

## **BAB IV**

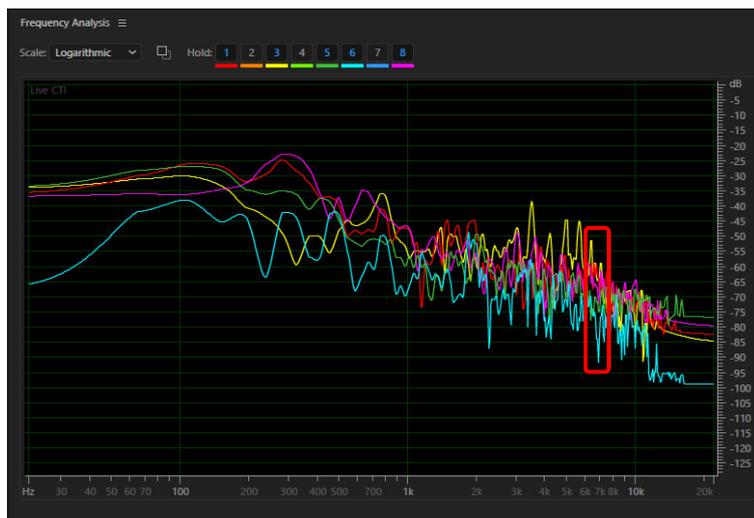
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah perancangan sistem diimplementasikan ke dalam alat, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian serta analisis. Pengujian awal dilakukan secara terpisah yaitu pengujian masing- masing blok. Data hasil pengujian tiap blok dianalisis performansi setiap subsistemnya untuk membandingkan hasil pengujian dengan kriteria keberhasilan yang ditentukan. Setelah didapatkan hasil yang memenuhi kriteria, maka dilakukan pengujian serta analisis sistem keseluruhan dengan menggabungkan masing- masing blok menjadi satu- kesatuan sistem yang utuh. Hasil pengujian sistem keseluruhan digunakan untuk menganalisis performansi sistem yang dibuat apakah sudah sesuai dengan perancangan awal atau tidak. Adapun pengujian dan analisis yang telah dilakukan sebagai berikut:

- 1) Analisis Hasil Pengambilan Data Musik dan Simulasi
- 2) Pengujian Rangkaian *Filter*
- 3) Pengujian USB to TTL
- 4) Pengujian ADC Mikrokontroler
- 5) Pengujian Performa Sistem Keseluruhan

#### **4.1 Analisis Hasil Pengambilan Data Musik dan Simulasi**

Data musik yang didapatkan digunakan sebagai parameter untuk menentukan spesifikasi *hardware*. Hasil pengamatan *frequency analysis* dijadikan sebagai panduan awal dalam menentukan frekuensi *cutoff* filter yang akan dirancang dengan memilih *bandwidth* frekuensi dengan atenuasi paling rendah. Gambar 4.1 menunjukkan data musik hasil *frequency analysis* sebagai parameter perancangan *filter* pendeteksi musik. Berdasarkan pengambilan data acak musik pengiring pada waktu tertentu, didapatkan bahwa pada rentang frekuensi 20 Hz – 6000 Hz memiliki atenuasi yang kecil dan amplitudo paling tinggi terdapat pada frekuensi < 900 Hz. Selanjutnya atenuasi semakin meningkat hingga mencapai 80 dB pada frekuensi 20kHz. Rentang 6000 Hz – 8000 Hz merupakan transisi ketika atenuasi mulai meningkat dan semua sampel menunjukkan respons yang menurun pada frekuensi setelahnya, sehingga nilai ini digunakan sebagai nilai frekuensi *cutoff* untuk perancangan *lowpass filter* pendeteksi musik.



Gambar 4.1 Data acak musik pengiring menggunakan *frequency analysis*

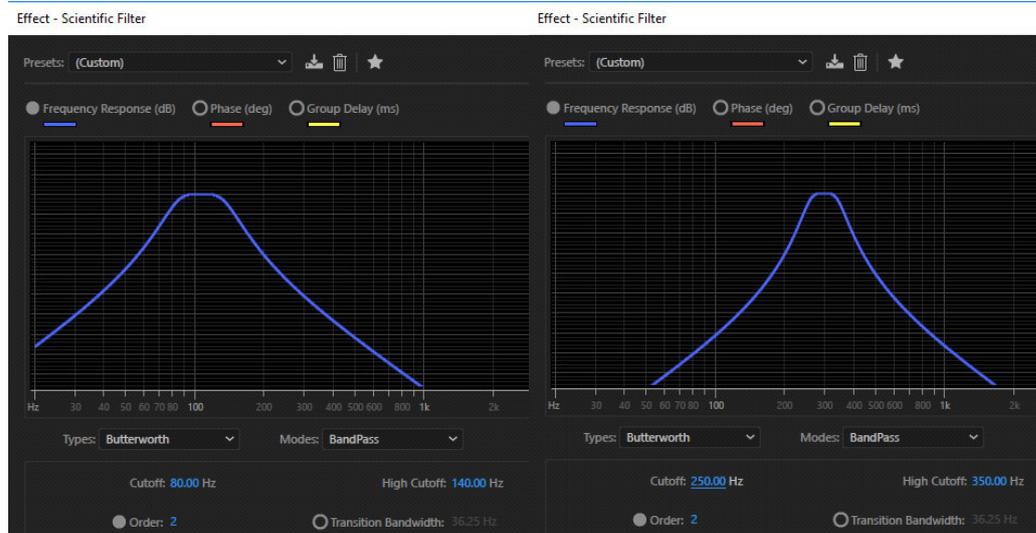
Gendang tipak merupakan instrumen yang dominan pada Musik Pengiring KRSTI 2016, dimana gendang yang terdiri atas gendang besar dan gendang kecil memiliki atenuasi yang rendah dengan batas frekuensi yang cukup jelas, diperlihatkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil pengamatan respons frekuensi gendang tipak

Gambar 4.2 merupakan data hasil pengujian respons frekuensi pada waktu saat gendang tipak terdengar. Pada gambar terlihat bahwa pada rentang frekuensi 80 Hz – 140 Hz untuk grafik gendang besar dan 250 Hz – 350 Hz untuk grafik gendang kecil memiliki atenuasi paling rendah. Sehingga frekuensi ini dijadikan sebagai frekuensi *cutoff* dalam perancangan *bandpass filter* pendeteksi gendang tipak. Nilai *cutoff* yang dipilih selanjutnya digunakan untuk membuat simulasi *filter* menggunakan *scientific filter* sebelum diimplementasikan ke rangkaian yang sesungguhnya. Mengacu respons frekuensi gendang pada Gambar 4.2 dan Gambar 2.11 untuk karakteristik *passband* dan *rolloff* yang ingin dicapai, maka dilakukan simulasi *filter* menggunakan *scientific filter* dengan spesifikasi *Butterworth filter 2<sup>nd</sup> order*

seperti diperlihatkan pada Gambar 4.3. Spesifikasi ini sudah mencukupi untuk menyaring frekuensi gendang tipak dan meredam frekuensi alat musik lainnya.

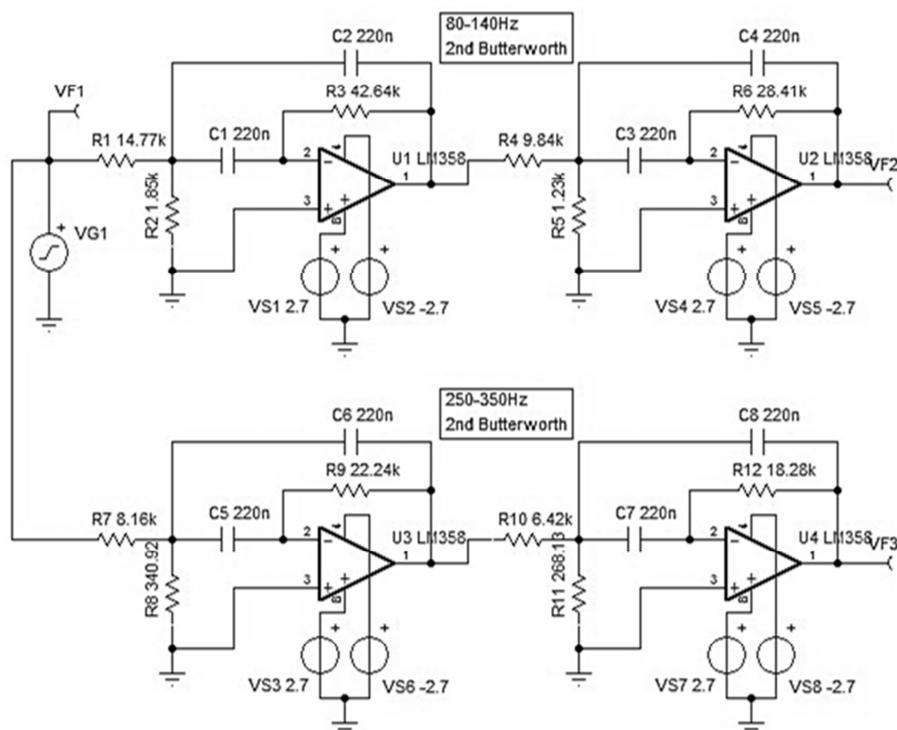


(a)

(b)

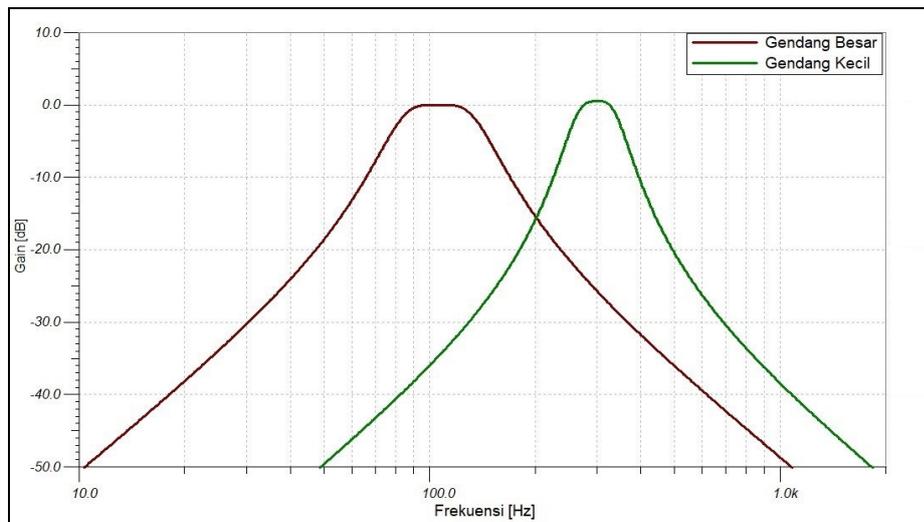
Gambar 4.3 Simulasi filter gendang tipak dengan *scientific filter*: (a) Gendang besar dan (b) Gendang kecil

Spesifikasi yang telah didapat dari simulasi *scientific filter* diimplementasikan ke dalam rangkaian *filter* dengan nilai komponen dan topologi yang telah ditentukan pada perancangan *hardware*. Sebelum diimplementasikan ke dalam rangkaian yang sesungguhnya, terlebih dahulu dilakukan simulasi rangkaian menggunakan *software* Tina-TI. Simulasi rangkaian ditunjukkan pada Gambar 4.4



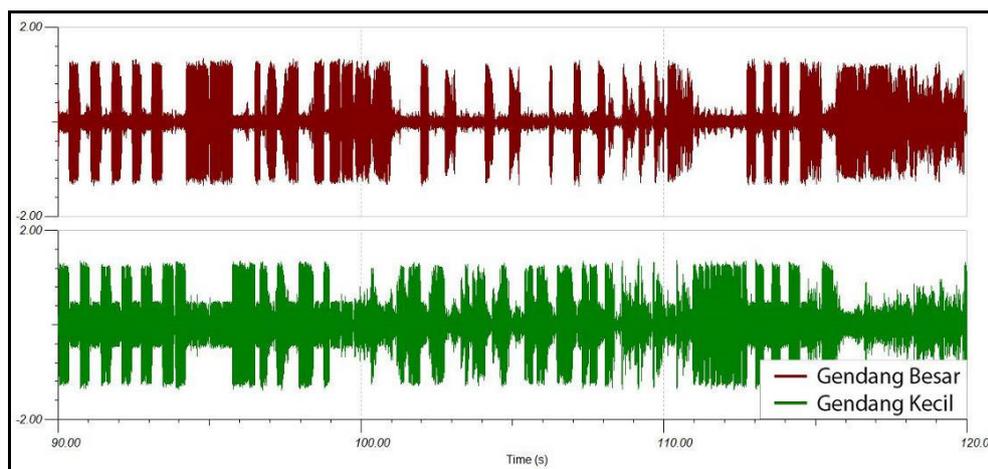
Gambar 4.4 Simulasi rangkaian *bandpass filter* gendang tipak menggunakan Tina-TI

Hasil simulasi rangkaian diamati menggunakan tool *signal analyzer* untuk mengamati respons *filter* yang disimulasikan. Respons *filter* ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Hasil simulasi respons *bandpass filter* gendang tipak menggunakan Tina-TI

*Signal analyzer* pada Tina-TI menunjukkan bahwa rangkaian *bandpass filter* gendang tipak yang disimulasikan memiliki respons yang sama dengan hasil simulasi *scientific filter* pada Adobe Audition. Rangkaian selanjutnya disimulasikan untuk mengamati sinyal musik pengiring yang telah difilter. Hasil simulasi yang ditunjukkan pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa kedua *filter* mampu menyaring gendang besar dan gendang kecil secara terpisah dan meredam suara lainnya. Dari hasil simulasi musik dapat dilihat bahwa gendang besar dan gendang kecil memiliki pola ketukan yang bergantian dan beriringan. Ketukan gendang ini nantinya dijadikan sebagai acuan dalam penentuan pola musik pengiring.



Gambar 4.6 Hasil filter musik pengiring pada interval detik ke-90 sampai dengan detik ke-120

## 4.2 Pengujian Rangkaian Filter

Perancangan *filter* yang telah diimplementasikan ke dalam rangkaian diuji untuk melihat responsnya. Pengujian rangkaian *filter* dibagi kedalam pengujian *lowpass filter* dan pengujian *bandpass filter*. Pengujian dilakukan dengan memberikan *input* tegangan

sinusoida dengan frekuensi bervariasi sesuai dengan karakteristik respons masing-masing *filter*. Hasil pengujian berupa data frekuensi yang dicari ( $f_x$ ), tegangan *input* dan tegangan *output* digunakan untuk menghitung nilai penguatan dalam tegangan serta penguatan dalam desibel menggunakan Persamaan (2-7) untuk penguatan desibel *lowpass filter* dan Persamaan (2-32) hingga (2-35) untuk penguatan tegangan *lowpass* dan *bandpass filter*.

#### **4.2.1 Pengujian Rangkaian *Lowpass Filter***

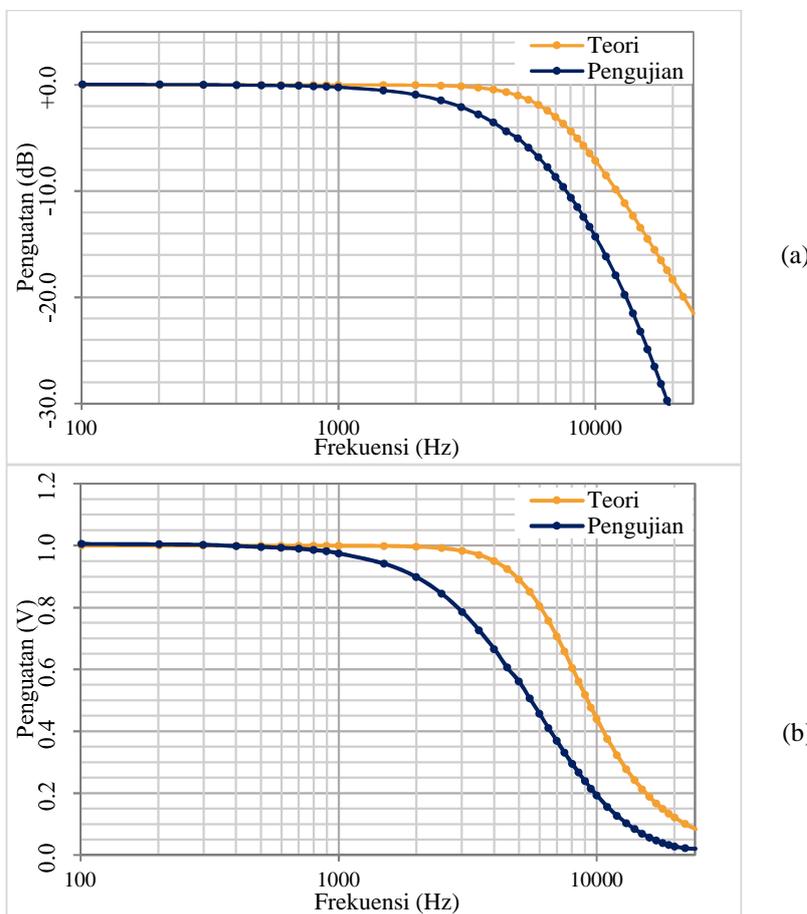
Pengujian rangkaian *lowpass filter* dilakukan dengan memberikan *input* tegangan sinusoida dengan frekuensi 100 Hz – 24 kHz menggunakan *function generator*. Sampel diambil sebanyak 40 buah dengan data frekuensi secara logaritmik. Ditentukan amplitudo sinyal *input* sebesar 0,722 V<sub>rms</sub> dengan perubahan frekuensi sampel adalah: 1 oktaf untuk 100 Hz – 1000Hz, 0,5 oktaf untuk 1000 Hz – 10kHz dan 0,1 oktaf untuk 10 kHz – 24 kHz. Hasil pengujian serta perhitungan penguatan ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1

Hasil pengujian *lowpass filter*

$f_x$ (Hz)	Tegangan		Penguatan (Teori)		Penguatan (Praktik)	
	Terukur ( $V_{rms}$ )	H (s)	A (dB)	H (s)	A (dB)	
101	0,7260	1,0000	0,00	1,0055	0,05	
202	0,7250	1,0000	0,00	1,0042	0,04	
299	0,7240	1,0000	0,00	1,0028	0,02	
402	0,7210	1,0000	0,00	0,9986	-0,01	
502	0,7190	1,0000	0,00	0,9958	-0,04	
599	0,7170	1,0000	0,00	0,9931	-0,06	
702	0,7150	0,9999	0,00	0,9903	-0,08	
801	0,7120	0,9999	0,00	0,9861	-0,12	
899	0,7090	0,9999	0,00	0,9820	-0,16	
1001	0,7040	0,9998	0,00	0,9751	-0,22	
1500	0,6800	0,9989	-0,01	0,9418	-0,52	
2000	0,6490	0,9967	-0,03	0,8989	-0,93	
2511	0,6100	0,9918	-0,07	0,8449	-1,46	
3013	0,5670	0,9833	-0,15	0,7853	-2,10	
3502	0,5240	0,9701	-0,26	0,7258	-2,78	
4010	0,4800	0,9501	-0,44	0,6648	-3,55	
4501	0,4370	0,9241	-0,69	0,6053	-4,36	
5002	0,4045	0,8906	-1,01	0,5602	-5,03	
5500	0,3652	0,8509	-1,40	0,5058	-5,92	
6010	0,3292	0,8049	-1,88	0,4560	-6,82	
6510	0,2957	0,7564	-2,43	0,4096	-7,75	
7010	0,2662	0,7061	-3,02	0,3687	-8,67	
7500	0,2389	0,6568	-3,65	0,3309	-9,61	
8040	0,2126	0,6041	-4,38	0,2945	-10,62	
8510	0,1922	0,5604	-5,03	0,2662	-11,50	
9010	0,1727	0,5168	-5,73	0,2392	-12,42	
9510	0,1548	0,4764	-6,44	0,2144	-13,38	
10010	0,1393	0,4393	-7,14	0,1929	-14,29	
11010	0,1124	0,3748	-8,52	0,1557	-16,16	
12000	0,0916	0,3221	-9,84	0,1269	-17,93	
13030	0,0743	0,2773	-11,14	0,1029	-19,75	
14020	0,0607	0,2419	-12,33	0,0841	-21,51	
15010	0,0498	0,2125	-13,45	0,0690	-23,23	
16000	0,0411	0,1880	-14,52	0,0569	-24,89	
17000	0,0340	0,1672	-15,54	0,0471	-26,54	
18010	0,0282	0,1494	-16,51	0,0391	-28,17	
19030	0,0236	0,1341	-17,45	0,0327	-29,71	
20010	0,0202	0,1215	-18,31	0,0280	-31,06	
22020	0,0160	0,1005	-19,95	0,0222	-33,09	
24120	0,0146	0,0839	-21,52	0,0202	-33,88	

Dari hasil perhitungan penguatan secara teori didapatkan bahwa pada frekuensi 7010 Hz didapatkan atenuasi sebesar 3,02 dB. Namun data yang diperoleh saat pengujian memiliki perbedaan yang cukup besar dengan atenuasi pada frekuensi 7010 Hz sebesar 8,67 dB. Sedangkan atenuasi mendekati 3 dB terdapat pada frekuensi 3502 Hz – 4010 Hz. Hal ini terjadi karena karakteristik dari *Op Amp* LM358 dimana *output swing* pada frekuensi 4000 Hz – 10 kHz memiliki perbedaan sebesar 6 volt pada  $V_{CC}$  15V. Dengan mengalikan *error output* dengan penguatan secara teori didapatkan atenuasi sebesar 5,72 dB pada frekuensi 7010 Hz. Mengacu data sampel pada Gambar 4.2 yaitu respons frekuensi dengan atenuasi terendah musik pengiring berada pada rentang 20 Hz – 3500 Hz, sehingga *lowpass filter* yang dibuat dapat digunakan untuk sistem pendeteksi musik pengiring. Grafik respons amplitudo *filter* ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik respons amplitudo  $2^{nd}$  order *lowpass filter*: (a) Penguatan dB dan (b) Penguatan tegangan

#### 4.2.2 Pengujian Rangkaian *Bandpass Filter*

Pengujian rangkaian *bandpass filter* dibagi kedalam pengujian *filter* gendang besar dan gendang kecil. Pengujian *filter* gendang besar dilakukan dengan memberikan *input* sinyal sinusoida sebesar 0,719  $V_{rms}$  dengan frekuensi 20 Hz – 800 Hz sebanyak 33 sampel. Pengujian *passband* dilakukan untuk mengamati respons *filter* yang ternormalisasi. Dengan

$f_h= 140$  Hz dan  $f_l= 80$  Hz, *bandwidth*-nya sebesar 60 Hz. Ditentukan perubahan frekuensi sampel sebesar 5 Hz pada *bandwidth*  $\pm 20$  Hz dari *passband* dan perubahan 1 oktaf untuk frekuensi lainnya. Hasil pengujian dan perhitungan penguatan ditunjukkan pada Tabel 4.2.

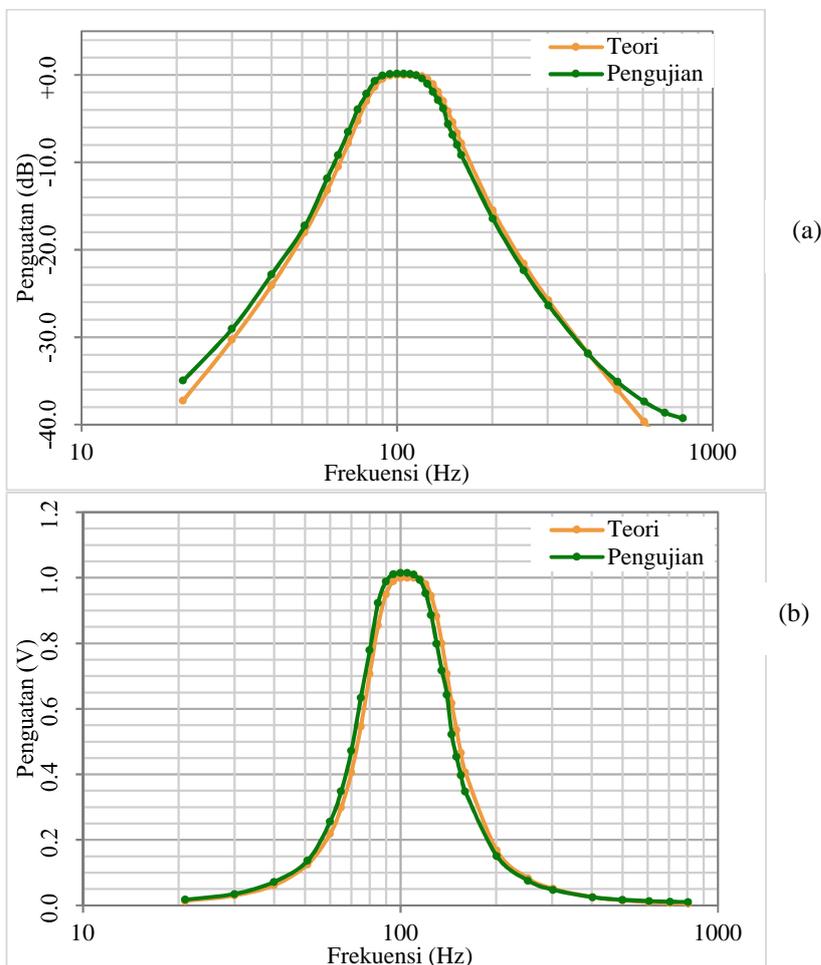
Tabel 4.2

Hasil pengujian *bandpass filter* gendang besar

$f_x$ (Hz)	Tegangan		Penguatan (Teori)		Penguatan (Praktik)	
	Terukur ( $V_{rms}$ )	H(s)	A (dB)	H(s)	A (dB)	
21	0,0128	0,0137	-37,26	0,0178	-34,99	
30	0,0254	0,0305	-30,31	0,0353	-29,04	
40	0,0518	0,0624	-24,10	0,0720	-22,85	
51	0,0985	0,1256	-18,02	0,1370	-17,27	
60	0,1840	0,2189	-13,19	0,2559	-11,84	
65	0,2503	0,2984	-10,50	0,3481	-9,17	
70	0,3393	0,4061	-7,83	0,4719	-6,52	
75	0,4560	0,5459	-5,26	0,6342	-3,96	
80	0,5600	0,7071	-3,01	0,7789	-2,17	
85	0,6640	0,8547	-1,36	0,9235	-0,69	
90	0,7110	0,9498	-0,45	0,9889	-0,10	
95	0,7270	0,9896	-0,09	1,0111	0,10	
100	0,7300	0,9992	-0,01	1,0153	0,13	
105	0,7300	1,0000	0,00	1,0153	0,13	
110	0,7260	0,9998	0,00	1,0097	0,08	
115	0,7140	0,9963	-0,03	0,9930	-0,06	
120	0,6850	0,9810	-0,17	0,9527	-0,42	
125	0,6370	0,9444	-0,50	0,8860	-1,05	
130	0,5740	0,8821	-1,09	0,7983	-1,96	
135	0,5150	0,7992	-1,95	0,7163	-2,90	
140	0,4620	0,7071	-3,01	0,6426	-3,84	
145	0,3752	0,6170	-4,19	0,5218	-5,65	
150	0,3259	0,5357	-5,42	0,4533	-6,87	
155	0,2859	0,4654	-6,64	0,3976	-8,01	
160	0,2500	0,4061	-7,83	0,3477	-9,18	
201	0,1083	0,1681	-15,49	0,1506	-16,44	
252	0,0547	0,0833	-21,59	0,0761	-22,37	
302	0,0345	0,0512	-25,81	0,0480	-26,38	
403	0,0183	0,0256	-31,85	0,0255	-31,89	
500	0,0126	0,0158	-36,04	0,0175	-35,13	
608	0,0097	0,0104	-39,70	0,0135	-37,40	
707	0,0084	0,0075	-42,46	0,0117	-38,65	
806	0,0078	0,0057	-44,83	0,0108	-39,29	

Hasil pengujian *filter* gendang besar menunjukkan bahwa pada frekuensi 135 Hz besar atenuasi 2,90 dB dan pada 80 Hz besar atenuasi 2,17 dB. Dibandingkan frekuensi sampel

lainnya, frekuensi 135 Hz dan 80 Hz memiliki atenuasi yang mendekati 3 dB, sehingga kedua frekuensi tersebut merupakan frekuensi *cutoff* atas dan bawah dari rangkaian *filter* yang dibuat. Adapun grafik respons amplitudo *bandpass filter* gendang besar ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik respons amplitudo  $2^{nd}$  order Butterworth bandpass filter gendang besar: (a) Penguatan dalam dB dan (b) Penguatan tegangan

Berdasarkan Gambar 4.8a terlihat bahwa respons amplitudo pada pengujian berbeda dengan perhitungan secara teori, dimana frekuensi *cutoff* atas pada teori adalah 140 Hz sedangkan pada pengujian frekuensi *cutoff* atas adalah 135 Hz. Kemiringan respons penguatan tegangan pada Gambar 4.8b memiliki *rolloff* yang tajam menunjukkan bahwa *filter* ini mampu menyaring frekuensi *gendang* besar dan meredam frekuensi lainnya dengan optimal.

Pengujian *filter* gendang kecil dilakukan dengan memberikan *input* sinyal sinusoida sebesar 0,720 V<sub>rms</sub> dengan frekuensi 70 Hz – 1000 Hz sebanyak 33 sampel. Dengan  $f_i = 350$  Hz dan  $f_t = 250$  Hz, diketahui *bandwidth*-nya sebesar 100 Hz. Ditentukan perubahan frekuensi sampel sebesar 10 Hz pada *bandwidth*  $\pm 40$  Hz dari *passband* dan perubahan 1 oktaf untuk frekuensi lain. Hasil pengujian dan perhitungan ditunjukkan pada Tabel 4.3.

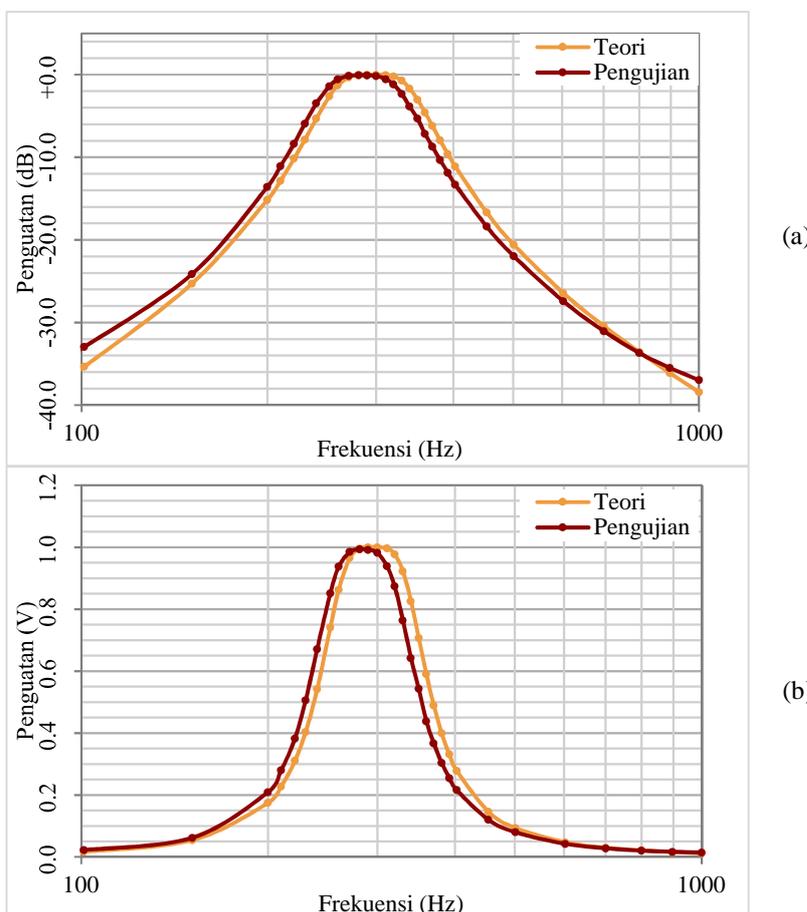
Tabel 4.3

Hasil pengujian *bandpass filter* gendang kecil

$f_x$ (Hz)	Tegangan Terukur ( $V_{rms}$ )	Penguatan (Teori)		Penguatan (Praktik)	
		H(s)	A (dB)	H(s)	A (dB)
70	0,0089	0,0072	-42,88	0,0124	-38,16
80	0,0105	0,0097	-40,24	0,0146	-36,72
90	0,0130	0,0128	-37,82	0,0181	-34,87
101	0,0162	0,0171	-35,36	0,0225	-32,96
151	0,0447	0,0544	-25,29	0,0621	-24,14
200	0,1506	0,1746	-15,16	0,2092	-13,59
210	0,2015	0,2280	-12,84	0,2799	-11,06
221	0,2751	0,3106	-10,16	0,3821	-8,36
230	0,3645	0,4042	-7,87	0,5063	-5,91
240	0,4830	0,5416	-5,33	0,6708	-3,47
252	0,6130	0,7408	-2,61	0,8514	-1,40
260	0,6750	0,8628	-1,28	0,9375	-0,56
271	0,7090	0,9656	-0,30	0,9847	-0,13
281	0,7150	0,9958	-0,04	0,9931	-0,06
290	0,7140	0,9999	0,00	0,9917	-0,07
300	0,7070	1,0000	0,00	0,9819	-0,16
311	0,6760	0,9962	-0,03	0,9389	-0,55
320	0,6290	0,9773	-0,20	0,8736	-1,17
330	0,5500	0,9218	-0,71	0,7639	-2,34
340	0,4620	0,8258	-1,66	0,6417	-3,85
350	0,3910	0,7071	-3,01	0,5431	-5,30
360	0,3156	0,5902	-4,58	0,4383	-7,16
370	0,2643	0,4893	-6,21	0,3671	-8,70
381	0,2188	0,4001	-7,96	0,3039	-10,35
392	0,1834	0,3312	-9,60	0,2547	-11,88
403	0,1554	0,2780	-11,12	0,2158	-13,32
453	0,0867	0,1465	-16,68	0,1204	-18,39
501	0,0574	0,0935	-20,59	0,0797	-21,97
603	0,0306	0,0476	-26,44	0,0425	-27,43
701	0,0202	0,0301	-30,43	0,0281	-31,04
800	0,0149	0,0210	-33,57	0,0207	-33,68
897	0,0121	0,0156	-36,11	0,0168	-35,49
1000	0,0102	0,0120	-38,43	0,0142	-36,97

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, didapatkan besar frekuensi *cutoff* atas  $f_h$  sebesar 340 Hz dan frekuensi *cutoff* bawah  $f_l$  sebesar 240 Hz. Nilai tersebut sedikit berbeda dengan perhitungan secara teori yaitu  $f_h$  sebesar 350 Hz dan  $f_l$  sebesar 250 Hz, namun perbedaan masih memenuhi spesifikasi *filter* gendang kecil.

Adapun grafik respons amplitudo *bandpass filter* gendang kecil ditunjukkan pada Gambar 4.9. Pada Gambar 4.9a terlihat bahwa respons amplitudo pada pengujian sedikit bergeser namun penguatan pada *passband* mendekati penguatan secara teori. Penguatan tegangan pada Gambar 4.9b juga menunjukkan sedikit pergeseran, namun masih memenuhi kriteria *filter* yaitu respons penguatan yang memiliki kemiringan tajam.



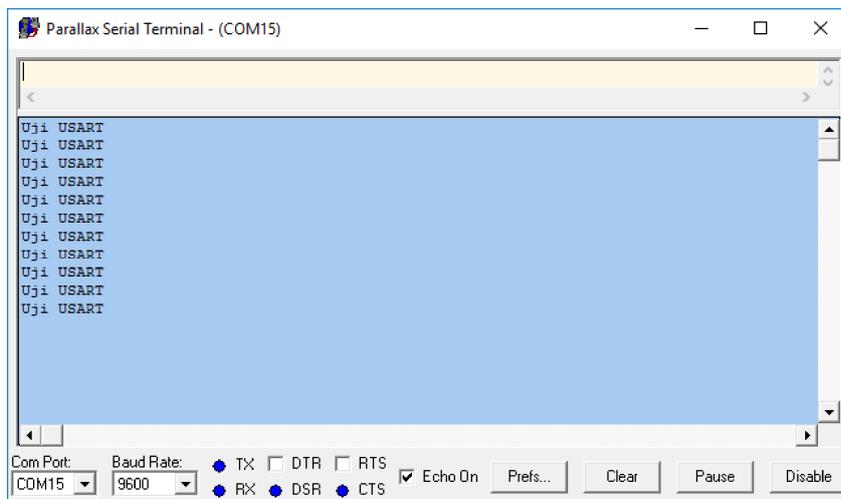
Gambar 4.9 Grafik respons amplitudo  $2^{nd}$  order Butterworth *bandpass filter* gendang kecil: (a) Penguatan dalam dB dan (b) Penguatan tegangan

Dari kedua pengujian *bandpass filter* didapatkan respons yang mendekati respons ternormalisasi secara teori. Pengujian *stopband* gendang besar (Tabel 4.2) pada frekuensi 250 Hz didapat atenuasi sebesar 22,37 dB dan *stopband* gendang kecil (Tabel 4.3) pada frekuensi 500 Hz sebesar 21,97 dB. Kedua hasil pengujian sudah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan dalam perancangan yaitu atenuasi minimum 20 dB pada *stopband* tersebut.

### 4.3 Pengujian USB to TTL

Kesesuaian data yang dibaca oleh komputer dengan data yang dikirim diperlukan agar kesalahan dapat dihindari, sehingga dilakukan pengujian USB to TTL. Pengujian USB to TTL dilakukan dengan mengirimkan *string* “Uji USART” yang dikirim ke komputer dengan *baudrate* sebesar 9600. Data *string* dikirimkan setiap satu detik untuk memudahkan

pengamatan. Data diamati menggunakan aplikasi Parallax Serial Terminal dengan hasil pengujian diperlihatkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Hasil pengujian USB to TTL

Berdasarkan Gambar 4.10 diketahui bahwa pada *baudrate* 9600 data yang dikirimkan sesuai tanpa ada kesalahan. Kesesuaian data yang ditampilkan menunjukkan bahwa USB to TTL berfungsi dengan baik.

#### 4.4 Pengujian ADC Mikrokontroler

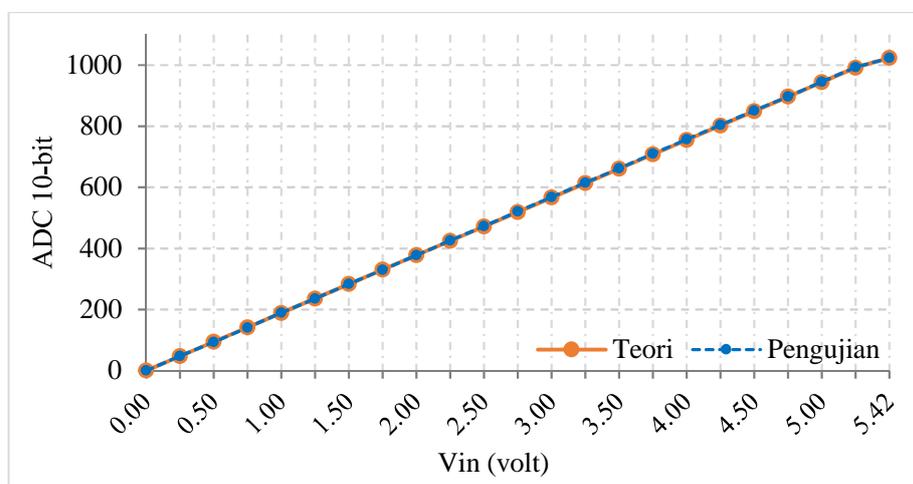
Pengujian ADC mikrokontroler dilakukan dengan memberikan *input* berupa tegangan DC 0V sampai 5,42V. Potensiometer digunakan sebagai rangkaian pembagi tegangan untuk mengatur nilai tegangan *input* dengan perubahan tegangan sebesar 0,25V. Keluaran potensiometer dihubungkan dengan voltmeter untuk mengukur nilai tegangan masukan ADC serta dihubungkan dengan pin *input* ADC untuk mengamati nilai ADC yang diproses mikrokontroler. Diambil tiga data nilai ADC yang kemudian dihitung reratanya. Tegangan terukur voltmeter digunakan untuk menghitung nilai ADC menggunakan Persamaan (2-26). Hasil perhitungan dibandingkan dengan data ADC yang dikirimkan mikrokontroler. Hasil pengukuran ditunjukkan dalam tabel 4.4.

Tabel 4.4

Data hasil pengujian ADC

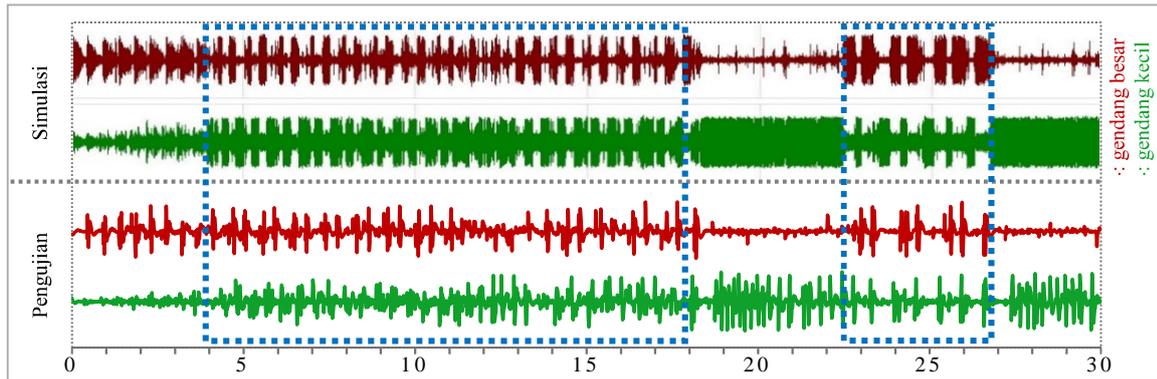
$V_{ref}$ (volt)	$V_{in}$ (volt)	Pengujian ADC ke-				ADC Teori	<i>Error</i> (%)
		1	2	3	Rerata		
	0,00	0	0	0	0	0,0	0,00
	0,25	47	47	48	47,3	47,2	0,31
	0,50	94	93	94	93,7	94,4	0,75
	0,75	142	140	140	140,7	141,6	0,63
	1,00	190	189	189	189,3	188,7	0,31
	1,25	235	236	235	235,3	235,9	0,25
	1,50	283	283	284	283,3	283,1	0,08
	1,75	329	330	330	329,7	330,3	0,19
	2,00	378	378	377	377,7	377,5	0,05
	2,25	425	427	426	426,0	424,7	0,31
	2,50	472	473	474	473,0	471,9	0,24
5.42	2,75	521	521	520	520,7	519,0	0,31
	3,00	567	568	568	567,7	566,2	0,25
	3,25	615	616	614	615,0	613,4	0,26
	3,50	662	661	661	661,3	660,6	0,11
	3,75	711	711	709	710,3	707,8	0,36
	4,00	758	756	756	756,7	755,0	0,22
	4,25	804	803	804	803,7	802,2	0,19
	4,50	850	852	851	851,0	849,4	0,19
	4,75	896	897	897	896,7	896,5	0,01
	5,00	945	945	944	944,7	943,7	0,10
	5,25	993	993	994	993,3	990,9	0,24
	5,42	1023	1023	1023	1023,0	1023,0	0,00
Rerata <i>error</i>							0,23

Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan rerata *error* pembacaan ADC sebesar. Nilai ADC teori dan praktik memiliki grafik linier yang ditunjukkan pada Gambar 4.11. Nilai *error* yang kecil dan grafik yang linier menunjukkan bahwa ADC mikrokontroler berfungsi baik.

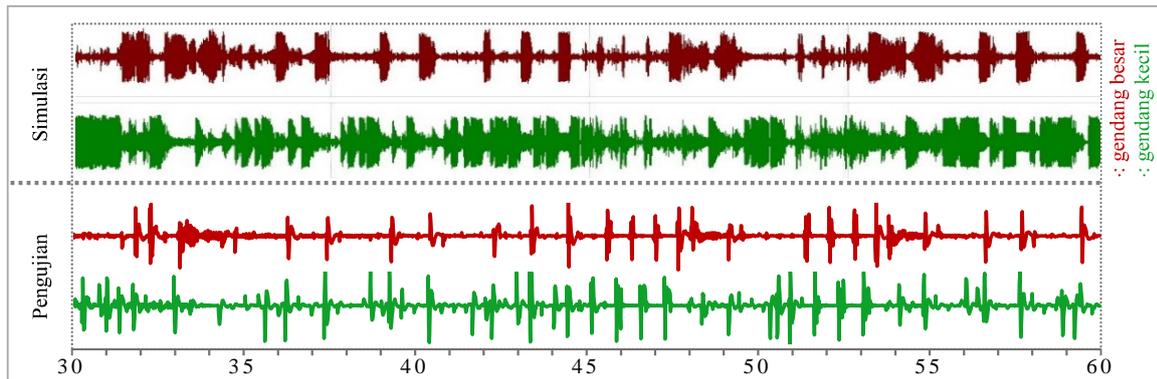


Gambar 4.11 Grafik hasil pengujian ADC

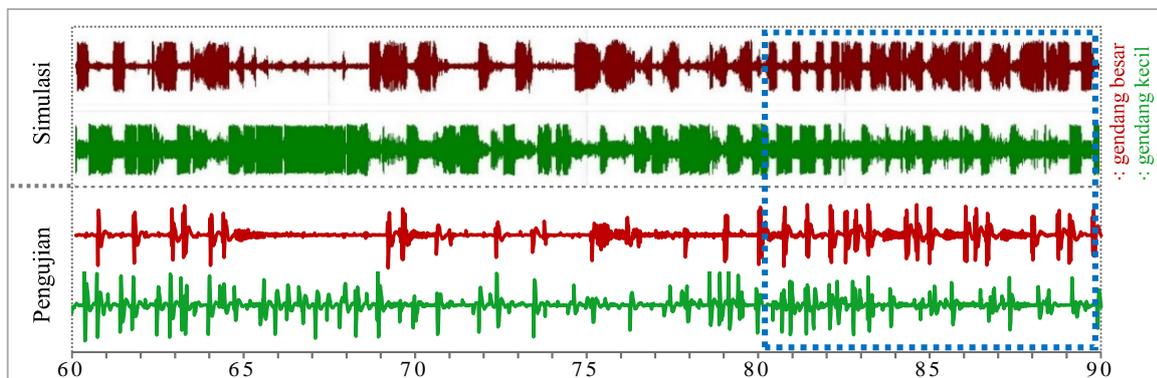
ADC mikrokontroler yang sudah berfungsi dengan baik selanjutnya digunakan untuk menguji ADC musik. Pengujian menggunakan ADC1 dan ADC2 untuk mengamati ketukan gendang. Data terbaca disimpan dan diplot ke dalam grafik. Grafik digunakan untuk membandingkan data simulasi dengan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 4.12 sampai dengan Gambar 4.18. Ketukan gendang yang bergantian dan teratur dijadikan sebagai patokan adanya pola musik pengiring berupa blok garis putus-putus berwarna biru dengan pembulatan sebesar 0,5 detik.



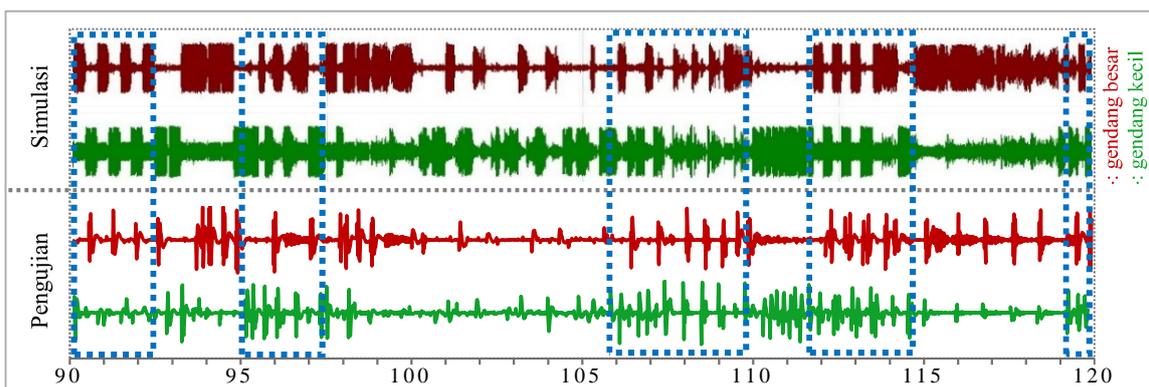
Gambar 4.12 Hasil filter musik pengiring: simulasi Tina TI dan pengujian ADC (detik 0–30)



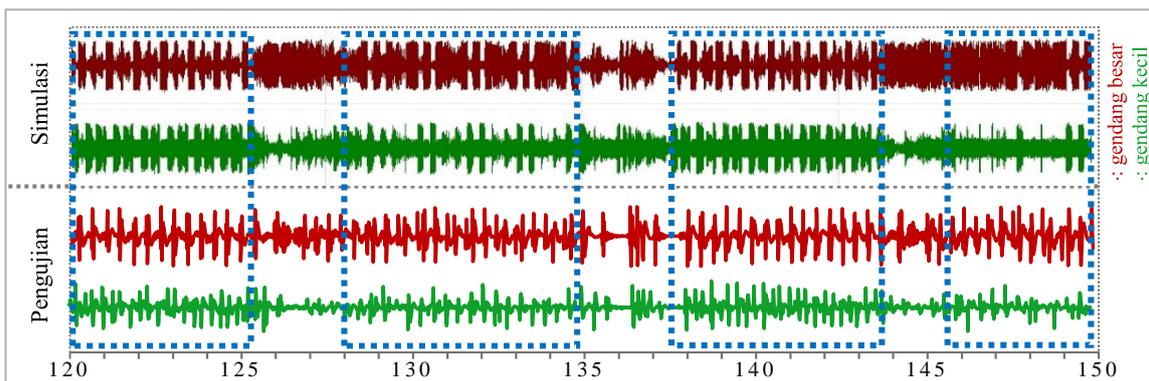
Gambar 4.13 Hasil filter musik pengiring: simulasi Tina TI dan pengujian ADC (detik 30–60)



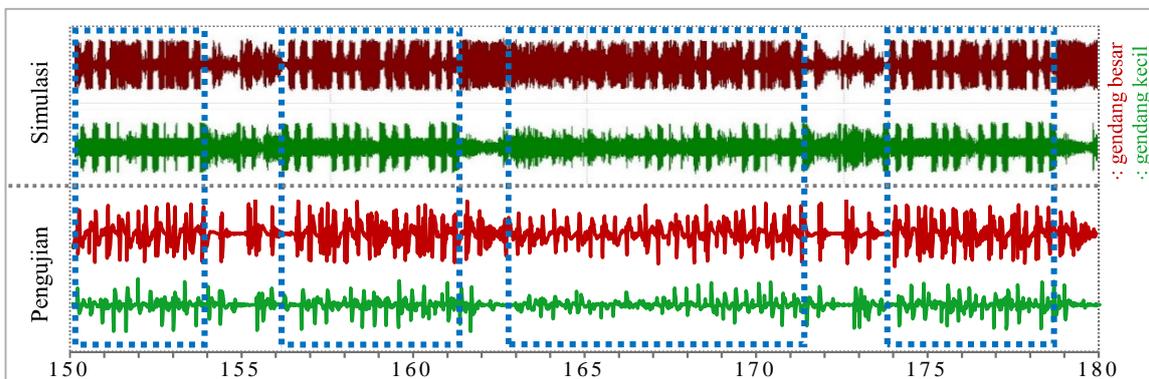
Gambar 4.14 Hasil filter musik pengiring: simulasi Tina TI dan pengujian ADC (detik 60–90)



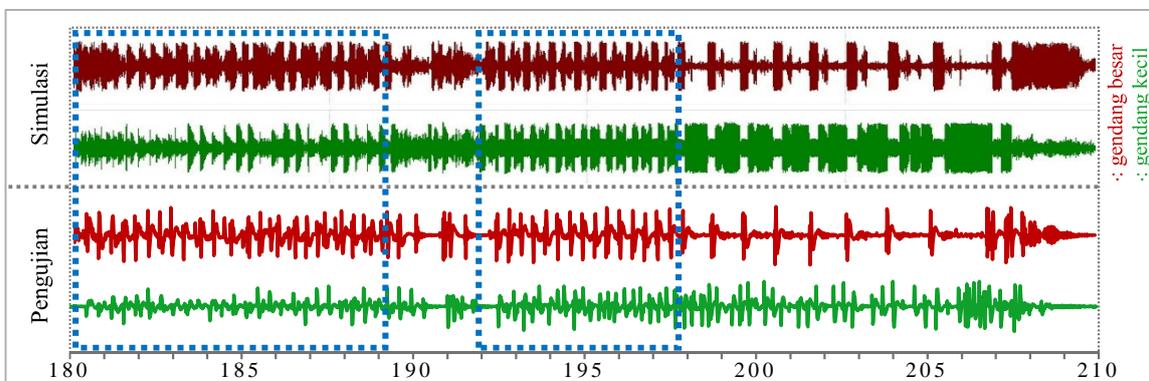
Gambar 4.15 Hasil filter musik pengiring: simulasi Tina TI dan pengujian ADC (detik 90–120)



Gambar 4.16 Hasil filter musik pengiring: simulasi Tina TI dan pengujian ADC (detik 120–150)



Gambar 4.17 Hasil filter musik pengiring: simulasi Tina TI dan pengujian ADC (detik 150–180)



Gambar 4.18 Hasil filter musik pengiring: simulasi Tina TI dan pengujian ADC (detik 180–210)

Dari tujuh bagian musik pengiring terdapat 15 pola musik pengiring dengan durasi beragam pada titik yang berbeda. Pola musik ini digunakan sebagai titik patokan dalam pengujian

keeluruhan sebagai pembandingan pola musik hasil pengamatan dengan pola musik hasil pengujian. Secara rinci titik adanya pola musik ditampilkan pada Tabel 4.5.

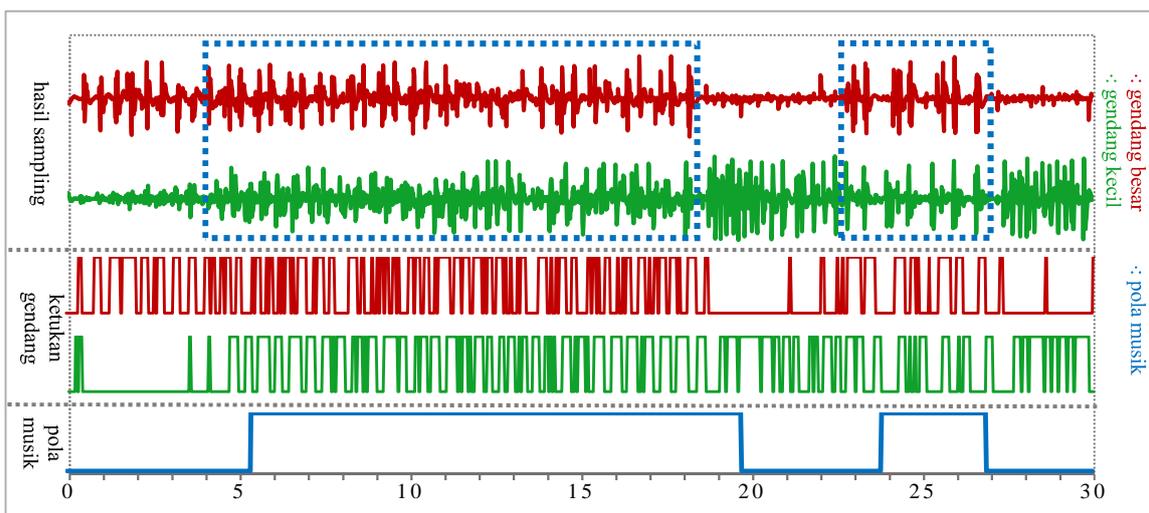
Tabel 4.5

Titik terdapat pola musik pengiring

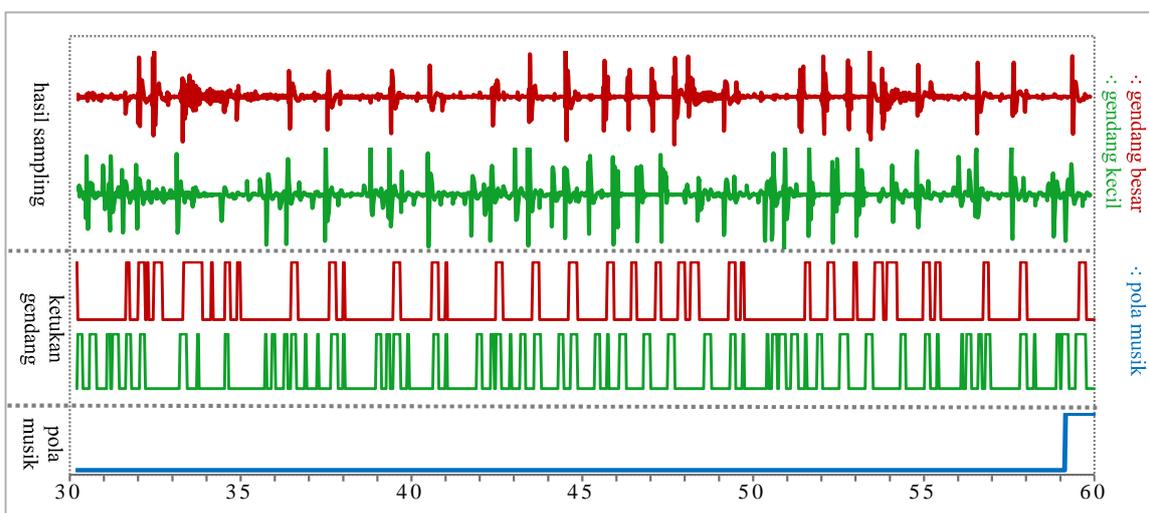
<b>Pola musik</b>	<b>Durasi (detik ke-)</b>
1	4–17,5
2	22,5–26,5
3	79–92,5
4	95–98
5	106–110
6	112–114,5
7	119–125,5
8	127,5–135
9	137,5–144
10	145,5–153,5
11	156–161,5
12	163–171
13	174–178,5
14	180–189,5
15	192–198

#### **4.5 Pengujian Performa Sistem Keseluruhan**

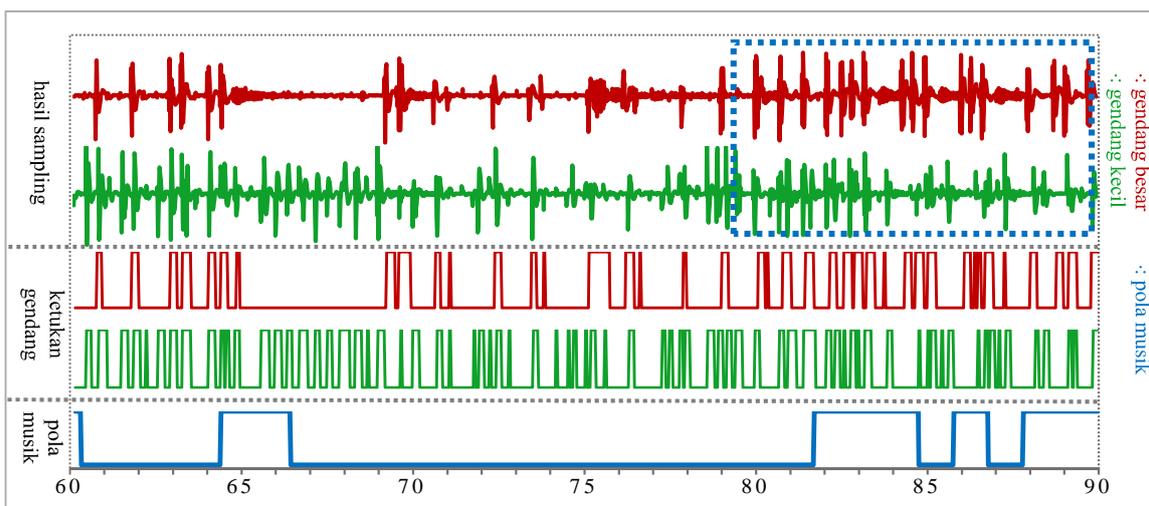
Pengujian performa sistem keseluruhan memroses musik pengiring dan mengirimkan data *digital* ketukan gendang tipak dan pola musik pengiring ke komputer. Data terkirim diplot kedalam grafik dan digabung dengan grafik sinyal suara gendang pada pengujian ADC musik serta hasil perancangan pola musik. Grafik sinyal suara digunakan sebagai pembandingan nilai ADC terbaca dengan hasil pemrosesan suara berupa pulsa ketukan gendang, sedangkan blok perancangan pola musik digunakan untuk membandingkan hasil pemrosesan sistem dengan perancangan. Grafik ketukan gendang tipak dan pola musik pengiring ditampilkan pada Gambar 4.19 sampai dengan Gambar 4.25.



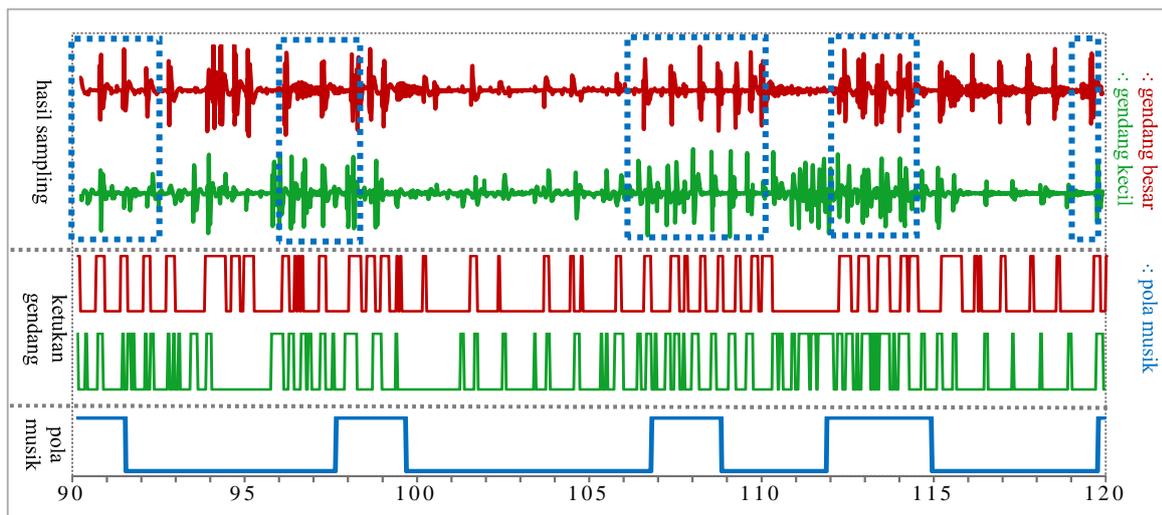
Gambar 4.19 Ketukan gendang tipak dan pola musik pengiring keluaran sistem (detik 0–30)



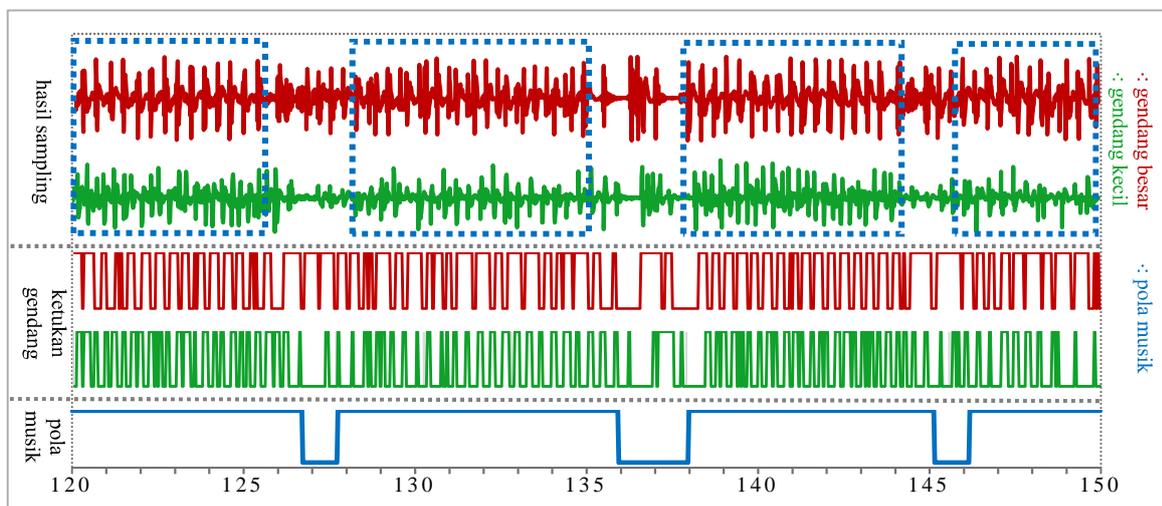
Gambar 4.20 Ketukan gendang tipak dan pola musik pengiring keluaran sistem (detik 30–60)



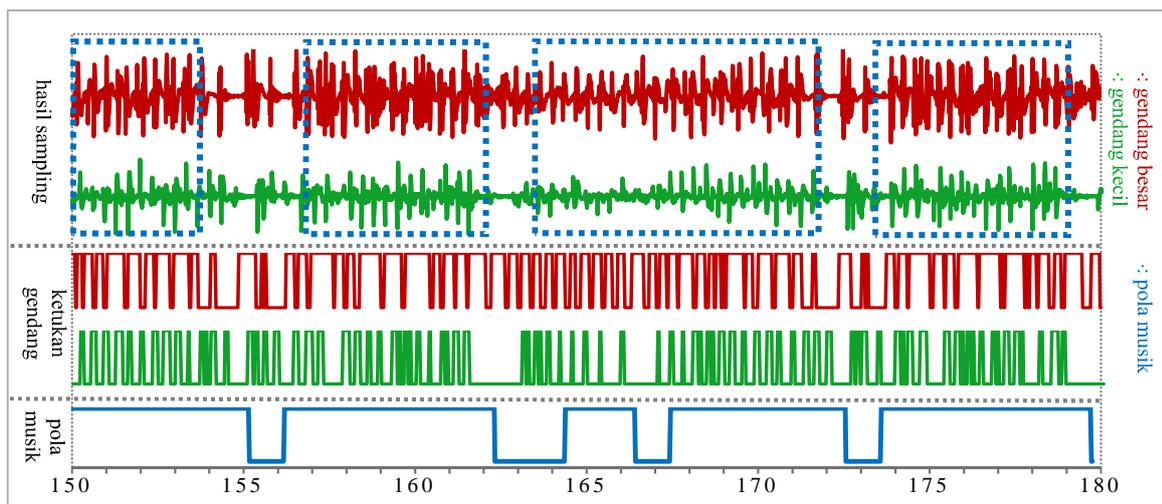
Gambar 4.21 Ketukan gendang tipak dan pola musik pengiring keluaran sistem (detik 60–90)



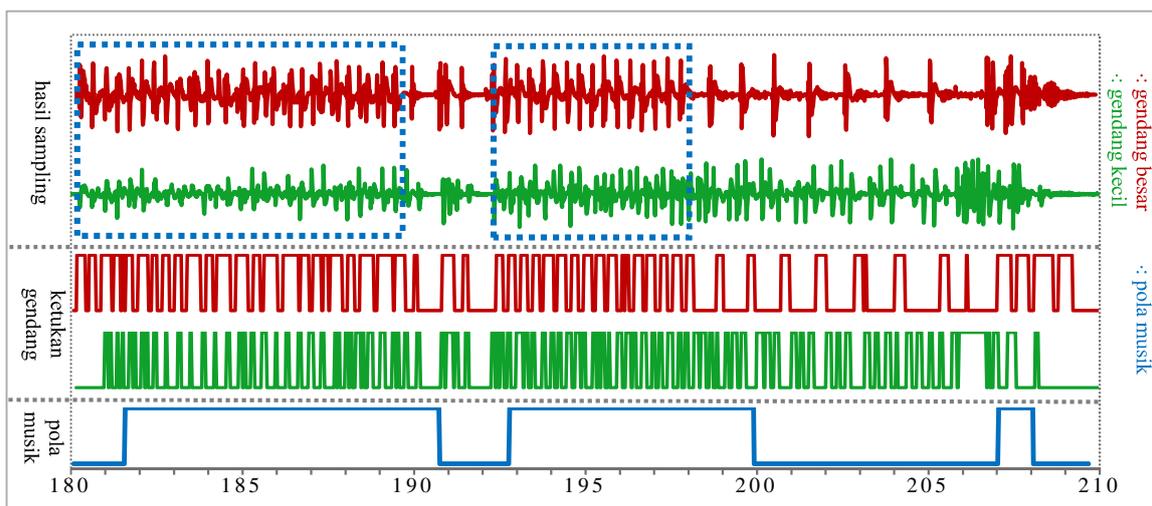
Gambar 4.22 Ketukan gendang tipak dan pola musik pengiring keluaran sistem (detik 90–120)



Gambar 4.23 Ketukan gendang tipak dan pola musik pengiring keluaran sistem (detik 120–150)



Gambar 4.24 Ketukan gendang tipak dan pola musik pengiring keluaran sistem (detik 150–180)



Gambar 4.25 Ketukan gendang tipak dan pola musik pengiring keluaran sistem (detik 180–210)

Pembandingan hasil keluaran pola musik pengiring dilakukan secara manual dengan pembulatan sebesar 0,5 detik yang ditampilkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6

Perbandingan pola musik pengiring hasil perancangan dengan pola musik pengiring keluaran sistem

Pola Musik	Durasi (detik ke–)		Delay (detik)	
	Perancangan	Keluaran Sistem	Start	End
1	4–17,5	5–19,5	1	2
2	22,5–26,5	23,5–27	1	0,5
3	79–92,5	81,5–85	2,5	
		86–87		
		88–91,5		-1
4	95–98	97,5–99,5	2,5	1,5
5	106–110	107–109	1	-1
6	112–114,5	112–115	0	0,5
7	119–125,5	119,5–126,5	0,5	1
8	127,5–135	128–136	0,5	1
9	137,5–144	138–145	0,5	1
10	145,5–153,5	146–155	0,5	1,5
11	156–161,5	156–162,5	0	1
12	163–171	164,5–166,5	1,5	
		167,5–172,5		1,5
13	174–178,5	174–179,5	0	1
14	180–189,5	181,5–191	1,5	1,5
15	192–198	193–200	1	2
-	-	59–60,5	-	-
		64,5–66,5	-	-
		207–208	-	-
		Rerata	0,93	1,20

Pada Tabel 4.6, secara umum pola musik keluaran sistem memiliki *delay* dibandingkan dengan pola musik perancangan. Pada deteksi pola musik dari keadaan tidak ada pola musik, *delay* minimum sebesar nol detik dan maksimum sebesar 2,5 detik dengan rerata *delay* sebesar 0,93 detik. Sedangkan pada deteksi tidak ada pola musik, *delay* minimum sebesar 1 detik dan maksimum sebesar 2 detik dengan rerata *delay* sebesar 1,20 detik. *Delay* yang terjadi pada pola musik keluaran sistem disebabkan karena deteksi pola musik pengiring memiliki periode pemrosesan sebesar 1000 ms atau satu detik. Akibatnya, perubahan dari adanya pola musik ke tidak ada pola musik dan sebaliknya terjadi setiap satu detik. Pola musik keluaran sistem yang memiliki *delay* satu detik dianggap sudah sesuai dengan perancangan, sedangkan *delay* yang lebih sedikit atau lebih banyak dari satu detik berarti pola musik keluaran sistem memiliki perbedaan dengan perancangan.

Selain *delay* pada setiap pola musik keluaran sistem, terdapat kesalahan deteksi pola musik. Pada Pola Musik 3 terdapat dua kali deteksi tidak ada pola musik dan pada Pola Musik 12 terdapat satu kali deteksi tidak ada pola musik masing-masing dengan durasi satu detik. Kesalahan terjadi karena jumlah ketukan gendang tidak sesuai dengan syarat deteksi pola musik. Pada blok Pola Musik 3 dan Pola Musik 12 (Gambar 4.21 dan Gambar 4.24) terdapat beberapa data nol berurutan dengan durasi yang cukup panjang pada ketukan gendang kecil, sehingga sistem mendeteksi titik tersebut tidak terdapat pola musik. Terdapat juga kesalahan deteksi pola musik dimana keluaran sistem mendeteksi pola musik pada blok di luar perancangan, yaitu pada durasi detik 59–60,5, detik 63,5–66,5 dan detik 207–208. Hal ini terjadi karena pada titik tersebut jumlah ketukan gendang besar dan gendang kecil memenuhi syarat adanya pola musik, sehingga sistem mendeteksi ada pola musik.

Pengujian kedua merupakan pengujian indikator deteksi musik, dimana LED1 sebagai indikator sistem aktif dan LED2 sebagai indikator adanya pola musik. Pada pengujian indikator deteksi musik sistem dapat menyalakan LED sesuai dengan kondisi *input*, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7

Pengujian indikator deteksi musik

Kondisi musik	Pola Musik	Indikator	
		LED 1	LED 2
Tidak ada musik	-	Mati	Mati
Ada musik	Tidak ada pola musik	Menyala	Mati
	Ada pola musik	Menyala	Menyala