

Rancang Bangun Sistem Komunikasi Satu Arah Berbasis Modulasi FM pada Frekuensi 87.5 Mhz

Wahyu Ardiyanto¹, Nandhika Darwin², Hasan Muhidin³, Bangbang Lismansyah⁴, Nova Fransiska⁵, Cahya Sanjaya⁶, Hari Gunawan⁷

Program Studi Teknik Elektro
Universitas Jenderal Achmad Yani (UNJANI)
Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531
wahyu22a@gmail.com

Abstract

Communication is a process of creating and using information to connect with others. In a discussion event in a room, it takes a one-way communication system so that the speaker's voice can be heard by the participants without the speaker hardening his voice. This one-way communication system uses wireless technology by utilizing FM modulation waves as the transmission between the input device in the form of a wireless microphone and output device in the form of speakers. There are several main circuits in this one-way communication system, including pre-amplifier, transmitter, receiver and power amplifier. In a blocked state, the sound waves captured by the receiver still audible and stable at a distance of 20 meters. While in an unblocked state, the sound waves captured by the receiver are still audible and stable at a distance of 30 meters.

Keywords : *FM modulation, One-way communication system, Receiver, Sound wave, Transmitter*

Abstrak

Komunikasi adalah suatu proses menciptakan dan menggunakan informasi agar terhubung dengan orang lain. Dalam sebuah acara diskusi yang dilakukan dalam sebuah ruangan, dibutuhkan sebuah sistem komunikasi satu arah agar suara pembicara bisa terdengar oleh para peserta tanpa harus pembicara mengeraskan suaranya. Sistem komunikasi satu arah ini menggunakan teknologi nirkabel dengan memanfaatkan gelombang modulasi FM sebagai transmisi antara perangkat masukan yang berupa mikrofon nirkabel dan perangkat keluaran yang berupa penguat suara. Ada beberapa rangkaian utama dalam sistem komunikasi satu arah ini, diantaranya *pre-amplifier*, pemancar, penerima dan *power amplifier*. Dalam keadaan terhalang, gelombang suara yang ditangkap oleh penerima masih terdengar jelas dan stabil pada jarak 20 meter. Sedangkan dalam keadaan tidak terhalang, gelombang suara yang ditangkap oleh penerima masih terdengar jelas dan stabil pada jarak 30 meter.

Kata kunci : Gelombang suara, Modulasi FM, Pemancar, Penerima, Sistem komunikasi satu arah

I. PENDAHULUAN

Audio merupakan salah satu bentuk dari penyampaian informasi yang berupa sinyal suara. Dalam acara sebuah diskusi, untuk mendapatkan kualitas suara yang baik perlu diperhatikan penempatan penguat suara yang tepat dan efisien terhadap pendengar. Kendala untuk mendapatkan kualitas suara yang baik adalah penguat suara membutuhkan alat penghubung berupa kabel sebagai media penghantar sinyal suara. Kabel mempunyai besar hambatan tertentu yang bisa mengurangi sinyal suara, sehingga kualitas dari suara yang dikeluarkan oleh penguat suara akan menurun.

FM (*Frequency Modulation*) adalah proses menumpangkan sinyal informasi ke sinyal

pembawa (*carrier*) dimana frekuensi sinyal pembawa diubah-ubah sehingga besarnya sebanding dengan besarnya amplitudo sinyal pemodulasi. Semakin besar amplitudo sinyal pemodulasi, maka semakin besar pula frekuensi sinyal termodulasi FM. Sistem komunikasi nirkabel merupakan sistem penyampaian informasi tanpa media kabel sebagai perantaranya, tetapi menggunakan media berupa gelombang elektromagnetik yang memungkinkan mengirim atau menerima informasi tanpa koneksi fisik.

Sumber input menyediakan sinyal suara ke pemancar, lalu pemancar mengubah sinyal suara menjadi sinyal radio dalam bentuk gelombang FM yang kemudian ditransmisikan oleh antena pemancar. Selanjutnya gelombang tersebut

ditangkap oleh antena penerima dimana penerima tersebut akan mengubah kembali sinyal radio menjadi sinyal suara.

Berdasarkan alasan tersebut, dibangunlah suatu perangkat yang dapat memancarkan sinyal suara dan satu perangkat yang dapat menerima sinyal suara berbasis modulasi FM pada frekuensi 87.5 Mhz.

II. METODE

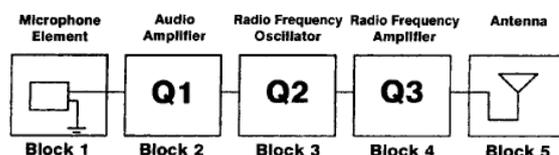
Radio adalah teknologi yang digunakan untuk pengiriman sinyal dengan cara modulasi dan radiasi elektromagnetik (gelombang elektromagnetik). Gelombang ini melintas dan merambat lewat udara dan bisa juga merambat lewat ruang angkasa yang hampa udara, karena gelombang ini tidak memerlukan medium pengangkut (seperti molekul udara). Pengertian “Radio” menurut ensiklopedia Indonesia yaitu penyampaian informasi dengan pemanfaatan gelombang elektromagnetik bebas yang memiliki frekuensi kurang dari 300 GHz (panjang gelombang lebih besar dari 1 mm).^[3]

Sistem audio adalah sebuah sistem penguatan suara yang merupakan kombinasi dari mikrofon, pemrosesan sinyal, amplifier, dan pengeras suara yang membuat suara langsung atau rekaman lebih keras dan juga dapat mendistribusikan suara-suara tersebut ke banyak pendengar atau kepada para pendengar yang jauh. Dalam beberapa situasi penguatan suara ini digunakan untuk meningkatkan volume suara yang letak sumber suara jauh dari pendengar atau audience. Sebuah 2 sistem penguatan suara mungkin sangat kompleks karena seringkali melibatkan banyak mikrofon, mixing audio dan sistem pemrosesan sinyal yang kompleks, puluhan ribu penguatan daya dan loudspeaker yang berjumlah banyak dan semuanya diawasi oleh sebuah tim teknisi audio. Untuk membuat sistem komunikasi satu arah, dilakukan pengamatan dengan rancangan sistem dan blok diagram.

A. Perancangan Alat Bagian Pemancar

Frekuensi yang dialokasikan untuk siaran FM berada diantara 88 - 108 MHz, dimana pada wilayah frekuensi ini secara relatif bebas dari gangguan baik atmosfer maupun interferensi yang tidak diharapkan. Saluran siar FM standar menduduki lebih dari sepuluh kali lebar *bandwidth* (lebar pita) saluran siar AM. Hal ini

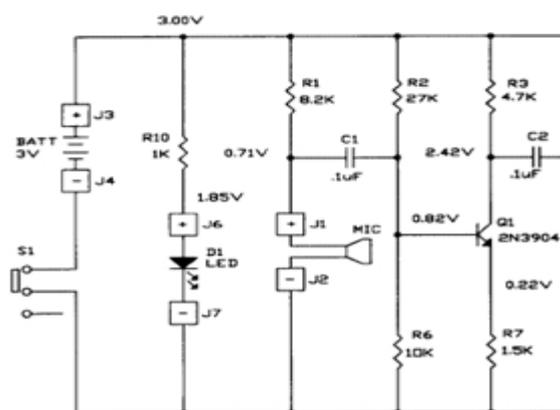
disebabkan oleh struktur sideband nonlinear yang lebih kompleks dengan adanya efek-efek (deviasi) sehingga memerlukan bandwidth yang lebih lebar dibanding distribusi linear yang sederhana dari sideband-sideband dalam sistem AM. Sistem kerja alat bagian pemancar dapat dilihat pada blok diagram rangkaian pemancar pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram pemancar

Penjelasan:

1. Elemen mikrofon di blok 1 bertindak seperti sebuah resistor yang berubah ketika terkena gelombang suara. Perubahan resistansi menyebabkan arus melalui elemen mikrofon berubah ketika gelombang suara memberi tekanan ke permukaannya. Ketika gelombang suara mengenai elemen mikrofon, arus listrik melalui elemen akan meningkat dan menurun sesuai dengan tekanan (kenyaringan) suara.
2. Blok 2 pada gambar 2 adalah transistor (Q1) yang digunakan sebagai penguat audio, dengan kata lain sinyal dari elemen mikrofon dikuatkan besar amplitudonya.

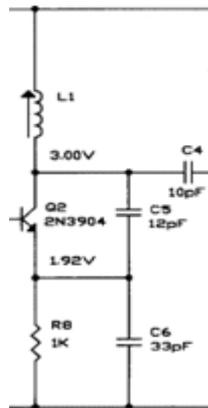


Gambar 2. Rangkaian *audio amplifier*

3. Blok 3 pada gambar 3 adalah transistor (Q2) yang digunakan sebagai osilator. Osilator adalah suatu rangkaian elektronika yang menghasilkan sejumlah getaran atau sinyal listrik secara periodik dengan amplitudo yang konstan. Osilator RF adalah osilator yang dapat

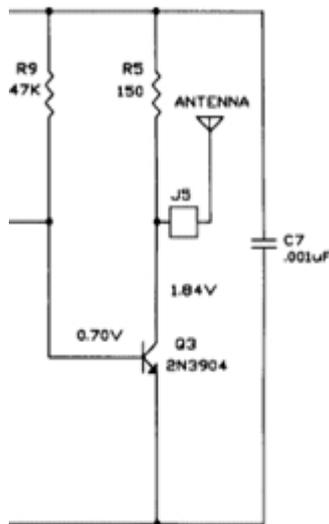
**Rancang Bangun Sistem Komunikasi Satu Arah Berbasis Modulasi FM
(Wahyu Ardiyanto, Nandhika Darwin, Hasan Muhidin, dkk : 34 - 40)**

membangkitkan frekuensi radio diantara 100 kHz hingga 100 GHz.



Gambar 3. Rangkaian RF Oscillator

4. Blok 4 pada gambar 4 adalah transistor yang digunakan sebagai penguat RF. Blok ini menguatkan sinyal termodulasi dari osilator dan bertindak sebagai tahap penyangga antara antenna dan osilator.

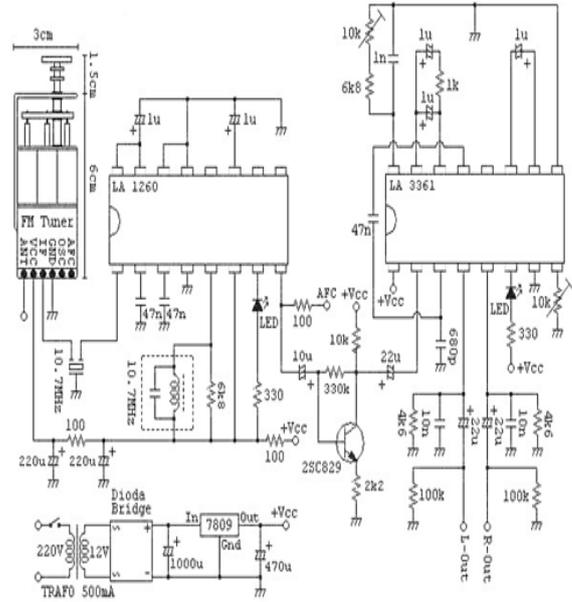


Gambar 4. Rangkaian RF Amplifier

5. Blok 5 adalah antenna. Antena juga merupakan elemen yang disetel karena panjang antenna menentukan seberapa baik antenna tersebut akan memancarkan sinyal termodulasi.

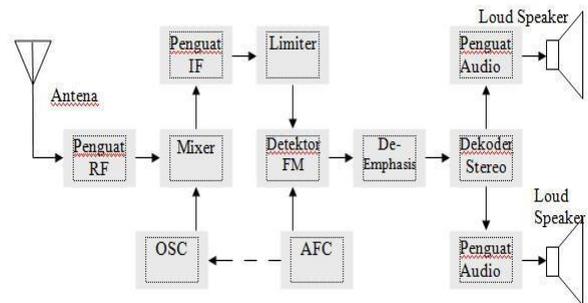
B. Perancangan Alat Bagian Penerima

Bagian penerima ini merupakan bagian yang terhubung dengan rangkaian beban. Bagian ini berfungsi untuk menangkap sinyal yang datang dari pemancar, dimana data yang dikirimkan melalui pemancar ditangkap antenna dan diolah oleh rangkaian penerima dan dipilih untuk menentukan mana isi sinyal yang dikirimkan.



Gambar 5. Skematika bagian penerima

Sistem kerja alat bagian penerima pada Gambar 5 dapat dilihat pada blok diagram rangkaian penerima pada Gambar 6.



Gambar 6. Blok diagram penerima

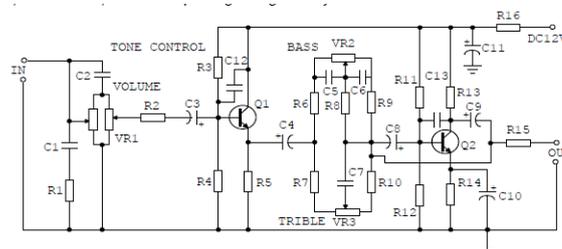
Penjelasan:

1. Antena, berfungsi menangkap sinyal-sinyal bermodulasi yang berasal dari antenna pemancar. Sebatang logam yang panjangnya $\frac{1}{4}$ Lambda akan beresonansi dengan baik bila ada gelombang radio yang menyentuk permukaannya. Parameter antenna yang bisa mempengaruhi kualitas antenna antara lain direktivitas, gain, return loss dan pola radiasi.^[2]
2. Penguat RF, berfungsi menguatkan sinyal yang ditangkap oleh antenna. Daya keluaran dari suatu pemancar ditentukan oleh penguat daya RF yang digunakan, sehingga pemancar berdaya kuat akan dapat diperoleh apabila penguat daya RF yang digunakan mampu menghasilkan daya keluaran yang besar.^[6] Rangkaian pada

penguat ini dapat terdiri dari satu komponen aktif dan beberapa komponen pasif. Komponen aktif dapat berupa transistor atau IC, sedangkan komponen pasif dari suatu rangkaian penguat terdiri dari resistor, kapasitor dan induktor. Wedlock dan Roberge^[7] telah menyatakan bahwa suatu resistor dapat mulai bersifat seperti kapasitor atau induktor pada daerah RF. Perilaku itu disebabkan oleh adanya kapasitansi *stray* atau induktansi *stray*. Karena kedua hal tersebut pada umumnya tidak diinginkan dan membatasi unjuk kerja komponen-komponen pada frekuensi tinggi, maka mereka dinamakan juga sebagai *parasitic effects*.

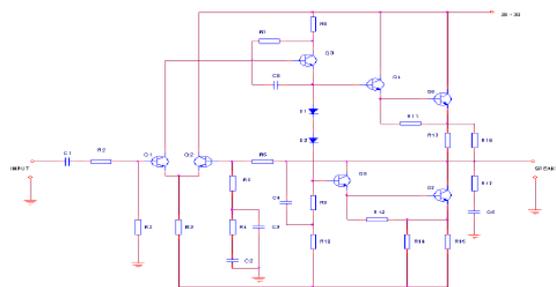
3. OSC (Osilator Lokal), berfungsi membangkitkan getaran frekuensi yang lebih tinggi dari frekuensi sinyal keluaran RF.
4. *Mixer*, merupakan suatu peralatan elektronika yang berfungsi memadukan, pengaturan jalur dan mengubah level, serta harmonisasi dinamis dari sinyal audio.^[4] Hasil dari olahan *mixer* adalah *Intermediate Frequency* (IF) dengan besar 10.7 MHz.
5. Penguat IF, digunakan untuk menguatkan sinyal IF yang bermodulasi 10.7 Mhz dengan lebar bidang 38 kHz sebagai frekuensi tengah dari IF.
6. *Limiter*, berfungsi meredam amplitude gelombang yang sudah termodulasi (sinyal yang dikirim pemancar) agar terbentuk sinyal FM murni (beramplitudo rata).
7. Detektor FM, digunakan untuk mendeteksi perubahan frekuensi bermodulasi menjadi sinyal informasi. Detektor ini akan mendeteksi sinyal FM sehingga dapat diperoleh kembali sinyal informasinya.^[1]
8. *De-emphasis*, berfungsi untuk menekan frekuensi audio yang besarnya berlebihan.
9. AFC (*Automatic Frequency Control*), berfungsi untuk mengatur frekuensi osilator lokal secara otomatis agar tetap stabil.
10. Dekoder Stereo, digunakan untuk memproses sinyal stereo. Pemilihan mode decoder digunakan IC LA3361 yang bekerja pada pola *switching* yang menghasilkan frekuensi untuk sisi kanan dan kiri. IC LA3361 digunakan sebagai pemisah antara informasi stereo dengan frekuensi pembawa 38 kHz. Dari keluarannya diperoleh dua bidang frekuensi yang sama yaitu frekuensi sinyal kiri dan sinyal kanan yang masing-masing besarnya 15 kHz.

11. Penguat audio, digunakan untuk menyearahkan getaran atau sinyal AF (*Audio Frequency*) serta meningkatkan level sinyal audio. Dalam penguat audio ini biasanya terdapat rangkaian *tone control* pada Gambar 7 dan *power amplifier*. *Tone control* adalah suatu rangkaian yang digunakan untuk mengatur keras lemah suara. Alat pengatur ini mempunyai beberapa fungsi yaitu *volume*, *bass*, *treble* dan *balance*.^[5]



Gambar 7. Rangkaian *tone control*

Pada rangkaian *power amplifier* pada Gambar 8, mempunyai beberapa transistor yang dipakai sebagai penguat akhir yaitu transistor jenis PNP 2SC1061, transistor ini dipakai untuk penguat akhir, sedangkan untuk transistor pendorongnya digunakan transistor FCS9014, FCS9015, FCS9013, FCS9012.



Gambar 8. Rangkaian *power amplifier*

12. *Speaker*, mengubah sinyal atau getaran listrik berfrekuensi AF menjadi getaran suara yang dapat didengar oleh telinga manusia.

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Pengaturan frekuensi alat bagian pemancar

Pengaturan frekuensi dilakukan pada pemancar untuk menentukan frekuensi kerja dari pemancar itu sendiri. Pengaturan dilakukan dengan mengatur nilai dari induktor dengan cara mengatur kerenggangan dari lilitan induktor tersebut. Untuk mengetahui besarnya frekuensi, digunakan alat pengukuran yaitu *frequency counter*. Dengan alat tersebut dapat diketahui besarnya frekuensi ketika nilai induktor diubah-

**Rancang Bangun Sistem Komunikasi Satu Arah Berbasis Modulasi FM
(Wahyu Ardiyanto, Nandhika Darwin, Hasan Muhidin, dkk : 34 - 40)**

ubah. Dalam penelitian ini frekuensi kerja yang digunakan adalah 87.5 MHz. Pemilihan frekuensi kerja dipilih berdasarkan banyak atau tidaknya siaran *broadcast* yang bekerja pada frekuensi tersebut.

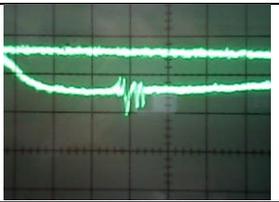
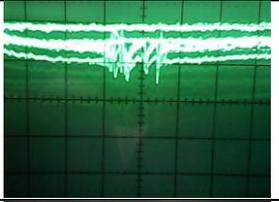
B. Pengukuran Sinyal IF dengan Pendekatan Kurva V

Pengukuran ini ditujukan untuk mengetahui respon kerja dari penguat IF.

Langkah kerja:

1. Alat dan bahan yang dibutuhkan disiapkan terlebih dahulu.
2. Semua alat (*oscilloscope*, *sweep marker generator*, penerima FM) dihidupkan.
3. *Oscilloscope* dikalibrasi, posisikan dalam keadaan ADD dan Time/Div = xy.
4. *Sweep marker* diatur sebagai berikut:
 - *Horizontal slope* = CH1 *oscilloscope*.
 - *Vertical slope* = CH2 *oscilloscope*.
 - *Sweep out* = masukan IC LA1260 (kaki 1).
 - *From TP* = keluaran IC LA1260 (kaki 5).
 - *Mod select* = OFF.
 - *Freq. range* = B (6-18 MHz).
 - *Output att* = 1.
5. *Marker size*, *sweep width*, dan *fine* pada *sweep marker generator* diatur sehingga menghasilkan kurva V.

TABEL 1. HASIL PENGUKURAN SINYAL IF DENGAN PENDEKATAN KURVA S

Band	Frekuensi	Gambar
LSB	10.4 MHz	
Centre	10.5 MHz	
MSB	10.7 MHz	

Frekuensi radio yang ditala adalah 98.5 MHz. Dari table pengukuran, dapat diketahui besar *bandwidth*-nya yaitu 300 kHz (FUSB – FLSB = 10.7 MHz – 10.4 Mhz).

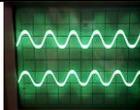
C. Pengukuran Sinyal Audio dengan Menggunakan FM Stereo Generator

Pengukuran ini ditujukan untuk mengukur kerja dari IC LA3361 dengan mengamati amplitudo, frekuensi, dan perubahan *spectrum*.

Langkah kerja:

1. Alat dan bahan yang dibutuhkan disiapkan terlebih dahulu.
2. Semua alat (*oscilloscope*, FM stereo generator, penerima FM tuner stereo) dihidupkan.
3. *Oscilloscope* dikalibrasi sebelum memulai pengukuran.
4. *Channel 1 oscilloscope* dihubungkan ke keluaran IC LA3361 kaki 4 (sinyal L).
5. *Channel 1 oscilloscope* dihubungkan ke keluaran IC LA3361 kaki 5 (sinyal R).
6. *Probe multiplex* pada stereo generator dihubungkan ke masukan IC LA3361 kaki 2 (basis transistor C945).
7. Amplitudo, frekuensi, dan perubahan *spectrum* gelombang diamati pada:
 - L, Pilot = OFF, 1 kHz.
 - L, Pilot = OFF, 5 kHz.
 - L, Pilot = ON, 1 kHz.
 - L, Pilot = ON, 5 kHz.
 - R, Pilot = OFF, 1 kHz.
 - R, Pilot = OFF, 5 kHz.
 - R, Pilot = ON, 1 kHz.
 - R, Pilot = ON, 5 kHz.
 - L+R, Pilot = OFF, 1 kHz (*oscilloscope mode* = ADD).
 - L+R, Pilot = OFF, 5 kHz (*oscilloscope mode* = ADD).
 - L+R, Pilot = ON, 1 kHz (*oscilloscope mode* = ADD).
 - L+R, Pilot = ON, 5 kHz (*oscilloscope mode* = ADD).

TABEL 2. HASIL PENGUKURAN SINYAL AUDIO DENGAN MENGGUNAKAN FM STEREO GENERATOR

Tombol	Frekuensi	Amplitudo	Gambar
L, Pilot = OFF, 1KHz	1KHz	L = 2.8 V R = 2.8 V	

L, Pilot = OFF, 5KHz	5KHz	L = 2.3 V R = 2.3 V	
L, Pilot = ON, 1KHz	1KHz	L = 4.5 V R = 1.7 V	
L, Pilot = ON, 5KHz	5KHz	L = 3.8 V R = 1.4 V	
R, Pilot = OFF, 1KHz	1KHz	L = 2.8 V R = 2.8 V	
R, Pilot = OFF, 5KHz	5KHz	L = 2.3 V R = 2.3 V	
R, Pilot = ON, 1KHz	1KHz	L = 1.6 V R = 4.6 V	
R, Pilot = ON, 5KHz	5KHz	L = 1.4 V R = 3.8 V	
L+R, Pilot = OFF, 1KHz	1KHz	L = 0.8 V R = 0.8 V	
L+R, Pilot = OFF, 5KHz	5KHz	L = 0.8 V R = 0.8 V	
L+R, Pilot = ON, 1KHz	1KHz	L = 3.8 V R = 3.8 V	
L+R, Pilot = ON, 5KHz	5KHz	L = 3.2 V R = 3.2 V	

D. Pengukuran Jarak Jangkauan Maksimal dari Sinyal Pemancar

TABEL 3. HASIL PENGUKURAN JARAK JANGKAUAN MAKSIMAL DALAM KEADAAN TIDAK TERHALANG

Jarak (meter)	Kualitas Suara
1	Terdengar jelas
2	Terdengar jelas
3	Terdengar jelas
4	Terdengar jelas
5	Terdengar jelas
6	Terdengar jelas
7	Terdengar jelas
8	Terdengar jelas
9	Terdengar jelas
10	Terdengar jelas

11	Terdengar jelas
12	Terdengar jelas
13	Terdengar jelas
14	Terdengar jelas
15	Terdengar jelas
16	Terdengar jelas
17	Terdengar jelas
18	Terdengar jelas
19	Terdengar jelas
20	Terdengar jelas
21	Sedikit ada noise
22	Sedikit ada noise
23	Sedikit ada noise
24	Sedikit ada noise
25	Sedikit ada noise
26	Noise semakin bertambah
27	Noise semakin bertambah
28	Noise semakin bertambah
29	Noise semakin bertambah
30	Suara melemah

TABEL 4. PENGUJIAN PWM DRIVERHASIL PENGUKURAN JARAK JANGKAUAN MAKSIMAL DALAM KEADAAN TERHALANG

Jarak (meter)	Kualitas Suara
1	Terdengar jelas
2	Terdengar jelas
3	Terdengar jelas
4	Terdengar jelas
5	Terdengar jelas
6	Terdengar jelas
7	Terdengar jelas
8	Terdengar jelas
9	Terdengar jelas
10	Terdengar jelas
11	Terdengar jelas
12	Terdengar jelas
13	Terdengar jelas
14	Terdengar jelas
15	Sedikit ada noise
16	Sedikit ada noise
17	Sedikit ada noise
18	Noise mulai bertambah
19	Noise mulai bertambah
20	Suara melemah

IV. Kesimpulan

Berdasarkan dari pembuatan sistem komunikasi satu arah dan data yang diperoleh dari pengujian didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembuatan sistem komunikasi satu arah berbasis modulasi FM dapat digunakan sebagai media transmisi pengganti kabel yang menghubungkan antara perangkat

- pemancar dengan perangkat penerima, sehingga sangat praktis.
2. Setelah melakukan percobaan sistem komunikasi satu arah ini dapat berfungsi dengan baik pada frekuensi 87.5 MHz. Dipilih frekuensi 87.5 Mhz ini karena karena kurangnya pemancar *broadcast* pada frekuensi tersebut. Sehingga tidak mengganggu pemancar lain pada saat sistem tersebut sedang digunakan.
 3. Jarak maksimal yang dapat dijangkau oleh pemancar dalam keadaan terhalang adalah sejauh 20 meter, sedangkan dalam keadaan tidak terhalang, jarak maksimal yang dapat dijangkau adalah sejauh 30 meter.
 4. Untuk meningkatkan jarak jangkauan dapat dilakukan dengan cara meningkatkan penguatan pada tingkat penguat RF.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andi, A., Heroe, W., Budianto, "Perancangan dan Realisasi Perangkat Pancar-Terima FM-Direct Sequence Spread Sprectrum pada Frekuensi 40 Mhz". Jurnal penelitian dan pengembangan TELEKOMUNIKASI, Sekolah Tinggi Teknologi Telkom, Bandung, 2003.
- [2] Haris, I., Jati, W., "Analisa Kemampuan Daya Pancar pada Gelombang FM dengan Antena Dipole". Jurnal Elektum, Universitas Muhammadiyah, Jakarta, 2014.
- [3] Henny, I., M. Sani, S., "Pengembangan Radio Online Sebagai Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi Untuk Pengembangan Potensi Mahasiswa di Lingkungan Universitas Semarang". Jurnal Transformatika, Universitas Semarang, Semarang, 2011.
- [4] I. H. Palendeng, Janny, O. W., Ellia, K. A., Benny, S. N., "Rancang Bangun Sistem Audio Nirkabel Menggunakan Gelombang Radio FM". Jurnal, Universitas Sam Ratulangi, Manado, 2012.
- [5] Makmur, Tole, S., "Perancangan Sistem Komunikasi Dua Arah dengan Sistem Modulasi FM". Jurnal Telkomnika, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, 2006.
- [6] Sapto, N., Dwi, P. S., Isnaen, G., "Rancang Bangun Penguat Daya RF". Jurnal Berkala Fisika, Universitas Diponegoro, Semarang, 2003.
- [7] Wedlock, B. D., dan Roberge, J. K., *Electronic Components and Measurement*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1969.