstein Hall of the FMIPA ULM, showed the value varied between 57 dB – 60,56 dB.

KEYWORD : *arduino microcontroller module, background noise, , real time, sound distribution.*

I. PENDAHULUAN

Distribusi bunyi merupakan salah satu aspek penting dalam pembuatan sebuah ruang pada bangunan (Szelag & Flaga, 2015). Aspek tersebut berpengaruh pada kesehatan dan kenikmatan dari seseorang yang mendengarkan bunyi di dalam ruangan (Satwiko, 2009). Distribusi bunyi yang baik, akan memastikan setiap orang dalam ruangan mendengar bunyi dengan kualitas yang sama baik (Indrani, 2004). Kualitas bunyi yang baik, didefinisikan sebagai bunyi pada jarak tertentu yang tidak mengalami penurunan karakter (tingkat intensitas bunyi dan kejelasan bunyi) (Zahorik & Brandewie, 2016).

Ruang kuliah (kelas) sebagai salah satu

tempat pelaksanaan KBM (Kegiatan Belajar Mengajar), memerlukan adanya perencanaan dan pemetaan distribusi bunyi (Klosak & Gade, 2008). Mengacu pada keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996, baku tingkat kebisingan yang ditetapkan untuk sekolah adalah sebesar 55 dB. Sehingga dalam ruang yang diperuntukan untuk KBM, perlu memerhatikan tingkat bising latar belakang serta kemampuan ruangan dalam mendistribusikan tingkat intensitas bunyi secara merata (Knecht *et al.*, 2002).

Beberapa penelitian tentang pengukuran tingkat intensitas bunyi telah berhasil membuat SLM (*Sound Level Meter*) untuk berbagai keperluan. Penelitian yang dilakukan oleh

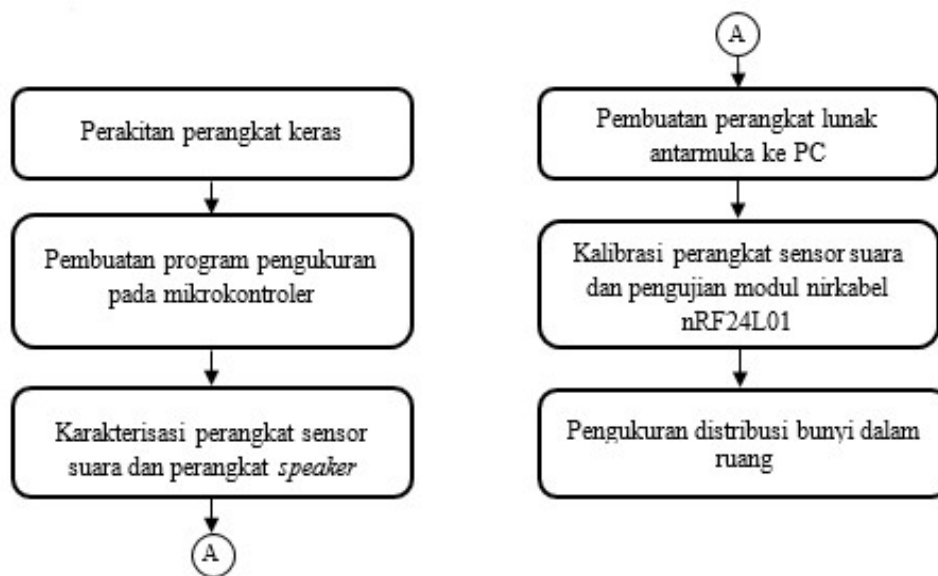
Nurjannah (2017) menghasilkan sebuah rancang bangun SLM yang disertai sistem data logger yang berbasis Arduino Uno. Ardiansyah (2017), menghasilkan alat ukur kebisingan jalan raya secara nirkabel berbasis Arduino Mega 2560. Dua penelitian ini memungkinkan adanya pembuatan alat untuk mengukur tingkat intensitas bunyi tanpa harus berada langsung di titik pengukuran.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah rancang bangun alat ukur distribusi bunyi dalam ruang, yang terintegrasi dengan *speaker* dan dapat mengirimkan data pengukuran secara *real time* dan nirkabel. Alat ukur distribusi bunyi ini dibuat menggunakan sensor mikrofon

elektret, mikrokontroler, *speaker* dan modul *wireless nRF24L01*. Hasil pengukuran menggunakan alat ukur yang dibuat, dapat dilihat secara *real time* melalui antarmuka grafis berbasis Python 2.7. di PC, dan disimpan dalam format CSV (*Comma Separated Value*).

II. METODE PENELITIAN

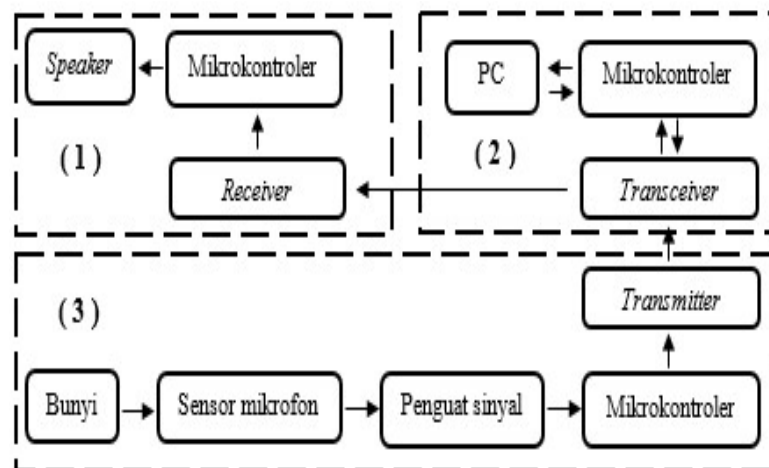
Pembuatan alat ukur distribusi bunyi dalam ruang, dilakukan di Laboratorium Instrumentasi Fisika FMIPA ULM. Pembuatan alat ukur ini dilakukan melalui tahapan pada Gambar 1:



Gambar 1 Tahapan-tahapan penelitian

Perakitan perangkat keras dilakukan dengan membuat perangkat penerima data, perangkat sensor suara, dan perangkat

speaker. Diagram blok penelitian dari perangkat keras ini ditunjukkan pada Gambar 2.

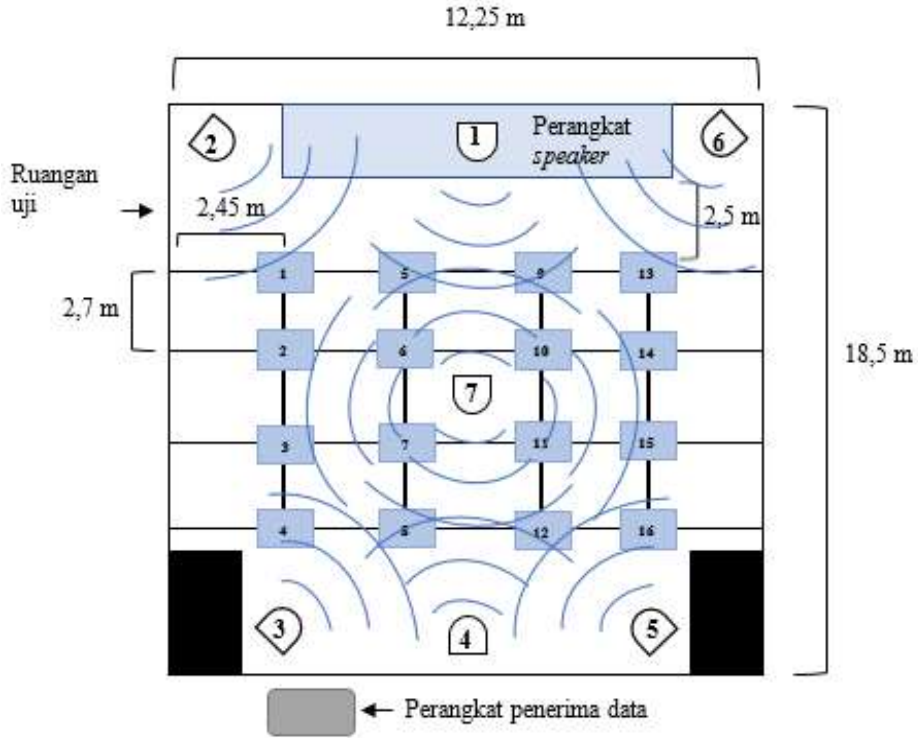


Gambar 2 Diagram blok penelitian perangkat keras

Karakterisasi dan kalibrasi perangkat sensorsuaradilakukan dengan membandingkan pembacaan pada perangkat yang dibuatdengan SLM standard (Serpanos *et al.*, 2018). Karakterisasi perangkat *speaker* dilakukan dengan membandingkan pembacaan pada SLM standard

dan voltmeter.

Pengukuran distribusi bunyi dilakukan di Aula Einstein FMIPA ULM, dengan 16 titik pengukuran tingkat intensitas bunyi, 7 variasi posisi sumber bunyi, dan 5 variasi frekuensi sumber bunyi, seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 Rancangan pengukuran distribusi bunyi akustik ruang

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perakitan Perangkat Keras

Perangkat keras yang dirakit merupakan 1

unit perangkat penerima data, 1 unit perangkat *speaker*, dan 4 unit perangkat sensor suara. Perangkat keras ini ditunjukkan pada Gambar 4.



(a)



(b)



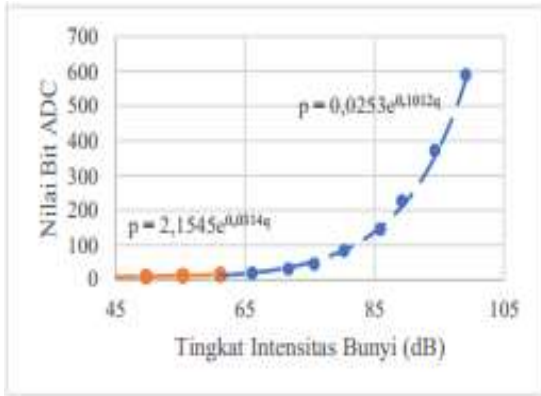
(c)

Gambar 4 (a) Perangkat penerima data; (b) Perangkat *Speaker*; (c) Perangkat sensor suara

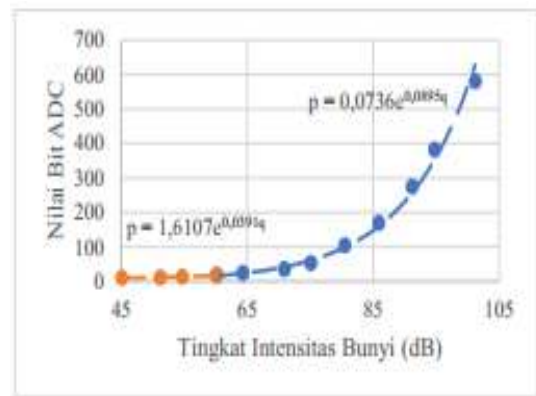
3.2 Karakterisasi Perangkat Sensor Suara

Perangkat sensor suara dikarakterisasi dengan SLM standard. Karakterisasi dilakukan dengan memberikan bunyi dengan tingkat

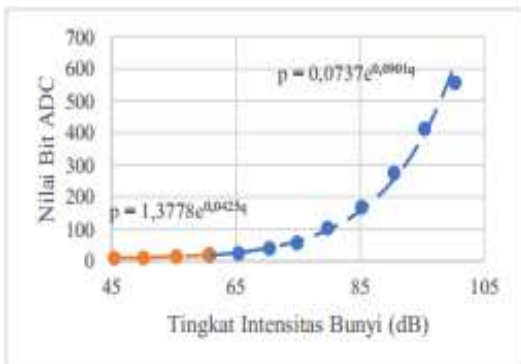
intensitas 45 dB s.d. 100 dB, dengan interval 5 dB. Hasil karakterisasi dari 4 unit perangkat sensor suara ini menghasilkan grafik seperti pada Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8.



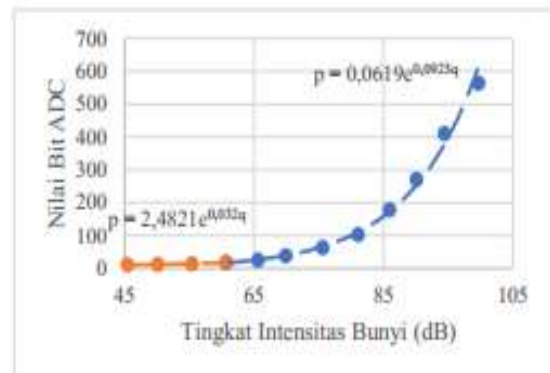
Gambar 5 Karakteristik perangkat sensor suara 1



Gambar 6 Karakteristik perangkat sensor suara 2



Gambar 7 Karakteristik perangkat sensor suara 3



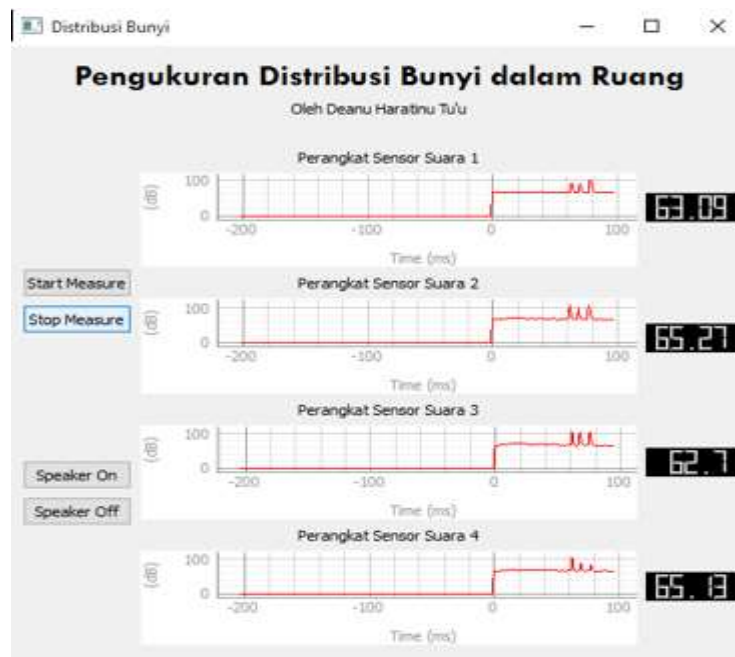
Gambar 8 Karakteristik perangkat sensor suara 4

Persamaan karakteristik yang didapatkan dari masing-masing perangkat sensor suara, kemudian ditanamkan pada mikrokontroler Arduino Pro Mini. Persamaan karakteristik ini mengubah nilai pembacaan bit ADC menjadi nilai tingkat intensitas bunyi.

3.3 Perangkat Lunak Antarmuka ke PC

Perangkat lunak antarmuka ke PC

dibuat menggunakan bahasa pemrograman Python 2.7. Perangkat lunak ini berfungsi untuk mengakuisisi data pengukuran secara *real time* dan nirkabel, serta menyimpan data pengukuran dalam format CSV (*Comma Separated Value*) (Sarradj & Herold, 2016). Tampilan antarmuka grafis ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9 Tampilan antarmuka grafis di PC

3.4 Kalibrasi Perangkat Sensor Suara

Perangkat sensor suara yang telah dikarakterisasi, kemudian dikalibrasi dengan SLM standard. Kalibrasi ini dilakukan untuk melihat persen *error* pengukuran pada perangkat sensor suara yang dibuat. Persen *error* perangkat sensor suara dapat dilihat pada Tabel 1. Kalibrasi ini menunjukkan bahwa perangkat sensor suara yang telah dibuat, memiliki persentase error sebesar 0,65% s.d. 1,24%.

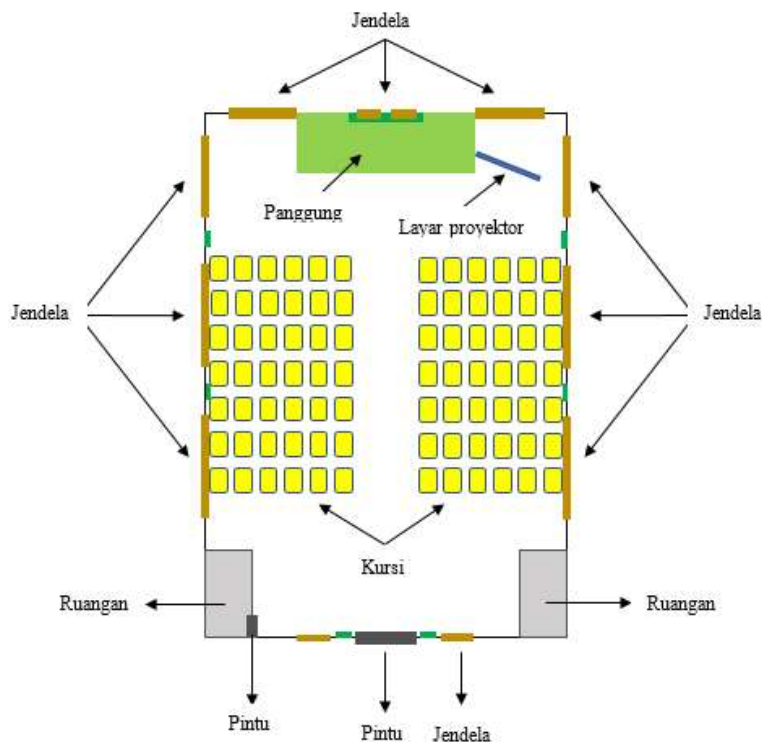
Tabel 1 Persen Selisih Pengukuran pada Perangkat Sensor Suara

SLM (dB)	Persen Selisih Pengukuran Perangkat Sensor Suara (%)			
	1	2	3	4
46	2,61	1,09	1,67	0,51
50,5	2,38	0,92	0,92	0,59
54,8	2,37	2,74	1,03	1,09
60,5	1,16	0,66	1,43	0,50
64,7	1,70	1,29	0,26	1,08
70,5	0,85	1,42	0,28	0,99

76,2	0,35	0,92	0,66	0,39
79,7	0,79	1,17	0,25	0,42
85,4	0,82	0,55	0,16	0,55
90,8	0,48	0,77	0,26	0,18
94,6	1,09	1,23	0,78	0,92
100,2	0,30	0,23	0,43	0,57
<i>Rata-rata</i>	1,24	1,08	0,68	0,65

3.5 Hasil Pengukuran Distribusi Bunyi dalam Ruang

Pengukuran distribusi bunyi dilakukan di Aula Einstein FMIPA ULM, Banjarbaru, padanggal 1 September 2018, pukul 08.00 WITA. Pengukuran dilakukan pada 16 titik pengukuran tingkat intensitas bunyi, dengan 7 variasi posisi sumber bunyi, dan 5 variasi frekuensi sumber bunyi (250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, dan 4000 Hz) yang sering dijadikan acuan frekuensi dalam penelitian akustik lingkungan (Ikhsanet *al.* 2016). Pada Gambar 10, ditunjukkan denah detail dari Aula Einstein FMIPA ULM.

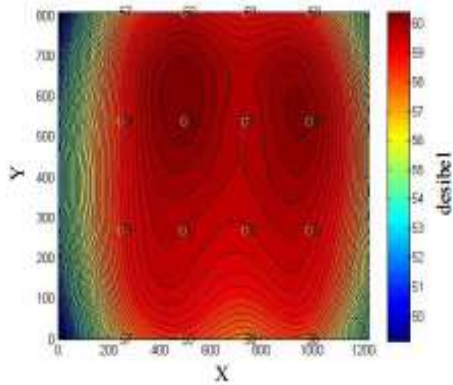


Gambar 10 Denah detail Aula Einstein FMIPA ULM

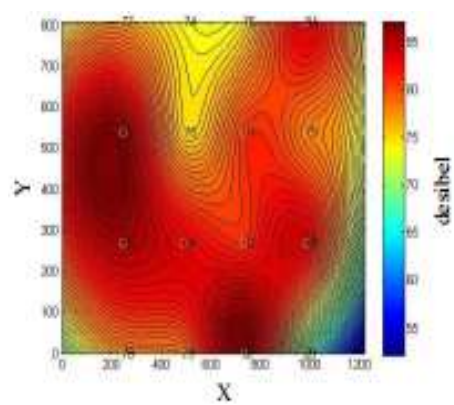
Pengukuran pertama kali dilakukan terhadap bising latar belakang dari Aula Einstein FMIPA ULM. Bising latar belakang yang terukur berkisar antara 57 dB s.d. 60,5 dB.

Nilai ini menunjukkan bahwa tingkat bising latar belakang dari Aula Einstein masih berada di atas nilai standard yang ditetapkan Kepmen LH No. 48 Tahun 1996, yaitu sebesar 55 dB.

Grafik kontur bising latar belakang Aula Einstein ditunjukkan pada Gambar 11.

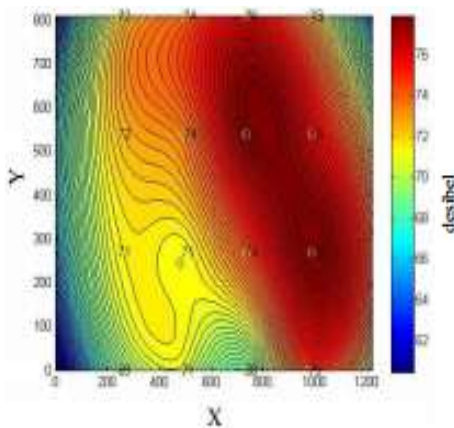


Gambar 11 Grafik kontur 2D pada bising latar belakang Aula Einstein

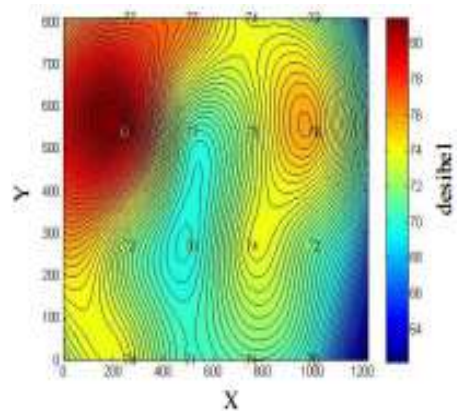


Gambar 15 Grafik kontur 2D dengan frekuensi 2000 Hz

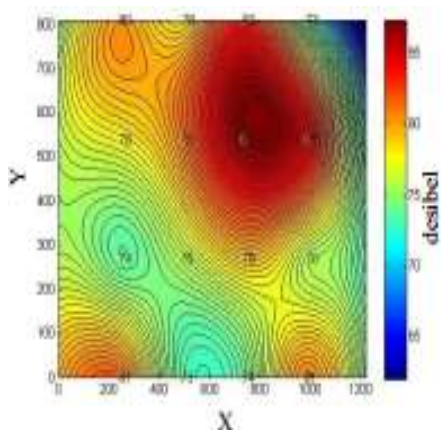
Pengukuran distribusi bunyi dilakukan dengan memberikan sumber bunyi, dengan variasi posisi sumber bunyi dan variasi frekuensi sumber bunyi. Gambar 12, Gambar 13, Gambar 14, Gambar 15, dan Gambar 16, masing-masing menunjukkan grafik kontur 2D dari sumber bunyi berfrekuensi 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, dan 4000 Hz yang diletakkan pada posisi perangkat *speaker* di titik 1.



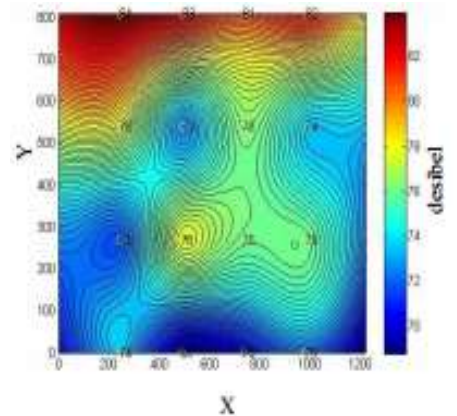
Gambar 12 Grafik kontur 2D dengan frekuensi 250 Hz



Gambar 14 Grafik kontur 2D dengan frekuensi 1000 Hz



Gambar 13 Grafik kontur 2D dengan frekuensi 500 Hz



Gambar 16 Grafik kontur 2D dengan frekuensi 4000 Hz

Merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Czerwinski & Dziechiowski (2014), sebaran tingkat tekanan bunyi yang diukur oleh alat ukur yang dibuat pada penelitian ini telah menunjukkan hal yang sesuai. Kesesuaian ini dapat dilihat pada grafik yang menunjukkan adanya nilai tekanan bunyi

yang tinggi di titik peletakan sumber bunyi dan menurun seiring jarak.

Pengukuran menggunakan alat ukur yang telah dibuat menghasilkan data primer dari distribusi bunyi pada Aula Einstein FMIPA ULM. Data primer ini dapat menjadi acuan mengenai respon akustik Aula Einstein FMIPA ULM terhadap bunyi dengan frekuensi 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, dan 4000 Hz. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk menganalisa pengaruh geometri ruangan, material, dan benda-benda yang ada di dalam ruangan terhadap hasil pengukuran (Cox *et al.*, 2006).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapat kesimpulan:

1. Alat ukur yang dibuat dapat mengukur empat titik pengukuran secara bersamaan, sebagai nilai pengukuran bunyi dalam ruang, dan mentransmisikan hasil pengukuran secara nirkabel menggunakan modul nRF24L01 serta mikrokontroler Arduino Pro Mini.
2. Perangkat lunak yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman Python 2.7, dapat mengakuisisi data pengukuran secara *real time*, serta menyimpannya dalam format CSV.
3. Alat ukur yang dibuat telah diuji untuk dapat mengukur tingkat intensitas bunyi pada 45 dB s.d. 100 dB dan pada frekuensi 250 Hz s.d. 4000 Hz, dengan persen *error* alat ukur dibanding SLM, sebesar 0,65% s.d. 1,24%. Bising latar belakang yang terukur pada Aula Einstein berkisar pada 57 dB s.d. 60,56 dB, sehingga belum sesuai standar Kepmen LH sebesar 55 dB.

V. DAFTAR PUSTAKA

Ardiansyah, R., 2007. Pembuatan Alat Ukur Kebisingan Jalan Raya Secara Nirkabel Berbasis Modul Arduino Mega 2560. *Skripsi Program Sarjana Universitas Lambung Mangkurat*. Banjarbaru.

- Cox, T. J., B. I. L. Dalenback, P. D'Antonio, J. J. Embrechts, J. Y. Jeon, E. Mommertz, & M. Vorlander., 2006. A Tutorial on Scattering and Diffusion Coefficients for Room Acoustic Surfaces. *Acta Acustica United with Acustica*. 92, pp 1-15.
- Czerwinski, A. & Z. Dziechciowski., 2014. Evaluation of Acoustical Properties of an Auditorium after a Modernisation Program. *Acoustical and Biomedical Engineering*. 125, pp 71-76.
- Ikhsan, K., Elvaswe, & Harmadi., 2016. Karakteristik Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik dari Material Berongga Plafon PVC Menggunakan Metode Tabung Impedansi. *Jurnal Ilmu Fisika*. 8, pp 64-69.
- Indrani, H. C., 2004. Pengaruh Elemen Interior Terhadap Karakter Akustik Auditorium. *Dimensi Interior*. 2, pp 66-79.
- Klosak, A.K. & A. C. Gade., 2008. Relationship Between Room Shape and Acoustics of Rectangular Concert Hall. *Acoustical Society of America*. 5, pp 3190-3199.
- Knecht, A. H., P. B. Nelson, & L. L. Feth., 2002. Background Noise Levels and Reverberation Times in Unoccupied Classrooms: Predictions and Measurements. *American Journal of Audiology*. 11, pp 65-57.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup., 1996. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-48/MENLH/11/1996*. Kemen LH. Jakarta.
- Nurjannah, I., 2017. Sound Intensity Measuring Instrument Based on Arduino Board with Data Logger System. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*. 4, pp 27-35.
- Sarradj, E. & G. Herold., 2016. A Python Framework for Microphone Array Data Processing. *Applied Acoustics*. 116, pp 50-58.
- Satwiko, P., 2009. *Fisika Bangunan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Serpanos, Y. C., B. Renne, J. R. Schoepfflin, & D. Davis., 2018. The Accuracy of

- Smartphone Sound Level Meter Applications With and Without Calibration. *American Journal of Speech-Language Pathology*. 4, pp 1319-1328.
- Szelag, A. & A. Flaga., 2015. An Acoustic Study of the Auditorium Hall to be Located in the Proposed Building of the Applied Acoustics Laboratory of Cracow University of Technology. *Technical Transactions*. 2-B, pp 343-357.
- Zahorik, P. & E. J. Brandewie., 2016. Speech Intelligibility in Rooms: Effect of Prior Listening Exposure Interacts with Room Acoustics. *Journal Acoustical Society of America*. 140, pp 74-86.