

PENGUKURAN POWER RESPONSE DAN IMPULSE RESPONSE SPEAKER

MEASUREMENT OF SPEAKER'S POWER RESPONSE AND IMPULSE RESPONSE

Johansah Liman¹, Quinta Nadya Madra²

¹Jalan Tanjung Duren Raya No. 4, Jakarta Barat 11470

²Perum Pondok Gede Permai Jalan Merpati II B 10 No. 9, Bekasi 17424

¹johansah@ukrida.ac.id, ²quintanadyamadra@gmail.com

Abstrak

Salah satu cara untuk mengetahui kinerja akustik sebuah ruangan adalah dengan melakukan pengukuran *impulse response* dari ruangan tersebut. Dari pengukuran ini akan didapatkan gambaran interaksi antara sumber suara dengan permukaan dalam ruangan, yang dapat digambarkan dalam pola urutan waktu pemantulan energi suara pada suatu titik dalam ruangan serta reduksi energi suara pada setiap waktu atau setiap informasi suara pantulan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya *power response* dan *impulse response* yang dihasilkan oleh *speaker* yang berupa suara. Variabel dalam penelitian ini adalah suara yang masuk melalui *microphone* dan dikeluarkan oleh *speaker*. Untuk mengetahui *power response* menggunakan *pink noise*, sedangkan *impulse response* menggunakan sinyal impuls. Untuk mengukur *power response* dan *impulse response* digunakan *SPL meter*. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur dan studi lapangan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *impulse response* tidak mudah terganggu dengan frekuensi dari sumber lain sedangkan untuk *power response* mudah terganggu dengan frekuensi dari sumber lain.

Kata kunci: *impulse response, pink noise, power response, sinyal impuls, SPL meter*

Abstract

One way to find out the acoustic performance of a room is by measuring the impulse response. These measurements will obtain an overview of interaction between the sound source and the surface in the room, which can be described in a time sequence patterns of sound energy reflection at any point in the room as well as the reduction of sound energy at any time or any sound reflections information. This research aims to determine the amount of power response and impulse response of sounds produced by speakers. Variable in this research is sounds produced through a microphone and that go out through the speaker. To determine the power response, pink noise is measured, while the impulse response is measured using impulse signals. SPL meter is used to measure the power response and impulse response. The research is literature study and field observation. The result shows the impulse response measurement is not easily interrupted by frequencies from other sound sources. Meanwhile, power response is easily distracted by the frequency from other sound sources.

Keywords: *impulse signal, impulse response, pink noise, power response, SPL meter*

Tanggal Terima Naskah : 18 Oktober 2016

Tanggal Persetujuan Naskah : 06 Desember 2016

1. PENDAHULUAN

Salah satu cara untuk mengetahui kinerja akustik sebuah ruangan adalah dengan melakukan pengukuran *power response* dan respon impuls dari ruangan tersebut. Dari pengukuran ini didapatkan gambaran interaksi antara sumber suara dengan permukaan dalam ruangan, yang dapat digambarkan dalam pola urutan waktu pemantulan energi suara pada suatu titik dalam ruangan serta reduksi energi suara pada setiap waktu/setiap informasi suara pantulan [1].

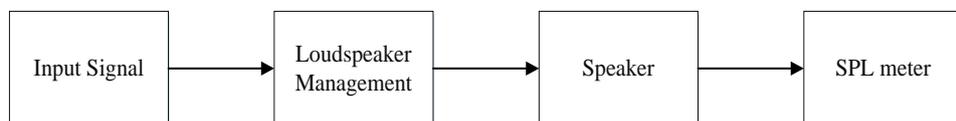
Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besaran *power response* pada *speaker* menggunakan *pink noise*. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui besaran *impulse response* pada *speaker* menggunakan sinyal impuls dan membandingkan metode *pink noise* dengan sinyal impuls.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah studi literatur dan studi lapangan. Pada studi literatur, dilakukan pencarian topik penelitian, pengumpulan referensi yang berhubungan dengan penelitian, pencarian data-data yang berhubungan dengan penelitian, dan pencarian *loudspeaker*. Untuk studi lapangan dilakukan pengujian masing-masing titik uji pada diagram blok, pengujian keseluruhan sistem menggunakan *SPL meter*, dan membandingkan hasil pengujian antara *pink noise* dengan *impedance sweep*.

2. ANALISIS DAN PERANCANGAN

2.1 Konsep Dasar

Pada bagian ini akan dibahas mengenai konsep dasar untuk mendapatkan *power response* dan *impulse response* [2]. Gambar 1 menunjukkan konsep dasar perancangan penelitian.

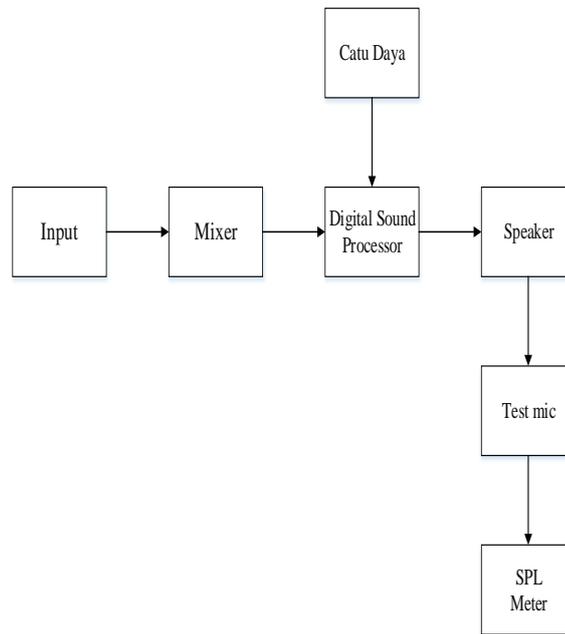


Gambar 1. Konsep dasar pengukuran

Berdasarkan Gambar 1, *input signal* yang digunakan sebagai masukan menggunakan *signal pink noise* dan sinyal impuls. Dalam rangkaian sinyal tersebut digunakan sebagai parameter.

2.2 Diagram Blok Proses Pengukuran

Diagram blok sistem pengukuran *pink noise* dan *impedance sweep* dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



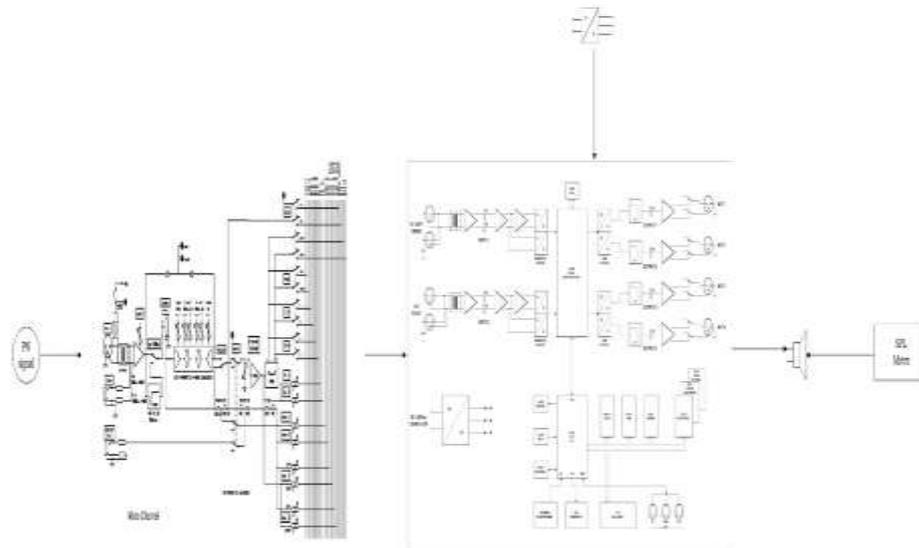
Gambar 2. Diagram blok sistem pengujian

Berikut adalah penjelasan singkat dari masing-masing blok [3]:

- a. *Input*
Pada bagian *input* terdapat *microphone*. Fungsi *microphone* adalah menangkap gelombang suara dan mengubahnya menjadi arus listrik.
- b. *Mixer*
Mixer berfungsi sebagai pencampur dua atau lebih *channel audio input* menjadi satu kesatuan sistem penyuaran.
- c. *Digital Sound Processor*
Digital Sound Processor berfungsi sebagai pengatur dari sinyal yang akan masuk ke dalam *loudspeaker* dan sebagai penghubung antara *input* dan *output*.
- d. *Amplifier*
Amplifier berfungsi untuk menguatkan sinyal yang masuk sebelum dikeluarkan melalui *speaker*. *Amplifier* yang digunakan pada pengujian ini adalah kelas D.
- e. *Speaker*
Speaker sebagai keluaran sistem. Keluaran dari *speaker* ini yang akan diukur oleh *SPL meter*.
- f. *Test mic* dan *SPL Meter*
Test Mic berfungsi untuk menangkap suara yang dikeluarkan oleh *loudspeaker* dan diteruskan ke *SPL meter* untuk diukur tingkat kekerasan suara yang dihasilkan oleh *loudspeaker*.

2.3 Rangkaian Keseluruhan

Gambar 3 menunjukkan rangkaian keseluruhan dari penelitian pengukuran *power response* dan *impulse response*.



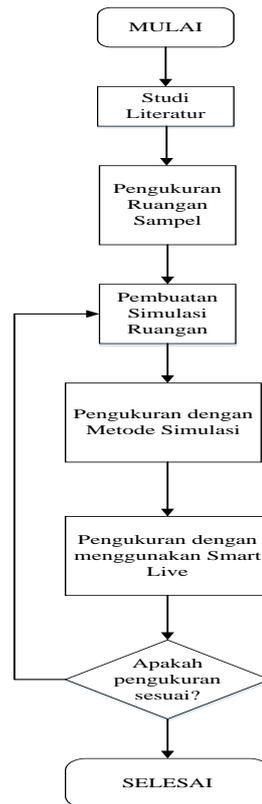
Gambar 3 Rangkaian blok sistem

2.4 Cara Kerja Rangkaian

Untuk meneliti *power response* dan *impulse response* terdapat beberapa rangkaian yang diperlukan. Proses diawali dengan dimasukkannya sinyal *pink noise* dan sinyal impuls dengan frekuensi 2 kHz, diberikan metode *gate*, yang selanjutnya akan diproses oleh *mixer*. *Mixer* berfungsi untuk mencampur dua atau lebih *channel audio input* menjadi satu kesatuan sistem penyuaran. Selanjutnya sinyal tersebut akan diproses oleh *digital sound processor* yang di dalamnya terdapat *equalizer*, *crossover*, dan *limiter*. *Equalizer* berfungsi untuk mengatur *gain* sinyal pada nilai frekuensi yang dapat dikuatkan atau diredam. *Crossover* berfungsi memisahkan sinyal suara berdasarkan *range* frekuensi. *Limiter* berfungsi untuk membatasi sinyal yang keluar dari DSP agar tidak terjadi *overflow* pada *speaker*. Setelah itu sinyal diteruskan ke *speaker* dan diukur dengan *SPL Meter* [4].

2.5 Prosedur Penelitian

Prosedur pengambilan data dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Alur pengambilan data

2.6 Spesifikasi Speaker

Speaker yang digunakan pada pengukuran adalah Work Mino 8, yang memiliki spesifikasi sebagai berikut [5]:

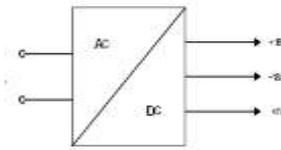
- a. Respons Frekuensi: 85Hz – 19KHz
- b. Sensitivitas: 93dB
- c. Frekuensi *crossover*: 2.5KHz
- d. Jangkauan (Horizontal x Vertikal): 140° x 140°
- e. Daya (RMS): 100W
- f. Tahanan: 8 Ohm
- g. Ukuran (W x D x H): 258 x 247 x 408mm

2.7 Analisis Rangkaian

Berikut ini adalah rangkaian tiap-tiap blok yang berperan untuk pengukuran *power response* dan *impulse response* pada *speaker*.

1. Rangkaian Catu daya

Rangkaian catu daya dibutuhkan untuk mencatu bagian *Digital Sound Processor* (DSP). Gambar 5 menunjukkan rangkaian catu daya yang terdapat pada DSP [6].

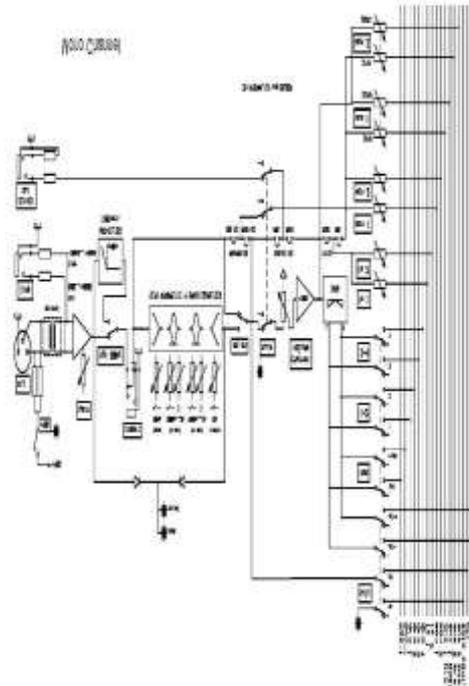


Gambar 5. Rangkaian catu daya

Pada rangkaian catu daya diberikan *input* berupa tegangan PLN sebesar 220V, pada DSP digunakan sistem *switching trafo* untuk menurunkan tegangan 220V menjadi 18V, -18V, dan 5V. Selanjutnya tegangan tersebut akan disalurkan ke rangkaian *input*, rangkaian proses, rangkaian kontrol, dan rangkaian *output* yang terdapat pada DSP.

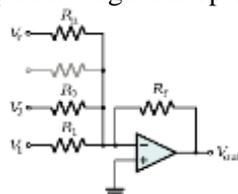
2. *Mixer*

Rangkaian *mixer* untuk mencampurkan sinyal *input* yang masuk seperti ditunjukkan pada Gambar 6 [7].



Gambar 6. Rangkaian *Mixer*

Pada rangkaian *mixer* terdapat rangkaian *balance input*, *balance stage input*, *filter*, *equalizer*, dan *level channel*. *Balance input* merupakan sinyal audio yang terdiri dari sinyal negatif, positif, dan *ground* [8]. Selanjutnya sinyal diteruskan pada rangkaian *balance stage input* yang merupakan rangkaian op-amp seperti gambar 7.

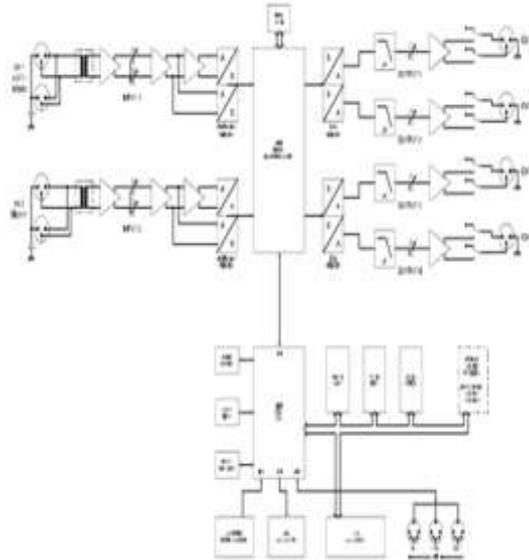


Gambar 7. *Balance Stage Input*

Setelah melalui *balance stage input* sinyal audio diteruskan ke rangkaian *filter*. *Filter* yang digunakan adalah *high pass filter* yang berfungsi untuk melewatkan frekuensi tinggi dan menahan frekuensi rendah. Selanjutnya sinyal tersebut diteruskan ke rangkaian *equalizer* yang berfungsi sebagai pembagi frekuensi suara, terdiri atas *high*, *middle*, dan *low frequency*. Selanjutnya sinyal diteruskan ke *level channel* untuk mengetahui daya sinyal [8].

3. Rangkaian *Digital Sound Processor*

Rangkaian DSP dibutuhkan untuk memproses sinyal *input* sebelum menuju *output* (*speaker*). Gambar 8 menunjukkan rangkaian DSP.

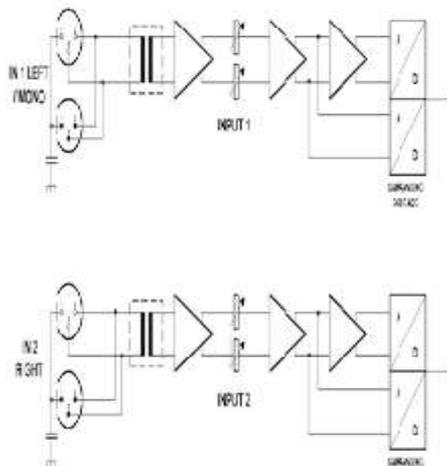


Gambar 8. Rangkaian sistem DSP

Pada rangkaian DSP terdapat empat rangkaian yang terdiri dari rangkaian *input*, rangkaian proses, rangkaian kontrol, dan rangkaian *output*.

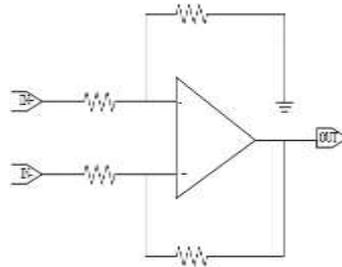
a. Rangkaian *Input* DSP

Pada rangkaian *input* DSP terdapat *balanced input*, *balanced stage input*, *level channel*, dan ADC 24 bit [9].



Gambar 9. Rangkaian *Input* DSP

Balanced input merupakan sinyal audio yang terdiri dari sinyal negatif, positif, dan *ground*, dilanjutkan ke *balanced stage input*, yaitu rangkaian op-amp seperti ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. *Balanced Stage Input*

Setelah masuk *balanced stage input*, sinyal akan masuk ke rangkaian *level channel* untuk mengetahui besarnya daya sinyal yang masuk ke dalam *input* DSP dan dilanjutkan ke rangkaian ADC yang berfungsi untuk mengkonversikan sinyal analog ke sinyal digital. Pada rangkaian ini digunakan ADC dengan konfigurasi 24 bit sebelum diteruskan ke rangkaian proses [10].

b. Rangkaian Proses

Rangkaian proses adalah rangkaian yang berfungsi untuk mengolah sinyal yang keluar dari ADC yang terdapat pada rangkaian *input*. Rangkaian proses memiliki spesifikasi dapat mengolah sinyal 24 bit, dan menjadi inti dari DSP karena fitur *equalizer*, *compressor*, *limiter*, *crossover*, dan *delay* berlangsung pada rangkaian ini [11].



Gambar 11. Rangkaian Proses

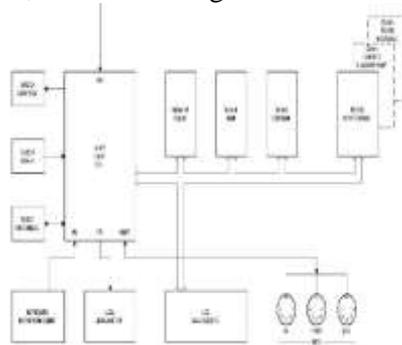
c. Rangkaian Kontrol

Rangkaian kontrol berfungsi untuk mengendalikan sistem yang terdapat pada DSP, seperti volume *input*, rangkaian proses, dan *output* yang akan dikeluarkan ke *loudspeaker*. Rangkaian *input* memiliki CPU yang berfungsi untuk mengatur *audio control*, pengolahan sinyal pada rangkaian proses seperti:

1. Pengaturan jenis *filter* yang digunakan
2. Pengaturan *delay* (waktu tunda) pada sistem
3. Pengaturan frekuensi *cut-off* pada *filter*
4. Pengaturan penguatan atau redaman pada *equalizer*

5. Pengaturan *crossover*, *limiter*, dan *compressor*

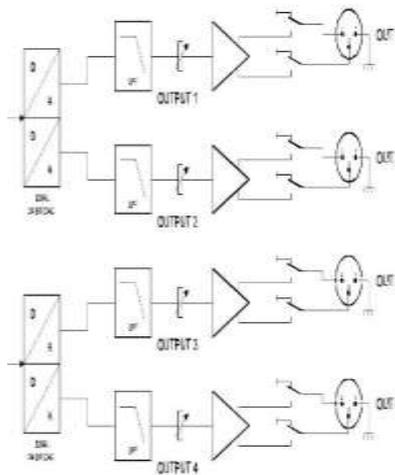
Pada rangkaian kontrol juga dilengkapi media penyimpanan untuk menyimpan konfigurasi pada DSP, dan LCD sebagai media antarmuka ke pengguna DSP.



Gambar 12. Rangkaian Kontrol

d. Rangkaian *Output* DSP

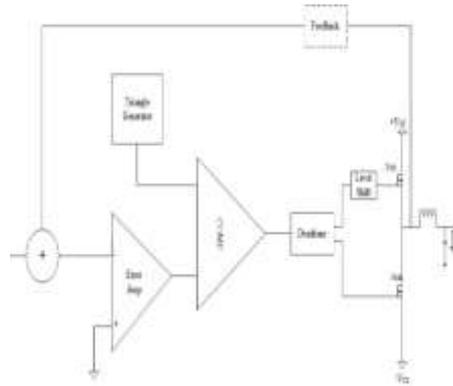
Pada rangkaian *output* DSP terdapat DAC, *Low pass filter*, *level channel*, dan rangkaian *balanced stage input*. Setelah sinyal diolah oleh rangkaian proses, sinyal akan masuk ke DAC untuk diubah kembali menjadi sinyal analog, DAC yang digunakan menyesuaikan dengan jumlah yang diproses di dalam rangkaian proses, yaitu 24 bit. Sinyal analog yang keluar dari DAC akan dilanjutkan ke rangkaian *level channel* untuk mengetahui seberapa besar sinyal yang akan keluar dari DSP. Setelah melalui *level channel* sinyal tersebut akan masuk ke *balanced stage input*, selanjutnya dikeluarkan ke *loudspeaker* melalui konektor XLR.



Gambar 13. Rangkaian *Output* DSP

4. Rangkaian *Speaker*

Speaker atau yang sering disebut *loudspeaker* adalah *transducer* yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi audio. Setelah keluar dari DSP sinyal akan diperkuat terlebih dahulu ke rangkaian penguat (*amplifier*). Pada penelitian ini digunakan *loudspeaker* dengan daya *output* sebesar 800 W dan merupakan *loudspeaker* aktif yang memiliki konfigurasi penguat kelas D, seperti dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. Rangkaian *Speaker*

Penguat daya kelas D merupakan *power amplifier switching* menggunakan teknologi *pulse width modulation* (PWM), dimana *duty-cycle* dari pulsa PWM ini proporsional terhadap amplitudo sinyal *input*. Pada tingkat akhir penguat daya, pulsa PWM dari modulator dibagi menjadi dua sisi yang saling berbeda fasa 180° dan digunakan untuk men-*drive* transistor *switching ON* dan *OFF* pada *High side* dan *Low side* yang sesuai dengan lebar pulsa PWM. Transistor *switching* yang digunakan pada penguat daya kelas D adalah transistor jenis FET atau MOSFET.

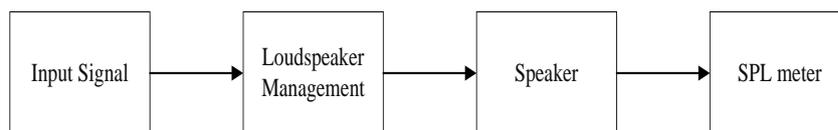
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Lapangan

Data lapangan diperlukan untuk mengidentifikasi *power response* dan *impuls response speaker* yang diuji. Metode pengujian yang digunakan adalah studi lapangan. Pengambilan data dilakukan di PT Infinite Audio Media. Data yang diambil menggunakan bantuan *SPL meter*. Hasil yang didapat berupa perbandingan grafik.

3.2 Penjelasan Diagram Blok Sistem

Berikut adalah diagram blok sistem.



Gambar 15 Diagram Blok Sistem

Input signal yang digunakan adalah *pink noise* dan sinyal impuls. *Pink noise* memiliki frekuensi sebesar 2KHz dan sinyal impuls memiliki frekuensi dari 20Hz – 20KHz. Sinyal tersebut masuk ke *loudspeaker management* yang terdiri dari *mixer*, *digital sound processor*, dan *amplifier*. Sinyal tersebut masuk ke *mixer* yang berfungsi untuk mengatur *level* dari sinyal yang masuk tersebut. Keluaran sinyal dari *mixer* berupa sinyal analog yang diteruskan ke *digital sound processor*.

Digital sound processor atau DSP memiliki empat bagian, yaitu *input*, rangkaian proses, rangkaian kontrol, dan *output*. Sinyal tersebut masuk ke *input* dimana pada *input* DSP sinyal tersebut akan diubah menjadi sinyal digital oleh ADC 24 bit. Selanjutnya sinyal tersebut masuk ke rangkaian proses untuk mengolah sinyal 24 bit dan menyaring frekuensi *cut-off*. Rangkaian kontrol digunakan untuk mengatur *input*, rangkaian proses, dan *output*. Sinyal tersebut diteruskan ke rangkaian *output* yang terdapat DAC untuk mengubah sinyal digital ke analog. Selanjutnya, sinyal diteruskan ke *level channel* untuk

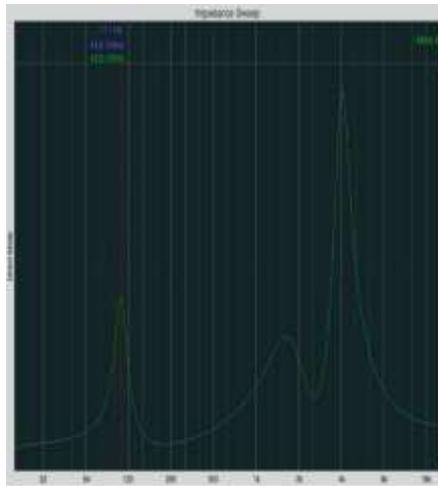
melihat *level* sinyal yang akan diteruskan ke *speaker*. Sinyal yang keluar dari DSP diteruskan ke *amplifier* yang berfungsi untuk menguatkan sinyal sebelum diteruskan ke *speaker*. Sinyal yang dikeluarkan *speaker* diukur oleh SPL meter.

3.3 Pengujian dengan SPL Meter

Metode uji studi lapangan dilakukan menggunakan alat *SPL meter*. *SPL meter* digunakan untuk menentukan *level* dari *sound* atau sering dikenal sebagai desibel atau *dB meter*. Ada dua pengujian pengukuran, yaitu pengukuran *power response* dengan menggunakan sinyal *pink noise* dan pengukuran *impulse response* dengan menggunakan *impedance sweep*.

1. Pengukuran *Impulse Response* menggunakan *Impedance Sweep*

Pada bagian ini ditampilkan hasil pengukuran *impulse response* yang menggunakan sinyal *impedance sweep* yang terjadi pada *speaker* yang ditunjukkan seperti pada gambar 16.



Gambar 16. Grafik *Impedance Sweep*

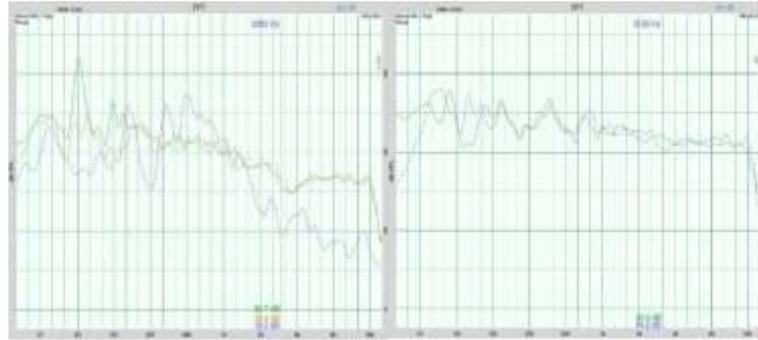
Grafik tersebut menunjukkan pengukuran *impulse response* menggunakan *impedance sweep* yang memiliki tiga tahanan yang diukur, yaitu tahanan *uffer* (kiri), tahanan akustik atau lubang (tengah) dan tahanan *crossover* (kanan). Pada grafik tersebut terlihat bahwa untuk tahanan *uffer* sebesar 43ohm, tahanan akustik atau lubang sebesar 33 ohm, dan tahanan *crossover* sebesar 93 ohm.

2. Pengukuran *Power Response* menggunakan *Pink Noise*

Pada pengukuran *power response* terdapat dua keadaan, yaitu pengukuran *power response* tanpa bidang pantul dan pengukuran dengan bidang pantul.

a. Pengukuran *Power Response* tanpa Bidang Pantul

Pada pengukuran ini terdapat dua keadaan, yaitu letak *tweeter* di atas dan letak *tweeter* di bawah. Gambar 17 berikut ini menunjukkan grafik pengukuran *power response* dengan menggunakan sinyal *pink noise* tanpa bidang pantul.

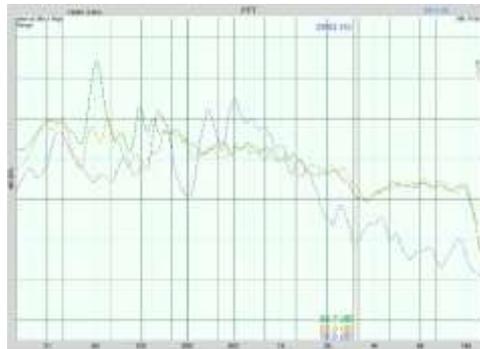


Gambar 17. Grafik *Power Response* tanpa Bidang Pantul

Grafik pada gambar 17 menunjukkan dua grafik dari dua keadaan. Keadaan pertama adalah letak *tweeter speaker* di atas. Keadaan kedua adalah letak *tweeter speaker* di bawah. Pemberian frekuensi pada *pink noise* mempengaruhi intensitas suara. Semakin besar frekuensi yang diberikan semakin kecil intensitas suaranya. Grafik tersebut menjelaskan untuk letak *tweeter* di atas pada frekuensi 3,156KHz intensitas suara sebesar 40,5dB, sedangkan untuk letak *tweeter* di bawah pada frekuensi 3,156KHz intensitas suara sebesar 44,2. Perbedaan intensitas suara dari dua keadaan ini disebabkan adanya interferensi dari frekuensi luar ruangan.

b. Pengukuran *Power Response* dengan Bidang Pantul

Pada bagian ini *speaker* diletakkan pada lantai yang digunakan untuk bidang pantul. Terdapat tiga keadaan, yaitu letak *tweeter* di atas, letak *tweeter* di bawah dan menggunakan bidang pantul. Gambar 18 berikut ini menunjukkan grafik pengukuran *power response* dengan menggunakan sinyal *pink noise* dengan bidang pantul.



Gambar 18. Grafik *Power Response* dengan Bidang Pantulan

Grafik tersebut menjelaskan intensitas suara dari tiga keadaan. Keadaan pertama pada frekuensi 2,983KHz intensitas suara sebesar 33,4 dB. Keadaan kedua pada frekuensi 2,983KHz intensitas suara sebesar 30,7dB. Faktor yang menyebabkan bedanya intensitas suara antara *tweeter* di atas dengan *tweeter* di bawah dikarenakan adanya interferensi frekuensi dari sumber lain. Untuk intensitas suara yang menggunakan bidang pantul pada frekuensi 2,983KHz intensitas suara sebesar 18,5dB. Hasil ini lebih rendah dari sebelumnya karena perambatan suaranya melalui bidang pantul.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- a. *Impedance sweep* (terlihat pada gambar 16) menghasilkan sinyal yang tidak terganggu dari frekuensi dari sumber lain.
- b. *Power response* (terlihat pada gambar 17 dan 18) menghasilkan intensitas suara yang tidak sama dari masing-masing pengukuran dikarenakan mudah terganggu dari frekuensi sumber lain dan karena adanya bidang pantul.

REFERENSI

- [1]. Ballou, Glen. 1987. Handbook for Sound Engineers. Indiana: Howard W. Sams & Co.
- [2]. Davis, Don. 1987. Sound System Engineering Second Edition. Indiana: Howard W. Sams & Co.
- [3]. Eargle, John. 1997. Professional Sound System Design. JBL Professional.
- [4]. Price, T.E. 1997. Analog Electronics. Prentice Hall Europe.
- [5]. "Audio Mixer," [e-journal] https://id.wikipedia.org/wiki/Audio_Mixer; (Diakses 6 Juni 2016).
- [6]. "Loudspeaker Power Response," [e-journal] https://www.audioholics.com/loudspeaker-design/comb-filtering/power_response/; (Diakses 6 Juni 2016).
- [7]. "Pengertian Microphone dan Cara Kerja," [e-journal] <http://teknikelektronika.com/pengertian-microphone-mikropon-cara-kerja-mikrofon/>; (Diakses 6 Juni 2016).
- [8]. "Pengukuran Impulse Response," [e-journal] <https://jokosarwono.wordpress.com/2012/03/30/pengukuran-impulse-response/>; (Diakses 6 Juni 2016).
- [9]. "Sinyal Acak: Pink Noise and Other Noises," [e-journal] <http://agfi.staff.ugm.ac.id/blog/index.php/2009/03/sinyal-acak-pink-noise-and-other-noises/>; (Diakses 6 Juni 2016).
- [10]. "Sinyal," [e-journal] <https://id.wikipedia.org/wiki/Sinyal>; (Diakses 7 Juli 2016).
- [11]. "Sistem Linear," [e-journal] http://www.oocities.org/husni_ums/sislin/sislin05.htm; (Diakses 6 Juni 2016).