

# APLIKASI RF 2400 DV DALAM PERANGKAT KOMUNIKASI DATA DAN SUARA 8 CHANNEL

Nuryanti, ST.Msc, Elsy Olivia, Hadi Supriyanto, ST.MT

Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Politeknik Manufaktur Negeri Bandung  
Jl. Kanayakan 21 Bandung, Indonesia

## ABSTRAK

Proses komunikasi dimana terjadi interaksi informasi adalah sesuatu hal yang akan terus dibutuhkan oleh manusia. Perpindahan data saat ini hamper selalu melalui suatu media perantara misalnya jaringan kabel. Namun perkembangan teknologi selanjutnya memungkinkan perpindahan data tanpa memerlukan kabel, atau metode ini dapat disebut metode nirkabel. Hal tersebut memberikan keleluasaan, mobilitas yang cukup tinggi, akurasi, efisiensi, dan reabilitas yang lebih tinggi.

Untuk mendukung terciptanya hal tersebut maka dirancanglah suatu sistem yang dapat berkomunikasi baik data maupun suara secara portable. Input yang diberikan untuk komunikasi suara ini berupa sinyal analog maka sinyal tersebut harus dikuatkan baik dari microphone ataupun modul RF sehingga dapat didengar oleh telinga manusia melalui headphone. Selain itu juga untuk membuat sistem transceiver dan pengolahan data secara digital. Komunikasi dua arah menggunakan modul RF 2400DV sebagai media penghantarnya dan mikrokontroler ATtiny 2313 sebagai media pengendali pengiriman data.

Hasil pengujian audio dapat didengar dengan baik oleh telinga manusia melalui headphone, dan pengiriman suara akan difasilitasi oleh modul RF 2400DV dengan mikrokontroler sebagai pengaturan channel. Dengan demikian komunikasi dua arah antara mikro ke mikro akan berfungsi. Diharapkan pembuatan program aplikasi ini dapat mempermudah proses pembelajaran dengan memanfaatkan komunikasi nirkabel.

Kata kunci: penguatan, RF2400DV, ATtiny 2313, nirkabel

## 1. Pendahuluan

Proses tukar menukar informasi dapat berupa komunikasi secara langsung atau dapat pula berupa data yang dipancarkan oleh satu pihak dan diterima oleh pihak lain. Perpindahan data tersebut melalui suatu media perantara misalnya jaringan kabel. Namun perkembangan teknologi selanjutnya memungkinkan perpindahan data tanpa memerlukan kabel, atau metode ini dapat disebut metode nirkabel. Hal tersebut memberikan keleluasaan, mobilitas yang cukup tinggi, akurasi, efisiensi, dan reabilitas yang lebih tinggi.

Pada jaringan nirkabel yang akan dikembangkan selanjutnya menggunakan radio frekuensi (RF) untuk mentransmisikan data maupun suara melalui udara. Alat – alat yang menggunakan radio frekuensi menggunakan modul *transceiver* yang terdiri dari *transmitter* dan *receiver*. Pada *transmitter* sebuah proses yang disebut modulasi mengonversi sinyal digital secara elektrik menjadi sinyal RF yang merupakan sinyal analog. Selanjutnya, *amplifier* bertugas untuk menerima sinyal yang dikirim oleh *transmitter* tanpa terganggu oleh sinyal – sinyal lain yang berada disekitarnya.

Dengan memanfaatkan teknologi dari radio frekuensi ini, dicoba untuk merancang dan membuat suatu rangkaian pendukung modul RF untuk penerapan komunikasi data dan suara. Dengan sistem komunikasi ini memungkinkan untuk aplikasi laboratorium bahasa bergerak, sehingga mudah dibawa dan dipindahkan dari kelas yang satu ke kelas yang lain (*portable*).

## 2. Tahapan Proses Perancangan Sistem

### 2.1 Pengolahan Sinyal

Sinyal yang dikirim dan kemudian diterima dalam perjalanan akan mengalami beberapa pengkondisian untuk mendapatkan hasil yang optimal antara lain :

- Penapisan signal, untuk memisahkan suatu sinyal yang tercampur dengan derau (*noise*) yang merupakan sinyal lain yang tidak diperlukan.
- Pendeteksian signal, untuk mengetahui keberadaan suatu sinyal dalam sinyal kompleks yang diolah.

12 MAR 2012

2012/0053

- Kompresi signal, untuk memperkecil ukuran signal tanpa harus kehilangan informasi yang terdapat pada signal. Dalam dunia elektronika, dikenal dua macam signal yaitu signal analog dan signal digital.

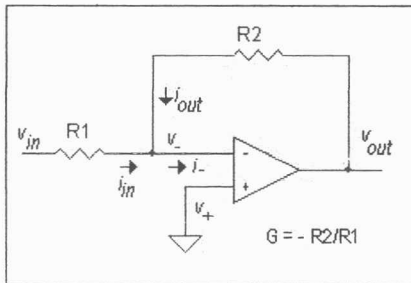
## 2.2. Operasioanal Amplifier (Op-Amp)

Op-amp pada dasarnya adalah sebuah *differential amplifier* (penguat diferensial) yang memiliki dua masukan. *Input* (masukan) op-amp seperti yang telah dimaklumi ada yang dinamakan input inverting dan non-inverting. Op-amp ideal memiliki *open loop gain* (penguatan *loop* terbuka) yang tak terhingga besarnya.

Berikut ini adalah beberapa jenis dari Op-amp yang sering digunakan :

### 1. Inverting amplifier

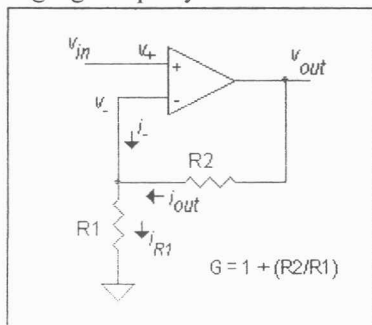
Jika signal masukannya dibuat melalui input inverting maka fase keluaran dari penguat inverting ini akan selalu berbalikan dengan inputnya. Pada rangkaian ini, umpan balik negatif di bangun melalui resistor R2.



Gambar 2.2.1 Inverting Amplifier

### 2. Non inverting Amplifier

Masukan yang dibuat melalui input non-inverting maka tegangan keluaran rangkaian ini akan satu fasa dengan tegangan inputnya.

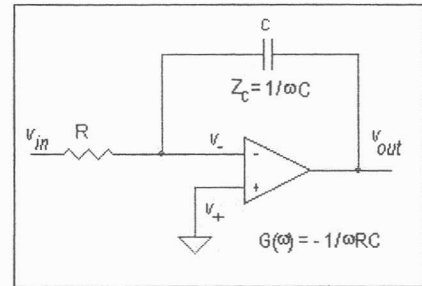


Gambar 2.2.2 Non-inverting amplifier

### 3. Integrator

Opamp bisa juga digunakan untuk membuat rangkaian-rangkaian dengan respons frekuensi, misalnya rangkaian penapis (filter). Salah

satu contohnya adalah rangkaian integrator seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2.3. Rangkaian dasar sebuah integrator adalah rangkaian *op-amp inverting*, hanya saja rangkaian umpanbaliknya (*feedback*) bukan resistor melainkan menggunakan kapasitor C.



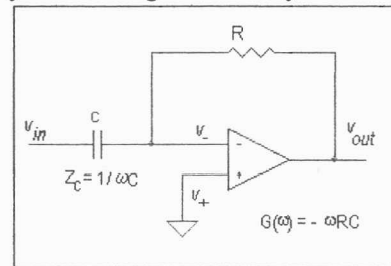
Gambar 2.2.3 Integrator

### 4. Diferensiator

Kalau komponen C pada rangkaian penguat *inverting* di tempatkan di depan, maka akan diperoleh rangkaian *diferensiator* seperti pada gambar 4. Dengan analisa yang sama seperti rangkaian integrator, akan diperoleh persamaan penguatannya :

$$V_{out} = -RC \, dv_{in}/dt$$

Rumus ini secara matematis menunjukkan bahwa tegangan keluaran  $v_{out}$  pada rangkaian ini adalah differensiasi dari tegangan input  $v_{in}$ . Contoh praktis dari hubungan matematis ini adalah jika tegangan input berupa signal segitiga, maka *output*nya akan menghasilkan signal kotak.



Gambar 2.2.4 Diferensiator

## 2.3 Komunikasi Nirkabel

Komunikasi nirkabel merupakan suatu bentuk komunikasi yang memanfaatkan frekuensi/ spektrum radio sebagai sarana untuk melakukan transmisi (pengiriman/penerimaan) informasi (suara, data, gambar, video) sampai ke tempat tujuan tanpa koneksi fisik. Penggunaan sistem ini dibatasi oleh ketersediaan spektrum (pita frekuensi), karena adanya interferensi (saling mengganggu) jika digunakan bersamaan. Keuntungan menggunakan komunikasi nirkabel antara lain :

- Agar dapat menjangkau daerah yang cukup luas
- Penggunaan sistem ini juga tidak memerlukan pemasangan kabel yang rumit

- Dapat dilakukan di mana saja (*mobile*)

Namun jika saat pengiriman data terdapat suatu interferensi maka dapat terjadi gangguan komunikasi. Untuk mencegah suatu interferensi maka dibutuhkan pengaturan alokasi frekuensi yang digunakan oleh setiap daerah.

## 2.4 Komunikasi Serial

Komunikasi data serial cocok digunakan untuk komunikasi data jarak jauh. Sedangkan komunikasi data parallel komunikasi jarak pendek.

Berdasarkan arahnya komunikasi data serial dibagi menjadi :

### 1. Simplex

Pada komunikasi *simplex* komunikasi terjadi satu arah yaitu dari pengirim (Tx) ke penerima (Rx). Dengan catatan bahwa penerima tidak bisa mengirim data ke pengirim.

### 2. Half Duplex

Pada komunikasi *Half Duplex* komunikasi dapat terjadi dua arah, tetapi pada saat Tx mengirim data, Rx hanya dapat menerima saja, demikian juga sebaliknya.

### 3. Full Duplex

Pada komunikasi *Full Duplex* komunikasi dapat terjadi dua arah secara bersamaan, dimana antara pengirim dan penerima dapat saling berhubungan. Pada saat bersamaan kedua pihak yang berkomunikasi dapat mengirim atau menerima data.

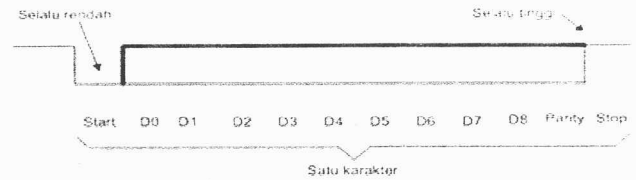
## 2.5 UART

Komunikasi serial UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*) memiliki kecepatan data yang bervariasi, oleh karena itu membutuhkan protokol/parameter-parameter yang harus dimengerti oleh peralatan yang ingin berkomunikasi. Parameter itu adalah:

- Jumlah bit tiap karakter adalah 5 sampai 8 bit.
- Parity* bit yang digunakan untuk mendeteksi kesalahan (error) yang berbentuk odd (ganjil), even (genap) atau tanpa parity (no parity).
- Jumlah stop bit (1 bit, 1,5 bit, atau 2 bit) dan 1 start bit.
- Baud rate* atau kecepatan data (bps).

Suatu karakter yang akan ditransfer harus didahului oleh kondisi (*high*).ke rendah (*low*) yang dinamakan *start bit*, yang digunakan untuk mensinkronkan antara pengirim dan penerima. Setelah

*start bit*, selanjutnya berisi karakter yang diikuti dengan *parity bit* dan terakhir adalah stop bit.



komunikasi data serial asynchronus

Gambar 2.3.3.1 Komunikasi UART

## 2.6 RF 2400 DV

Modul ini bekerja pada frekuensi 2.4 – 2.524 GHz ISM Band dengan modulasi GFSK (*Gaussian Frequency Shift Keying*). Modul ini bekerja dengan catu daya 3V dengan kecepatan transfer data 1Mbps, 250Kbps. *Output power* maksimal +4dBm dan mempunyai sensitifitas -90dBm. Modul ini biasanya digunakan untuk *wireless mouse*, *wireless data communication*, *telemetry* dan aplikasi *wireless* yang lain.

Modul ini dapat bekerja dalam dua mode yaitu *ShockBurst Mode* dan *Direct Mode*. Pada *ShockBurst Mode*, transfer data dilakukan pada kecepatan tinggi yaitu 1Mbps dengan memanfaatkan Register FIFO (*First In First Out*) yang sudah *built in*. Mode ini tidak memerlukan MCU (*Multipoint Control Unit*) dengan kecepatan tinggi karena untuk transfer data 1Mbps sudah dihandle oleh modul itu sendiri. Manfaat dari mode ini juga dapat mereduksi konsumsi daya.

Pemrograman mode ini menggunakan 3 kabel yang terhubung dengan MCU (*Multipoint Control Unit*). Sedangkan pada *Direct mode*, modul ini hanya bekerja sebagai rangkaian RF biasa sehingga memerlukan MCU (*Multipoint Control Unit*) dengan kecepatan tinggi untuk mentransfer data sebesar 1Mbps atau 250Kbps. Berikut ini adalah fitur dari modul RF 2400 DV :

### General specification

#### Item Description

- Frequency range Base Tx frequency 2403.050 ~ 2406.550 MHz  
Base Rx frequency 2474.5 00~ 2478.000 MHz  
Remote Tx frequency 2474.500 ~ 2478.000 MHz  
Remote Rx frequency 2403.050 ~ 2406.550 MHz
- Communication system & Number of *channel* 8 CH, fully duplex
- Channel spacing* 500Khz between two *channels*
- RF impedance (Antenna impedance) 50 ohms
- IF frequency 10.70 MHz
- Modulation system FM
- Operation voltage BASE DC 5V (4.5V ~ 5.5V)  
H/S DC 3.6V (3.3V ~ 4.2V)

8. Current consumption 150mA (Max)

**TX specification**

1. Transmit power -2 +- 3dbm
2. frequency tolerance < 5 KHz
3. Modulation level of voice (1KHz 250mVrms input) 30 +- 5 KHz
4. Modulation level of data (1KHz 1.0Vp-p input) 75 +- 10 KHz
5. Voice frequency response 150Hz ~ 15KHz
6. S/N ratio modulation > 35db

**RX specification**

**Item Description**

1. Sensitivity (at 20db sinad, Dev. 30KHz) < -97dbm
2. S/N ratio > 5 db
3. Audio distortion < 5 %
4. Audio output level 80 ±20 mVrms
5. Audio frequency response 150Hz ~ 30KHz

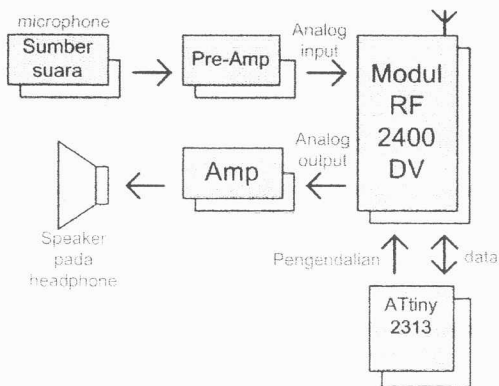
**3. Perancangan Sistem**

**3.1 Analisa fungsi**

Sistem ini terdiri atas penguat yaitu pre-Amp dan Op-Amp yang berfungsi untuk menguatkan input suara yang diberikan melalui microphone yang kemudian akan dikirim melalui modul RF.

Untuk menghasilkan kualitas suara yang baik, maka input suara yang berasal dari microphone harus dikuatkan oleh pre-amp yang kemudian akan diterima oleh input analog dari modul RF transmitter. Kemudian sinyal akan diteruskan ke modul RF receiver yang akan dikuatkan oleh amplifier, sehingga menghasilkan audio yang dapat didengarkan dengan baik.

Komunikasi antara modul RF dengan modul RF lainnya difasilitasi oleh mikrokontroler Attiny 2313 sebagai media pengendali pengiriman data. Secara garis besar sistem ini dapat dijelaskan pada blok diagram berikut ini :



**Gambar 3.2.1** Blok diagram sistem komunikasi data dan suara

**3.2 Perancangan Hardware**

Pada dasarnya jenis hardware yang digunakan dalam pembuatan komunikasi data dan suara 8 channel ini sama saja, baik untuk pengirim (transmitter) ataupun penerima (receiver). Untuk perancangan hardware tersebut digunakan program Eagle 5.16.

**3.2.1 Perancangan Hardware Transceiver**

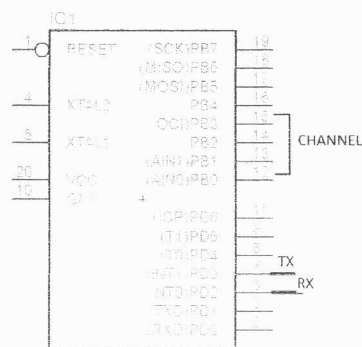
Modul transceiver dalam komunikasi data dan suara ini berfungsi untuk mengirim ataupun menerima informasi baik itu berupa data maupun suara. Data ataupun suara tersebut akan dikirimkan melalui gelombang radio dan kemudian akan mengalami penguatan. Untuk memenuhi tuntutan tersebut maka dirancanglah pre-amp, amplifier, dan mikrokontroler Attiny sebagai pengendalinya

**3.2.1.1. Perancangan Rangkaian Untuk Data**

Mikrokontroler Attiny 2313 dalam perancangan modul transceiver ini dibutuhkan sebagai media untuk pengiriman data secara serial. Selain itu mikrokontroler digunakan sebagai pengendali channel – channel, fungsi TX, dan fungsi RX yang ada pada modul RF 2400DV. Mikrokontroler pun harus dapat menerima data dalam bentuk apa saja dari modul RF.

Pertimbangan menggunakan mikrokontroler Attiny 2313 adalah sebagai berikut :

- Dengan dimensi mikrokontroler Attiny 2313 yang kecil, sangat memungkinkan digunakan untuk menjadi pengendali dalam hardware yang bersifat handset yang berukuran kecil dan portable.
- Port – port yang digunakan pada mikrokontroler Attiny 2313 juga tidak banyak, yaitu 2 port saja untuk input dan output.



**Gambar 3.3.1.1** Konfigurasi pin Attiny 2313

**3.2.1.2. Perancangan Pre-amp**

Pre-amp ini dirancang untuk menguatkan sinyal analog yang masuk melalui microphone. Dimana output keluaran microphone cukup kecil

yaitu sekitar 144 mVolt dan tegangan input yang dibutuhkan RF adalah 250 mVolt sehingga dibutuhkan suatu penguat muka (*Pre-amp*) dengan penguatan sekitar 1,73 kali. Perhitungan tersebut dapat diuraikan seperti dibawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Mic}_{out} \cdot X &= A F_{in} \\ 144\text{mV} \cdot X &= 250\text{mV} \\ X &= 250\text{mV}/144\text{mV} \\ X &= 1,73 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan yang didapat diatas, maka dirancanglah sebuah *pre-amp* dengan dua buah transistor tipe NPN yaitu transistor 2N2222 dan 2N3904.

### 3.2.1.3. Perancangan Amplifier

*Amplifier* dirancang untuk menguatkan sinyal keluaran dari modul RF sehingga dapat didengar oleh telinga manusia dengan baik. Nilai tegangan keluaran dari RF adalah 80mVrms, agar didapat penguatan yang dapat didengar dengan baik maka dibuatlah perhitungan seperti berikut :

$$\begin{aligned} V_{out} &= - \frac{1}{C \times R} \times V_{in} \times t \\ &= - \frac{1}{100\text{pF} \times 10\text{K}\Omega} \times 80\text{mV} \times (3,3 \times 10^{-5}) \\ &= 2,64 \text{ Volt} \end{aligned}$$

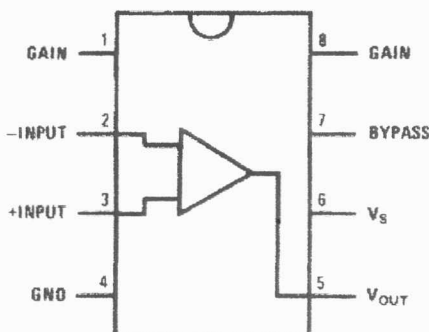
Sehingga kita bisa dapatkan penguatannya sebesar :

$$\begin{aligned} AV &= \frac{V_{out}}{V_{in}} \\ &= \frac{2,64\text{V}}{0,08\text{V}} \\ &= 33 \end{aligned}$$

Perancangan *amplifier* ini menggunakan Op-Amp LM386, yaitu sebuah IC operational *amplifier* yang dikhususkan untuk penguat audio.

Pertimbangan menggunakan LM 386 ini adalah sebagai berikut :

- LM 386 ini didesain untuk penggunaan *hardware* dengan konsumsi tegangan yang rendah.
- Dapat menghasilkan penguatan yang cukup tinggi sekitar 20 – 200 apabila dimaksimalkan pada pin 1 dan 8
- Dimensi dari IC ini juga cukup kecil, dimana hanya terdiri 8 pin



Gambar 3.3.1.2 Konfigurasi pin LM 386

## 4. Hasil dan Analisis Penelitian

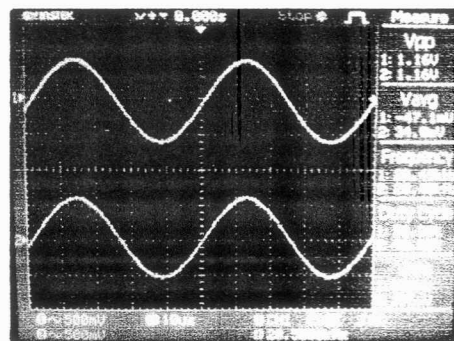
Bagian ini akan membahas proses pengujian pada sistem yang akan menunjukkan kinerja sistem yang dibuat. Hasil pengujian akan dilihat dari aspek – aspek berikut :

- Percobaan penguatan suara menggunakan oscilloscope
- Pengujian audio dan pengaturan channel

### 4.1 Percobaan Penguatan Pre-amp

Pengujian *pre-amp* ini dilakukan untuk mengecek kinerja dari komponen – komponen penyusun rangkaian *pre-amp* apakah bekerja dengan baik. Selain itu pengecekan ini dilakukan juga untuk melihat besarnya penguatan yang dihasilkan oleh rangkaian *pre-amp* ini. Besarnya penguatan yang dihasilkan dapat kita lihat dari gambar gelombang yang dihasilkan melalui *oscilloscope*.

Untuk mengecek keluaran sinyal dari rangkaian ini, maka diberikan input tegangan sebesar 5volt dan pada T-MIC diberikan input frekuensi sebesar 20 KHz. Dengan menggunakan probe *oscilloscope* yang disentuhkan pada T-PRE maka akan diketahui besar penguatan yang dihasilkan. Berikut ini adalah gambar pengecekan *pre-amp* :



Gambar 4.1 Sinyal penguatan *pre-amp* pada frekuensi 20 KHz

### 4.2 Percobaan Pengujian Amplifier

Pada pengujian *amplifier* ini dilakukan dengan memberi tegangan input dan frekuensi pada kaki trimpot yang kemudian dilihat besar penguatannya melalui gelombang yang terdapat pada *oscilloscope*. Tujuan dari pengecekan ini tidak lain adalah untuk melihat berapa besar penguatan yang dihasilkan oleh *amplifier* yang telah dirancang. Pada pengujian ini , diberikan frekuensi sebesar 20Khz, sesuai dengan frekuensi ideal untuk audio. Berikut ini adalah beberapa gambar gelombang dan nilai penguatan yang dihasilkan :

Frekuensi	Gambar
20 KHz $V_{in} = 1,18V$ $V_{out} = 1,88V$ $AV = 1,59$	
20 KHz $V_{in} = 1,16V$ $V_{out} = 2,00V$ $AV = 1,72$	
20 KHz $V_{in} = 1,16V$ $V_{out} = 3,20V$ $AV = 2,75$	
20 KHz $V_{in} = 1,18V$ $V_{out} = 4,32V$ $AV = 3,66$	

Gambar 4.2 Hasil pengujian amplifier

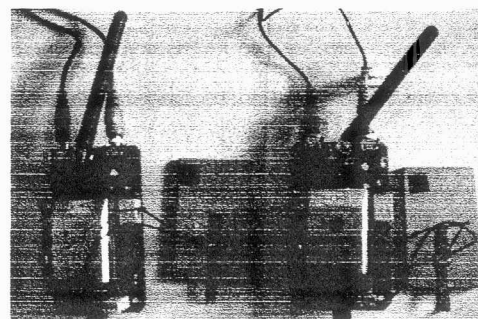
Dari hasil yang didapat pada saat percobaan, dapat dilihat bahwa *amplifier* telah bekerja dengan baik. Dengan memutar trimpot secara perlahan – lahan maka dihasilkanlah penguatan maksimal sebesar 4 kalinya. Semakin besar nilai dari trimpot yang diputar, maka gelombang yang dihasilkan semakin tidak beraturan.

Kendati demikian dari nilai penguatan yang didapat yang tertera pada tabel nilai AV maksimum yang didapat adalah 3,66 sedangkan dari hasil perhitungan seharusnya nilai AV yang didapat adalah 33. Hal ini dikarenakan oleh pada saat trimpot diputar pada keadaan maksimum, *oscilloscope* yang penulis gunakan tidak mampu mencapai nilai tersebut. Pada gambar hasil pengujian diatas, masih terlihat bahwa gelombang kurang sempurna, hal ini diakibatkan karena *noise* yang ada di ruangan sekitar pengujian.

#### 4.3 Pengujian Audio dan Pengaturan Channel

Pengujian ini dilakukan untuk mengecek kinerja dari rangkaian penguat yang telah dibuat yang kemudian diintegrasikan dengan mikrokontroler yang sudah terprogram untuk pengaturan *channel* dan modul RF sebagai media *transceiver*. Hal ini ditujukan untuk mengetahui dan memastikan bahwa semua komponen berkerja dengan baik sesuai dengan fungsinya masing – masing. Langkah – langkah pengujian audio dan pengaturan *channel* ini adalah sebagai berikut :

1. Pasangkan headset *microphone* dan speaker
2. Pasangkan baterai *supply* 3,6 volt
3. ON kan *switch* yang ada pada *hardware*
4. Apabila input suara telah dapat didengar melalui *speaker*, berarti pengujian audio sudah berhasil
5. Dengan menekan tombol yang ada pada *hardware*, maka *channel* dapat diatur. Apabila push button ditekan 1kali berarti *channel* diatur ke *channel* 1, langkah yang sama dilakukan sampai dengan pengaturan ke *channel* 8.

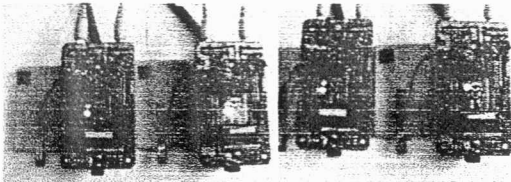


Gambar 4.3.1 Hardware Sistem Komunikasi Data dan Suara 8Channel

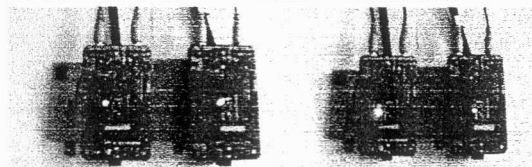
Gambar diatas merupakan sistem keseluruhan dari *hardware* komunikasi data dan suara 8 *channel* yang telah diintegrasikan dengan modul RF dan mikrokontroler ATtiny 2313. Berdasarkan hasil pengujian dengan langkah – langkah seperti tertera diatas, maka dihasilkan bahwa *hardware* dapat berkomunikasi suara melalui modul RF yang

berfungsi sebagai *transmitter*, *receiver*, ataupun *transceiver*.

Untuk pengujian pengaturan *channel* dilakukan dengan menggunakan LED sebagai indikator perubahan *channel*. Apabila *channel* dirubah menjadi *channel 1*, maka push button ditekan sebanyak satu kali. Kemudian mikrokontroler akan mengirimkan alamat kanal(*channel*) yang dituju.



Gambar 4.3.2 Kondisi Pada Channel 0      Gambar 4.3.3 Pengiriman Alamat Channel



Gambar 4.3.4 Pengiriman dan Penerimaan Alamat Channel      Gambar 4.3.5 Kondisi Pada Channel 1

Pada **gambar 4.3.2** merupakan kondisi pada saat *channel 0* sebelum push button ditekan, kemudian terlihat pada **gambar 4.3.3** merupakan keadaan setelah tombol ditekan satu kali untuk merubah menjadi *channel 1*. Pada **gambar 4.3.4** proses pengiriman dan penerimaan alamat *channel*, LED berwarna hijau merupakan indikator bahwa komunikasi antar mikro sedang berlangsung. Pada **gambar 4.3.5** LED berwarna merah menunjukkan bahwa alamat *channel* sudah berubah ke *channel 1* dan dapat digunakan untuk komunikasi suara kembali.

Dari hasil pengukuran pada rangkaian *hardware* komunikasi data dan suara ini diketahui bahwa arusnya bernilai 115mA. Pada baterai yang digunakan arusnya bernilai 1350MAH, maka untuk mengetahui konsumsi pemakaian daya pada baterai dapat dihitung sebagai berikut :

$$t = \frac{1350 \text{ mAH}}{115 \text{ m}} \\ = 11,7 \text{ jam}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat kita ketahui bahwa konsumsi pemakaian daya pada baterai ini dapat bertahan hingga 11,7 jam.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya dan hasil yang diperoleh dari uji coba, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. *Hardware* dari komunikasi data dan suara 8 *channel* ini telah 80% berhasil

berkomunikasi data dan suara secara nirkabel sesuai dengan perancangan.

2. Berdasarkan hasil pengujian suara pada rangkaian *pre-amp* dan *amplifier*, audio yang dihasilkan dapat didengarkan dengan baik melalui *headphone* walaupun masih terdapat *noise* pada saat transmisi berlangsung.
3. Penggabungan *hardware* dengan mikrokontroler yang sudah terprogram telah teruji keberhasilannya dengan berhasilnya pengaturan *channel* yang ada pada modul RF dan *port channel* mikrokontroler saat keduanya difungsikan bersama – sama.

## 5.2 Saran

Untuk perbaikan dan pengembangan sistem komunikasi data dan suara ini di masa yang akan datang khususnya pada perancangan *hardware* sistem tersebut, ada beberapa saran yang didapat oleh penulis agar hasil yang diperoleh jauh lebih baik di antaranya :

1. Membuat desain dan bentuk fisik dari modul *transmitter* dan *receiver* (*transceiver*) menjadi lebih komunikatif, menarik dan *user friendly*.
2. Untuk menyempurnakan komunikasi data dan suara ini akan lebih baik apabila digabungkan dengan *console* sebagai jalur komunikasi antara *gadget* dan PC (*Personal Computer*).

## 7. Daftar Pustaka

- Riyanto, Zaki, Muh. *Komunikasi Data* .2004. Yogyakarta : UGM
- Kurniawan, Rizki, *Pengembangan Hardware Sistem Komunikasi Responsi Nirkabel Dengan Mikrokontroler ATtiny 2313 dan TLP/RLP434A*.2007. Bandung : POLMAN
- Operational Amplifier Karakteristik Op-Amp (Bagian ke satu).pdf*  
 URL : <http://www.robby.c.staff.gunadarma.ac.id/Specification RF Module>. 2003. *laipac technology.Inc*  
 URL : <http://www.laipac.com/Universal Asynchronous Receiver/Transmitter>  
 URL : <http://en.wikipedia.org/Perkenalan Mikrokontroler.pdf>  
 URL : [http://hery\\_h.staff.gunadarma.ac.id/Pengolahan sinyal](http://hery_h.staff.gunadarma.ac.id/Pengolahan sinyal)  
 URL : <http://id.wikipedia.org>