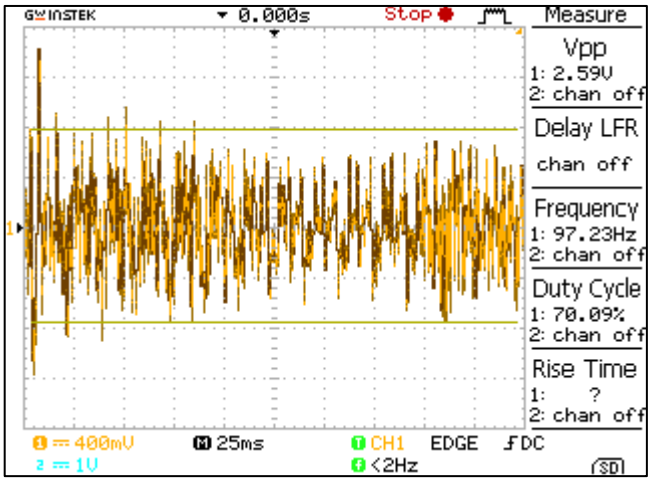
BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Untuk mengetahui apakah hasil rancangan yang dibuat sudah bekerja sesuai dengan fungsinya atau tidak, perlu dilakukan pengujian dan beberapa pengukuran pada beberapa *test point* yang dianggap perlu. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan osiloskop digital dimana osiloskop ini mempunyai fasilitas khusus antara lain adalah keluaran dari sirkuit yang sedang diukur dapat disimpan dalam sebuah *memory card*.

5.1 Sinyal *Input*

Sinyal input yang dihasilkan dalam pengujian perangkat ini adalah sinyal input yang diberikan berupa sinyal *audio* yang berasal dari USB atau MMC. Bentuk sinyal modulasi yang telah diukur ditunjukkan dalam **Gambar 5.1** berikut ini.



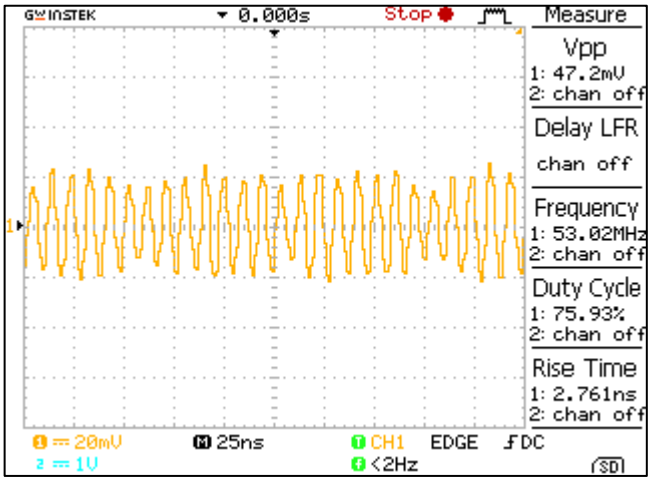
Gambar 5.1 Bentuk Sinyal Modulasi

Dalam pengukuran sinyal input telah diamati bentuk sinyal input selalu berubah-ubah. Hal ini terjadi karena tekanan nada dari lagu yang diputar selalu

berubah-ubah setiap waktu. Pengukuran sinyal input bertujuan untuk megetahui fungsi dari modul input yang digunakan. Dan berdasarkan hasil pengukuran modul input yang terpasang sudah berfungsi dengan baik karena sinyal input yang diberikan dapat diproses ke tahap berikutnya.

5.2 Gelombang Pembawa (*Carrier*)

Rangkaian yang membangkitkan gelombang *carrier* adalah rangkaian osilator. Pada saat dilakukan pengujian rangkaian osilator menghasilkan gelombang *carrier* yang mampu membawa sinyal input yang diberikan. Hasil pengukuran yang dilakukan dengan osiloskop digital terhadap gelombang *carrier* ditunjukkan pada gambar berikut.

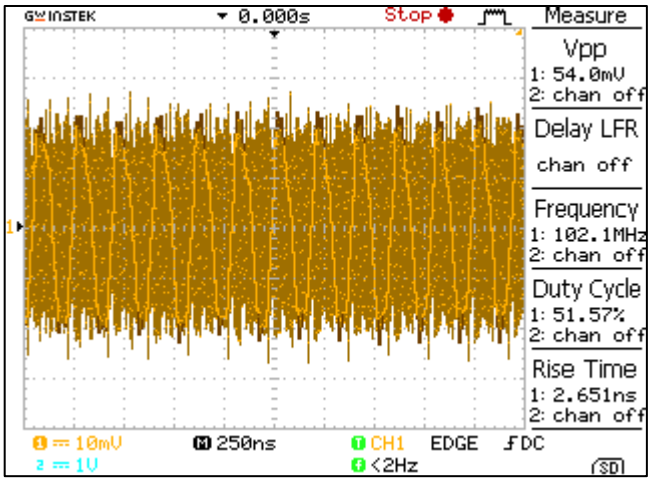


Gambar 5.2 Gelombang *Carrier*

Pada **Gambar 5.2** bentuk gelombang *carrier* yang diukur berbentuk gelombang sinus. Gelombang inilah yang akan menumpangkan sinyal informasi agar dapat dipancarkan. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari osilator yang dirancang.

5.3 *Output PLL*

Sistem *PLL* merupakan sistem umpan balik yang sinyal keluarannya dikunci dengan sinyal masukan. Rangkaian *PLL* terintegrasi dalam sebuah rangkaian terpadu (Integrated Circuit/IC). Sinyal keluaran dari sistem PLL diukur pada keluaran blok VCO.

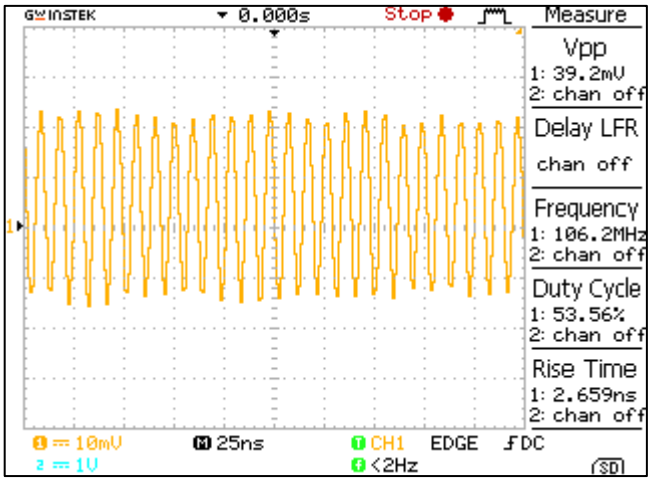


Gambar 5.3 Output Sistem PLL

Dari **Gambar 5.3** diamati bahwa sinyal yang dihasilkan dari PLL terkunci pada frekuensi 102.1 MHz. Dalam hasil pengukuran tersebut terlihat bahwa sinyal informasi telah ditumpangkan kedalam gelombang *carrier*.

5.4 *Output Buffer*

Keluaran dari *buffer* merupakan sinyal termodulasi yang sudah dapat dipancarkan tetapi memiliki daya yang relatif sangat kecil sehingga sangat rawan terhadap interferensi. Hasil dari pengukuran dari keluaran *buffer* ditunjukkan dalam **Gambar 5.4**.

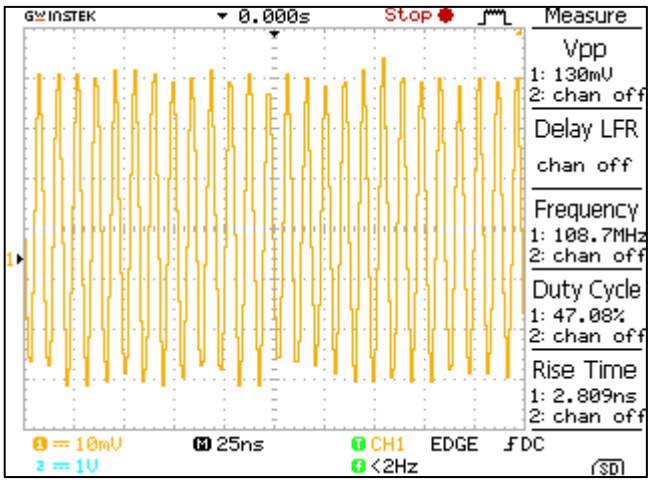


Gambar 5.4 *Output Buffer*

Dalam gambar tersebut dapat diamati bahwa sinyal informasi terdapat didalam gelombang *carrier*. Buffer ini berfungsi untuk menstabilkan frekuensi akibat pembebanan tingkat selanjutnya.

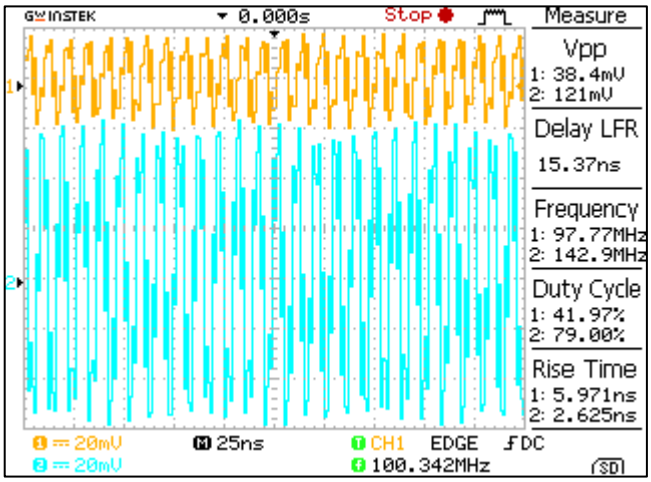
5.5 *Output Amplifier*

Dalam pengujian ini juga dilakukan pengukuran terhadap sinyal termodulasi yang telah diperkuat oleh amplifier.



Gambar 5.5 *Output Amplifier*

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui besarnya daya yang telah diperkuat. Hal ini dapat diketahui dengan membandingkannya terhadap *output buffer*. Gambar berikut ini memperlihatkan perbandingan antara *output buffer* dengan *output amplifier*.



Gambar 5.6 *Output Buffer vs Output Amplifier*

Dari **Gambar 5.5** terlihat jelas bahwa sinyal yang melewati rangkaian amplifier sudah mengalami penguatan, sehingga sinyal tersebut siap diumpankan ke antena untuk dipancarkan.

Untuk mengetahui besarnya tegangan efektif yang dihasilkan oleh *buffer* dan *amplifier* dapat dihitung berdasarkan rumus.

- Vin (Buffer) :

$$Vp = \frac{Vpp}{2} = \frac{38.4}{2} = 19.2 \text{ mV}$$

$$Vrms = VP * \sqrt{2} = 27.152 \text{ mV}$$

- Vout (Amplifier) :

$$Vp = \frac{Vpp}{2} = \frac{121}{2} = 60.5 \text{ mV}$$

$$Vrms = VP * \sqrt{2} = 85.559 \text{ mV}$$

Keterangan :

Vpp = tegangan peak to peak (puncak ke puncak)
Vp = tegangan peak (puncak)
Vrms = tegangan efektif

Proses penguatan sinyal *audio* adalah perbandingan tegangan keluaran terhadap tegangan masukan. Dalam perancangan alat ini terjadi penguatan yang dapat dihitung berdasarkan rumus:

$$G = 20 \log 10 \left(\frac{Vout}{Vin}\right)$$

$$= 20 \log 10 \left(\frac{85.559}{27.152}\right)$$

$$= 20 \log 10 \times 3.151$$

$$= 69.96 \text{ dB}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa pengatan yang terjadi terhadap tegangan sinyal *audio* adalah sebesar 69.96 dB.

Untuk mengetahui besarnya penguatan daya yang yang terjadi maka berdasarkan pengukuran dengan menggunakan SWR meter dapat diketahui :

- D in (*buffer*) = 75 mWatt
- D out (*amplifier*) = 600 mWatt
- $G = 10 \log 10 \left(\frac{D\ out}{D\ in}\right)$

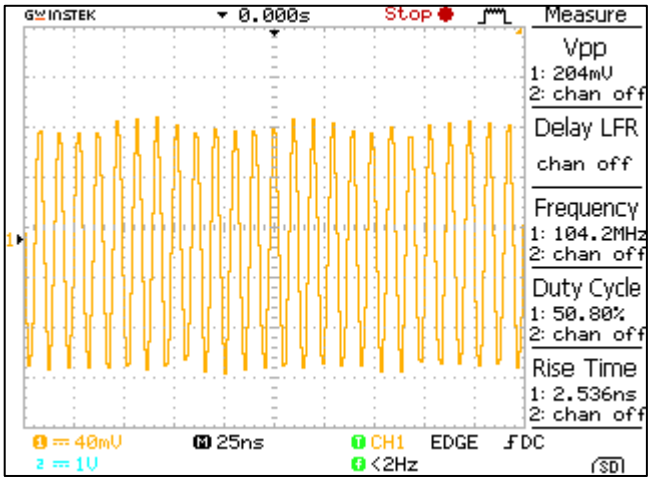
  $= 10 \log 10 \left(\frac{600}{75}\right)$

  $= 10 \log 10 \times 8$

  $= 9.03$ dBm

5.6 Sinyal FM dan Daya yang Dipancarkan

Setelah melewati beberapa tahapan akhirnya sinyal FM siap untuk dipancarkan melalui antena pemancar. Pengukuran terhadap sinyal FM ini dilakukan di antena pemancar.



Gambar 5.7 Sinyal FM yang Dipancarkan

Sinyal yang dipancarkan tersebut sudah diatur pada frekuensi kerja tertentu agar dapat diterima oleh radio penerima. Pengaturan frekuensi kerja dilakukan pada mikrokontroler dengan menggunakan program. Step perpindahan frekuensi dapat dipilih mulai dari 10 KHz, 100 KHz, 250 KHz, 500 KHz dan 1MHz. Variasi perpindahan step yang banyak ini memungkinkan untuk memilih slot frekuensi yang kosong sehingga sistem yang dibangun tidak mengganggu frekuensi kerja radio pemancar yang lain.

Besarnya daya keluaran maksimal yang dipancarkan sebesar 600 miliWatt, hasil ini berdasarkan pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan SWRmeter. Hasil tersebut sesuai dengan kriteria sebuah pemancar *FM Portable* yakni antara 500 miliWatt – 3000 miliWatt.



Gambar 5.8 Pengukuran Daya yang Dipancarkan

Semua pemancar radio akan mempunyai daya pancar tertentu. Daya pancar ini menentukan energi yang ada sepanjang lebar bandwidth tertentu. Tabel berikut ini besarnya daya yang dihasilkan oleh beberapa frekuensi kerja yang dipilih serta jarak jangkau pancaran sinyal radio.

Tabel 5.1 Daya yang Dihasilkan Tiap-tiap Frekuensi Kerja

No	Frekuensi Kerja	Daya Keluaran	Jarak Pancar
1	88 MHz	600 mW	14 Meter
2	90 MHz	600 mW	14 Meter
3	94,5 MHZ	600 mW	13 Meter
4	97,3 MHz	580 mW	11 Meter
5	102 MHz	520 mW	9 Meter

5.7 Frekuensi Kerja

Pemancar *FM Portable* yang dirancang bekerja pada rentang frekuensi antara 87.5 MHz – 108 MHz sesuai dengan frekuensi kerja yang terdapat dalam radio penerima yang biasa dijual di pasaran. Berdasarkan pengukuran yang dilakukan frekuensi kerja yang dipancarkan oleh perangkat tersebut sudah sesuai dengan yang direncanakan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan frekuensi *counter*.

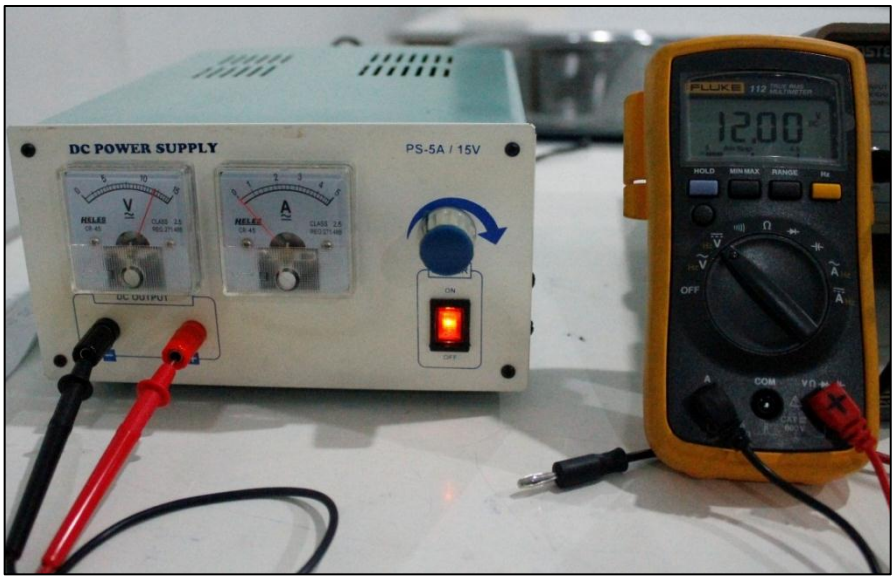


Gambar 5.8 Frekuensi yang ditampilkan Pemancar (atas), Frekuensi yang ditampilkan Alat Ukur (bawah)

Dalam gambar tersebut dapat diamati bahwa frekuensi yang ditampilkan oleh perangkat yang dirancang memiliki nilai yang sama dengan frekuensi yang ditampilkan oleh alat ukur.

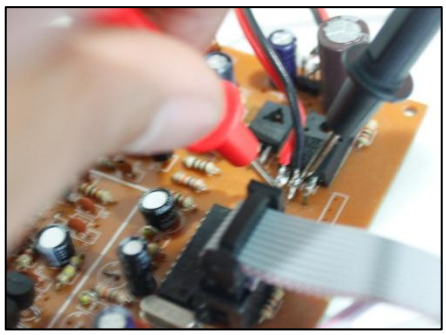
5.8 Pasokan Catu Daya

Tegangan yang dibutuhkan untuk mengoperasikan perangkat *portable* ini adalah 12 Volt DC. Sumber yang memnyuplai aliran tegangan berasal dari *accu* dan batu baterai. Dalam pengujian yang dilakukan pasokan catu daya disuplai dari *power suplay adjustable* dengan set tegangan pada 12 Volt DC.



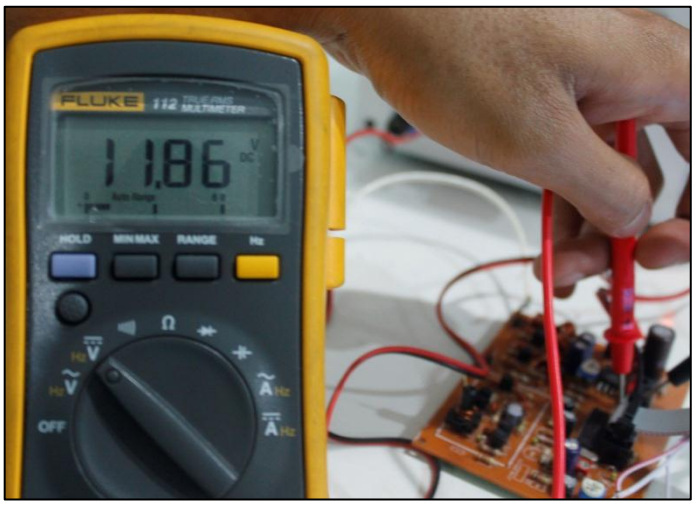
Gambar 5.9 Pasokan Catu Daya

Dalam pengujian semua rangkaian pemancar bekerja dengan baik ketika diberi pasokan catu daya 12 Volt DC. Catu daya yang diberikan sesuai yang dihasilkan oleh *cigarette lighter* pada mobil dan juga sesuai dengan kekuatan batu baterai yang akan dipasangkan.



Gambar 5.10 Titik Pengukuran pada Kaki-kakiIC Regulator

Pengukuran juga dilakukan pada kaki-kaki IC regulator 7809 yang mensuplai tegangan untuk modul input. Hasil dari pengukuran tersebut adalah 11.86 Volt DC.



Gambar 5.11 Hasil Pengukuran pada Kaki-kaki IC Regulator

Hasil pengukuran ini melebihi tegangan yang ditetapkan sebagai karakterisik IC 7809 yakni 9 volt. Untuk mengatasi kelebihan tersebut maka dipasang lagi sebuah IC yang sama pada modul input sehingga dapat meredam beban yang lebih yang dapat menyebabkan kenaikan suhu pada komponen-komponen tertentu sehingga mengakibatkan kegagalan perangkat.

Secara keseluruhan berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat dianalisa bahwa perangkat yang telah dirancang telah bekerja dengan baik. Karena kualitas dari informasi yang dipancarkan dapat diterima dengan jernih pada radio penerima.

5.9 Analisa Harga

Berdasarkan salah satu tujuan dari dirancangnya pemancar *FM Portable* ini adalah untuk merealisasikan sebuah perangkat yang dapat melengkapi perangkat *audio* standar dengan harga yang terjangkau, maka dilakukan analisis terhadap biaya-biaya yang dipakai untuk membuat perangkat ini lalu dibandingkan dengan biaya yang diperlukan untuk mengganti perangkat *audio* standar dengan perangkat *media player* yang baru.

Table 5.2 Daftar Harga

No	Komponen	Banyaknya	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Module MP3	1	45.000	45.000
2	Mikrokontroler	1	25.000	25.000
3	IC PLL	1	32.000	32.000
4	Casing	1	25.000	25.000
5	LCD 2 X 16	1	22.500	22.500
6	Kabel Jack	1	6.500	6.500
7	Baterai	8	15.000	120.000
8	Cetak PCB	1	27.000	27.000
9	Antena	1	7500	7.500
10	Jasa	-	-	70.000
11	Lain – lain	-	-	45.000
Total Harga (Rp)				**425.500**

Total biaya yang dikeluarkan untuk merancang perangkat ini jika dibandingkan dengan mengganti perangkat baru maka pemancar *FM Portable* ini dapat dikategorikan sedikit lebih murah. Karena biaya untuk mengganti dengan *audio player* standar dengan media *player* yang baru berkisar antara 500 ribu - 600 ribu rupiah. Apabila diproduksi dalam jumlah banyak maka biaya yang dikeluarkan akan jauh lebih murah dan dapat memenuhi tujuan awal yaitu mewujudkan pemancar *FM Portable* yang dapat melengkapi perangkat *audio* standar dengan harga yang terjangkau.