

PENGENDALIAN JARAK JAUH PERANGKAT ELEKTRONIK DENGAN GELOMBANG RADIO

Agus Saparno, Gatot Santoso

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Jl. Kalisahak No. 28 Balapan Yogyakarta 55222

ABSTRACT

The development of technology has been growing rapidly in entire of aspect of life nowadays, the advanced of electronic technology as well as application has been given large of advantages to the human life. By utilizing electronic equipments make human activities running effectively and efficient in the house, workplace and another places. The electronic equipments are expected to operate in remote without taking closed or even touching it to switch on.

In the utilizing radio wave, the range of coverage area is wider, able to passing through obstacles, the operation this device does not need to point out of sensor. Radio wave and electromagnetic wave can be utilized to send DTMF signals. DTMF signals also can be utilized to control system in controlling electronic equipment.

DTMF output signals processing still use analog system, designing device with microcontroller and making the view of indicator device more beautiful, the using of seven segmen and LCD are needed.

Key words: radio wave, remote control.

INTISARI

Perkembangan teknologi dewasa ini begitu pesat hampir di seluruh aspek kehidupan, kemajuan teknologi elektronika dan aplikasinya telah memberi banyak keuntungan bagi kehidupan manusia. Dengan penggunaan peralatan elektronika kegiatan manusia dapat dilakukan secara efektif dan efisien baik di rumah, di tempat kerja, dan di tempat-tempat lainnya. Peralatan elektronika dituntut harus dapat dioperasikan jarak jauh tanpa harus mendekati atau menyentuh peralatan tersebut.

Dengan menggunakan gelombang radio, jarak jangkauannya lebih jauh/luas, dapat menembus penghalang, pengoperasiannya tanpa harus mengarahkan pada sensor. Gelombang radio atau gelombang elektromagnetik dapat digunakan untuk pengiriman sinyal DTMF. Sinyal DTMF selain untuk nada dial pada pesawat telepon, juga dapat digunakan untuk sistem pengendalian, yaitu digunakan pada peralatan perangkat elektronik.

Pemrosesan sinyal keluaran DTMF masih menggunakan sistem analog, perlunya perancangan alat dengan sistem mikrokontroler dan untuk mempercantik penampilan dari indikator, perlunya menggunakan rangkaian seven segmen atau menggunakan LCD (*Liquid Crystal Display*).

Kata kunci : gelombang radio, kendali jarak jauh

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dewasa ini begitu pesat hampir di seluruh aspek kehidupan, dalam perkembangan teknologi dibutuhkan sumber daya manusia yang berkualitas dan menguasai sedikitnya satu disiplin ilmu yang mampu untuk dikembangkannya. Kemajuan teknologi elektronika dan aplikasinya telah memberi banyak keuntungan bagi kehidupan manusia. Dengan penggunaan peralatan elektronika kegiatan manusia dapat dilakukan secara efektif dan efisien baik di rumah, di tempat kerja, dan di tempat-tempat lainnya.

Peralatan otomatis selain mudah penggunaannya juga dituntut harus dapat dioperasikan jarak jauh (*remote control*) tanpa harus mendekati atau menyentuh peralatan tersebut. Sistem operasi tersebut dinamakan sistem kendali jarak jauh. Ada beberapa macam kendali jarak jauh,

yaitu dengan tidak menggunakan kabel, melalui gelombang radio, dan inframerah. Sistem kendali jarak jauh dengan menggunakan gelombang radio mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan dua macam kendali tersebut, diantaranya:

1. Jarak jangkau yang lebih jauh/luas.
2. Dapat menembus penghalang.
3. Pengoperasiannya tanpa harus mengarahkan pada sensor karena menggunakan gelombang radio.
4. Dapat ditumpangi banyak sekali sinyal pengendalian, dan lain sebagainya

Oleh karena itu penulis memilih pengendalian dengan gelombang radio karena dengan pertimbangan-pertimbangan di atas. Selain itu juga penulis ingin lebih mendalami dalam hal kendali jarak jauh dengan isyarat DTMF (*Dual Tone Multiple Frequency*).

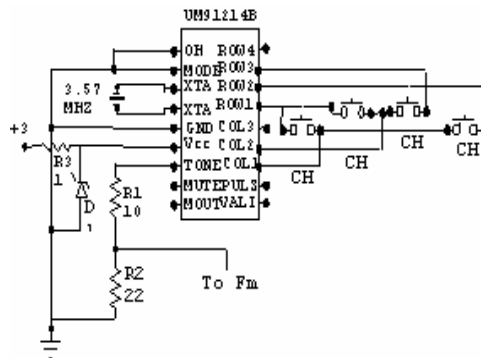
Permasalahan utama adalah bagaimana caranya agar pemancar radio FM sebagai media pengiriman sinyal DTMF dan radio penerima sebagai pengubah sinyal termodulasi menjadi sinyal DTMF kembali. Serta frekuensi kerja yang digunakan untuk pengiriman sinyal.

METODE PENELITIAN

Pengendalian jarak jauh perangkat elektronik dengan gelombang radio dirancang dengan menggunakan komponen yang spesifikasinya ditunjukkan dengan Tabel 1. diagram blok pengendalian ditunjukkan dengan Gambar 1.

Tabel 1. Spesifikasi komponen penyusun pengendalian jarak jauh perangkat elektronik dengan gelombang radio

No	Komponen	Spesifikasi
1	Pemancar FM 88-108 MHz	Wireless Microphone
2	Bateray	4,5 Volt
3	Integrated Circuit (IC)	UM91214B
4	Penerima FM 88-108 MHz	Super FM jenis ronca.
5	Deteksi DTMF	IC MT8870
6	Rangkaian Switching	SCR FIR3D
7	Catu daya	5 Volt
8	Relay	6 Volt/1 Amp

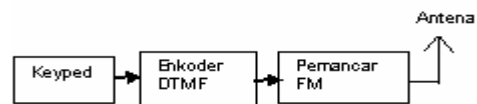


Gambar 2. Rangkaian enkoder DTMF

2. Rangkaian pemancar menggunakan modul pemancar FM wireless microphone

Rangkaian pemancar (*Remote*) menggunakan tombol *key pad* yang terdiri dari 4 tombol, sebuah enkoder DTMF, sebuah pemancar FM 88 – 108 MHz dan sebuah antena pemancar.

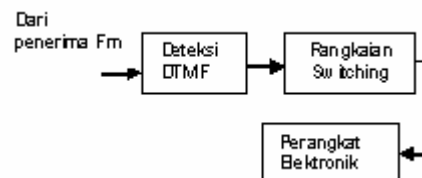
Blok diagramnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok diagram pemancar

Rangkaian pengolah sinyal DTMF

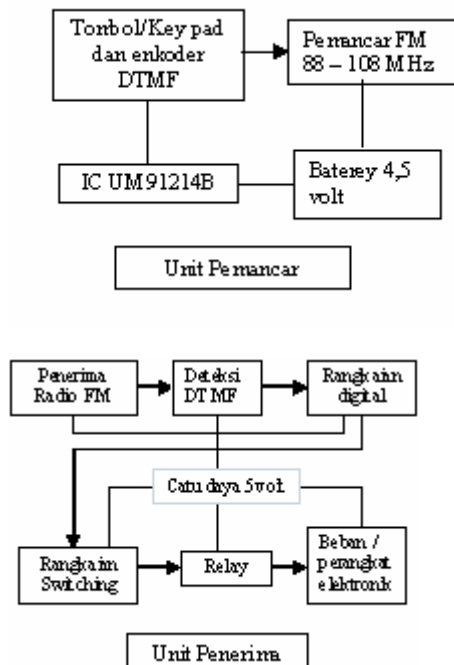
Rangkaian pengolah sinyal DTMF berfungsi untuk mengolah frekuensi keluaran dari enkoder DTMF menjadi sinyal kendali yang digunakan untuk mengendalikan relay. Rangkaian ini terdiri atas deteksi DTMF, rangkaian *switching*. Seperti Gambar 4 di bawah ini:



Gambar 4. Blok diagram sinyal DTMF

Rangkaian penerima FM

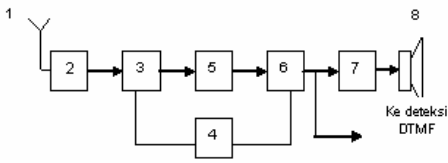
Rangkaian penerima radio berfungsi menerima sinyal yang berupa gelombang elektromagnetik yang berasal dari pemancar dan digunakan untuk mendapatkan sinyal DTMF itu kembali. Adapun penerima terdiri dari sebuah antena penerima, bagian penguat RF (*Radio Frekuensi*), *mixer*, osilator, penguat IF Detektor FM (*demodulator*), penguat audio dan speaker.



Gambar 1. Diagram Blok pengendalian perangkat elektronik

Rangkaian pemancar (Remote)

1. Rangkaian enkoder DTMF



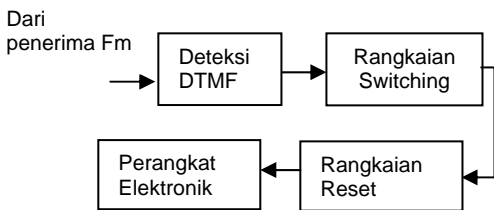
Gambar 5. Blok diagram penerima radio

Keterangan :

- 1. Antena
- 2. Penguat
- 3. Mixer
- 4. Osilator
- 5. Penguat IF & Limiter
- 6. Detektor FM
- 7. Penguat audio
- 8. Speaker

Masukan dari deteksi DTMF diambilkan dari keluaran detektor FM, sebelum masuk ke penguat audio (7). Dan disini penguat audio digunakan untuk mendeteksi apakah frekuensi pemancar sudah sesuai atautakah belum, dengan mendengarkan suara *tut-tut* pada speaker.

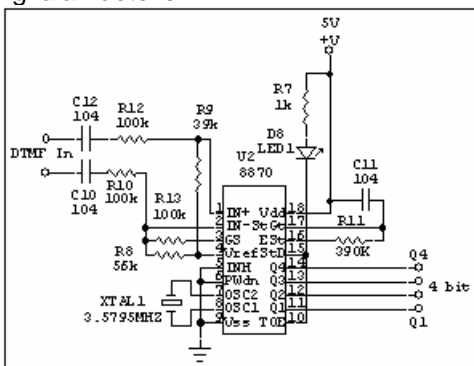
Rangkaian penerima terdiri atas beberapa unit rangkaian diantaranya seperti ditunjukkan pada Gambar 6 berikut:



Gambar 6. Blok diagram rangkaian penerima

Pada Gambar 6 menjelaskan unit masing-masing rangkaian yang dipadu menjadi rangkaian penerima. Penjelasan masing-masing blok antara lain:

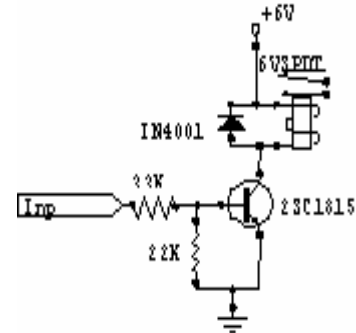
1. Rangkaian radio penerima menggunakan modul penerima super FM jenis ronica.
2. Rangkaian deteksi DTMF



Gambar 7. Rangkaian deteksi DTMF

3. Rangkaian Reset

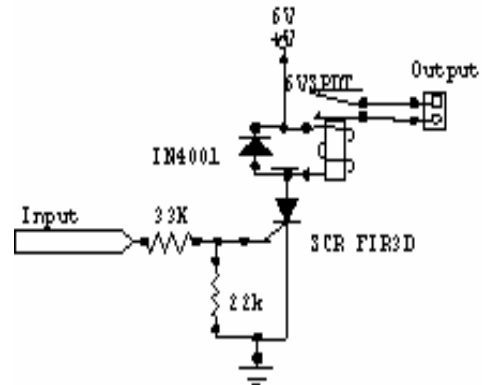
Pada rangkaian ini komponen utamanya adalah Resistor, transistor, dioda dan relay. Rangkaian iniberfungsi untuk mematikan beban atau perangkat elektronik.



Gambar 8. Rangkaian Reset

4. Rangkaian Switching

Pada bagian ini komponen utamanya adalah R, Dioda dan relay yang dioperasikan sebagai *oneshoot* pengendali transistor kemudi relay. Dengan memberi tegangan sesaat pada SCR membuat relay bergerak hanya satu kali On dan kembali ke off atau dengan kata lain hanya satu kali tembakan (*oneshoot*)



Gambar 9. Rangkaian Switching

Gelombang radio

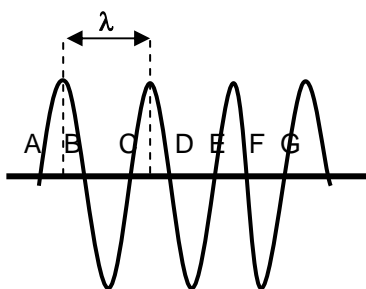
Gelombang radio tidak lain adalah gelombang elektromagnetik yang digunakan untuk mengoperasikan pemancar radio. Jadi yang dinamakan gelombang radio adalah gelombang elektromagnetik yang setelah dimasukkan ke radio penerima diubah menjadi gelombang listrik dengan frekuensi dan bentuk yang sesuai dengan gelombang elektromagnetik yang diterima. Gelombang elektromagnetik tidak hanya terbatas pada gelombang radio saja, melainkan mencakup gelombang televisi, gelombang untuk cahaya, gelombang sinar X, gelombang panas dan lain sebagainya yang kesemuanya itu merupakan bentuk dari radiasi. Gelombang tersebut mempunyai batas frekuensi sendiri-sendiri. Batas seluruh gelombang elektromagnetik itu disebut sebagai "Spektrum

elektromagnetik” yang meliputi daerah batas gelombang dengan frekuensi rendah sampai dengan frekuensi tinggi.

Gelombang frekuensi tinggi ini biasanya disebut sebagai gelombang frekuensi radio (gelombang RF). Gerak gelombang radio itu memiliki kecepatan cahaya dengan kecepatan rambat 300.000 km/detik.

a. Panjang gelombang dan frekuensi

Gelombang radio yang dipancarkan dari antena pemancar berjalan melalui atmosfer sebagai pemampatan dan pembiasan garis gaya listrik. Panjang gelombang dari puncak ke puncak atau dari lembah ke lembah disebut “panjang gelombang” atau dalam istilah ilmiahnya disebut *lambda* (λ) seperti terlihat pada Gambar 10 Gelombang radio berjalan dari antena dengan kecepatan 3×10^8 m/detik atau sama dengan kecepatan cahaya, dengan kata lain gelombang radio berjalan sejauh 7,5x keliling bumi dalam 1 detik.



Gambar 10. Bentuk gelombang radio

Bentuk gelombang dari titik A ke C yang berulang-ulang dengan sendirinya disebut siklus, cacah siklus tiap detik disebut dengan frekuensi. Frekuensi satuannya adalah Hertz (Hz). Jika panjang gelombang adalah *lambda* (λ), cepat rambat gelombang adalah *v* (m/det), dan frekuensi adalah *f* (Hz), maka:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{f} (m)$$

Gelombang yang mempunyai frekuensi yang lebih rendah akan mempunyai *lambda* yang lebih panjang, begitu sebaliknya gelombang yang mempunyai frekuensi yang tinggi mempunyai *lambda* yang pendek.

Gelombang radio terdiri atas:

1. Informasi suara atau nada (suara manusia, musik). Dalam skripsi ini informasinya adalah sinyal nada dari enkoder DTMF yang nantinya ditumpangkan pada pemancar radio FM.

2. Gelombang pembawa (*carrier*) yang membawa informasi suara tersebut.

b. Kekuatan medan listrik

Apabila gelombang radio dipancarkan menyebabkan berubahnya garis gaya listrik. Garis gaya listrik yang terdapat pada antena disebut medan listrik. Kekuatan medan listrik diukur dengan satuan V/m yang menggambarkan atau menunjukkan banyaknya tegangan yang diinduksikan dalam antena yang panjangnya 1 meter. Dalam banyak hal kekuatan suatu medan listrik sangat kecil, oleh sebab itu kekuatan medan listrik biasanya dinyatakan dalam mV/m atau dalam mikro desibel (1000.000 V/m)

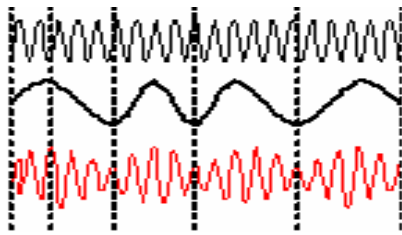
Pemancar radio adalah suatu alat yang digunakan untuk mengirim suatu informasi yang berbentuk pancaran gelombang elektromagnetik yang dipancarkan ke udara dengan media transmisi berupa antena. Prinsip dasar pemancar radio adalah suara (frekuensi audio) yang diubah ke dalam sinyal listrik yang memodulasi arus yang mempunyai frekuensi tinggi dan mempunyai karakteristik radiasi yang baik.

Proses penumpangan sinyal suara pada arus yang berfrekuensi tinggi disebut “modulasi”. Arus yang berfrekuensi tinggi disebut gelombang pembawa (*carrier*), sedangkan sinyal suaranya disebut gelombang sinyal (sinyal modulasi). Bila gelombang pembawa dimodulasi terjadilah gelombang baru yang mencakup gelombang sinyal. Gelombang ini disebut gelombang bermodulasi.

Frekuensi stasiun pemancar ditandai dengan frekuensi gelombang pembawanya. Ada dua tipe dasar sistem modulasi, yaitu modulasi amplitudo (AM) dan frekuensi modulasi (FM).

a. Sistem modulasi amplitudo

Dalam modulasi amplitudo, amplitudo gelombang pembawa dimodulasikan sesuai dengan amplitudo gelombang sinyal. Modulasi amplitudo biasanya disingkat dengan AM. Bentuk selubung gelombang yang dimodulasi AM biasanya disebut sampul (*envelope*) dan sesuai dengan amplitudo gelombang sinyal. Bila amplitudo gelombang sinyal kecil amplitudo gelombang pembawa juga kecil dan sebaliknya, bila amplitudo gelombang sinyal besar, maka amplitudo gelombang pembawa juga besar. Untuk lebih jelasnya dapat diperhatikan dalam Gambar 11:



Isyarat Pembawa: $A_c \cos \omega_c t$

Isyarat Pemodulasi: $A_m \cos \omega_m t$

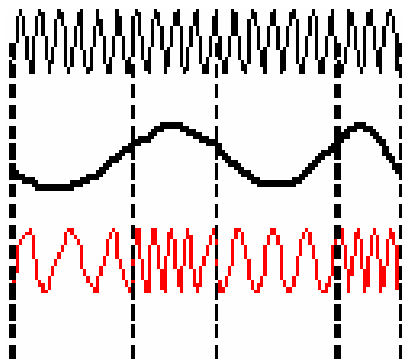
Isyarat AM: $[A_c + kA_m \cos \omega_m t] \cos \omega_c t$

Gambar 11. Sistem Modulasi Amplitudo

Tinggi rendahnya perubahan amplitudo diungkapkan dengan istilah “derajat modulasi”. Jika derajat modulasi diungkapkan dalam presentasi disebut rasio modulasi (perbandingan modulasi).

b. Sistem Modulasi Frekuensi

Dalam modulasi frekuensi, frekuensi gelombang pembawa dimodulasikan sesuai dengan amplitudo gelombang sinyal, sedangkan amplitudo gelombang pembawanya tetap (tidak berubah). Modulasi frekuensi biasa disingkat dengan FM. Apabila amplitudo gelombang pemodulasi pada puncak positifnya, frekuensi gelombang pembawa menjadi maksimum, sedangkan bila amplitudo gelombang sinyal pada puncak negatifnya, frekuensi gelombang pembawa menjadi minimum, seperti pada Gambar 12 berikut:



Isyarat Pembawa: $A_c \cos \omega_c t$

Isyarat Pemodulasi: $A_m \cos \omega_m t$

Isyarat FM:

$A_c \cos[(\omega_c + kA_m \cos \omega_m t)t + \theta_0]$

Gambar 12. Sistem Modulasi Frekuensi

Dari Gambar 12 frekuensi gelombang pembawa diubah sesuai dengan amplitudo gelombang sinyal. Perubahan frekuensi yang disebabkan oleh perubahan amplitudo gelombang sinyal disebut deviasi frekuensi atau penyimpangan

frekuensi. Perbandingan modulasi dari FM ditentukan 100% pada penyimpangan frekuensi maksimum.

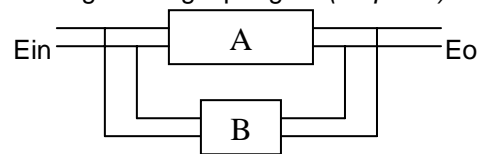
Bila gelombang pembawa 1.500 KHz dimodulasi oleh gelombang sinyal 10 KHz dalam sistem AM, dihasilkan dua gelombang yang berfrekuensi pada 1510 KHz atau 1500 KHz dan 1490 KHz. Jika frekuensi baru $f_0 + f_1$ dan $f_0 - f_1$ disebut gelombang samping atas dan $f_0 - f_1$ disebut gelombang samping bawah. Lebar bidang terhadap f_0 sebagai pusat disebut *side band* (band samping). Lebar bidang pada frekuensi yang lebih tinggi disebut *upper side band* (bidang samping atas) dan lebar bidang pada frekuensi yang lebih rendah disebut *lower side band* (bidang samping bawah).

Osilator

Osilator adalah suatu alat yang menghasilkan tegangan bolak-balik. Osilator ada bermacam-macam, yaitu osilator frekuensi tinggi yang menghasilkan frekuensi pada gelombang radio, osilator frekuensi rendah yang menghasilkan frekuensi pada daerah pendengaran manusia (audio osilator). Osilator yang baik adalah osilator yang mantap (stabil). Jadi frekuensi yang dihasilkan tetap, tidak berubah atau bergeser. Seringkali osilator mudah bergeser bila dihubungkan dengan perangkat lain tapi juga banyak faktor lain yang menyebabkan tidak stabilnya frekuensi osilator yang dihasilkan, di antaranya:

1. Tegangan yang berubah-ubah.
2. Komponen yang tidak stabil.
3. Masuknya frekuensi liar, dan lain sebagainya.

Osilator juga dapat dianggap sebagai penguat yang keluarannya diumpan balik (*feed back*). Gambar 13 ini merupakan diagram blok osilator yang berfungsi sebagai penguat (*amplifier*).



Gambar 13. Diagram blok osilator sebagai penguat

Osilator terdiri dari 4 macam yaitu osilator Hartley, osilator colpitz, osilator kristal, osilator jembatan wien

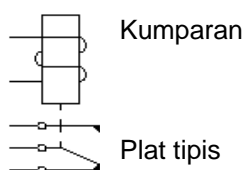
Transistor sebagai saklar elektronik

Transistor merupakan salah satu komponen elektronik yang sangat sering digunakan, komponen ini dapat dipergunakan untuk berbagai keperluan, antara lain perataan arus, menahan sebagian arus, menguatkan arus, membangkitkan frekuensi rendah maupun membangkitkan frekuensi tinggi. Selain itu juga transistor juga dapat digunakan untuk saklar elektronik. Dalam hal ini transistor dioperasikan dalam keadaan jenuh, yaitu kondisi dimana transistor

tersebut menghantarkan arus, yaitu dengan memberikan arus pada kaki basis dan kondisi menyumbat atau off jika pada kaki basis tidak diberi arus

Relay

Relay adalah suatu komponen yang didalamnya terdapat suatu kumparan, jika kumparan tersebut dialiri arus listrik akan menimbulkan medan magnet pada kumparan tersebut sehingga akan menggerakkan suatu kontak saklar. Arus yang diberikan pada kumparan ini tergantung dari jenis relainya, apakah berupa arus AC ataupun DC. Gambar konstruksi dari sebuah *relay* seperti pada Gambar 14 berikut:



Gambar 14. Konstruksi *Relay*

Prinsip kerja dari *relay* adalah ketika kumparan yang ada dalam *relay* dialiri arus listrik, kumparan tersebut akan menimbulkan medan magnet, yang akan menarik kontak, namun di saat arus tidak mengalir, maka medan magnetnya pun akan hilang sehingga kontak akan dilepas dan kembali pada kedudukan semula.

Antena pemancar dan penerima radio

Antena adalah suatu sarana atau piranti untuk mengubah sinyal elektrik (tegangan/arus) menjadi isyarat elektromagnetis (sebagai pemancar) atau sebaliknya (jika sebagai penerima). Antena ideal akan memancarkan ke atau menerima dari berbagai arah secara searagam atau sama. Namun keadaan fisik antena yang tidak ideal, maka pola pancar/terima antena tidak seragam ke semua arah.

Pesawat penerima *portable* biasanya dilengkapi dengan sebuah antena *telescopic*, sedangkan beberapa model pesawat rumah lainnya mempunyai terminal antena luar untuk penerimaan. Rangkaian input dirancang untuk dapat menerima gelombang yang dipancarkan dengan efisiensi oleh antena ke rangkaian penguat. Disamping itu melakukan perubahan impedansi untuk memperbaiki perbandingan s/n dan untuk membatasi gangguan gelombang.

Untuk penerimaan gelombang radio yang efektif diperlukan sebuah antena yang dapat mencakup seluruh gelombang, dimana gelombang yang dikehendaki dengan mudah dapat ditangkap / diterima. Jika sebatang kawat ditempatkan dalam jalan penyaluran gelombang radio, garis-garis gaya

magnet dari gelombang radio melintasi kawat tersebut (konduktor). Hal ini menyebabkan mengalirnya frekuensi tinggi dalam konduktor menurut ketentuan induktansi elektromagnet. Arus yang mengalir dalam konduktor mempunyai frekuensi sama dengan gelombang radio tersebut. Prinsip ini dipakai dalam antena penerima yang mengubah tenaga gelombang radio ke dalam bentuk arus.

a. Antena pemancar

Antena ada beberapa jenis yang banyak dijumpai dalam praktek, berikut ini adalah jenis-jenis antena:

1. Antena dwikutub (*dipole*) sederhana

Antena ini mempunyai konstruksi sederhana dan pola pancar / terimanya menjadi dasar pola-pola antena yang lain.

2. Antena *Superstick* atau *Telescopik*

Antena ini mempunyai bentuk fisik seperti stik atau tongkat. Biasanya dapat distel panjang pendeknya agar mudah untuk menyepadankan antara frekuensi yang digunakan dengan panjang antena. Untuk memperoleh panjang antena yang sesuai dengan frekuensi kerja yang digunakan dapat disesuaikan dengan kelipatan panjang gelombangnya (2λ , 1λ , $1/2\lambda$, $1/4\lambda$, $1/8\lambda$, dan seterusnya dengan kelipatan lamdanya). Persamaan yang digunakan untuk mendapat panjang gelombang adalah sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{f} (m)$$

b. Antena penerima FM

Untuk penerimaan FM, dilengkapi dengan elemen yang lebih kecil dan direktivitas yang lebih baik ini membuat perencanaan yang lebih baik. *Feeding* dibuat dengan antena *folding dipole* (dipol lipat) $\frac{1}{2}$ lambda. Beberapa penuntun / pengarah gelombang ditempatkan didepan antena dan sebuah *reflector*/pemantul ditempatkan dibelakang, untuk membantu memperbaiki kepekaan dan pengarahannya. Antena yang demikian disebut antena *Yagi*. Biasanya jika elemennya lebih banyak akan diperoleh gain yang lebih besar.

Isyarat DTMF sebagai teknik pendialan

DTMF adalah teknik pengiriman angka-angka pembentuk nomor dial telepon yang dikodekan dalam dua nada yang dipilih dari delapan buah frekuensi tertentu. Teknik DTMF ini menggunakan delapan frekuensi sinyal sinusoidal dengan nilai tertentu yang terbagi dalam frekuensi bagian *low group* dan *high group*, dimana untuk setiap kode dial yang dihasilkan merupakan kombinasi dari kedua grup frekuensi di atas, sehingga akan diperoleh 16 frekuensi kombinasi yang merupakan kode dialnya.

Pengidentifikasi isyarat DTMF

Isyarat DTMF yang dihasilkan oleh suatu keping IC DTMF yaitu UM91214B akan diidentifikasi oleh suatu unit dekoder DTMF, dengan metode dari dekoder ini adalah mendekodekan sepasang isyarat nada yang valid dan memberikan keluaran data yang berhubungan terhadap sinyal DTMF yang diterima. Dekoder ini mempunyai beberapa karakteristik yang harus dipenuhi yaitu sebagai berikut:

- a. Dekoder harus mendekode sinyal DTMF dalam daerah $\pm 1,5$ % dari frekuensi nominalnya dan tidak mendekode sinyal lain dengan deviasi frekuensi lebih dari 3,5 % dari frekuensi standar.
- b. Dekoder harus mendekode sinyal DTMF yang diterima dari nada dial yang mempunyai frekuensi masing-masing pada level 16 dBm adalah kurang lebih 3 dBm.
- c. Dekoder harus mendekode sinyal DTMF yang mempunyai daya frekuensi dari -25 dBm sampai 0 dBm, dengan frekuensi nada tinggi 4 dBm sampai 8 dBm relatif terhadap frekuensi rendah.

Untuk memenuhi karakteristik diatas terdapat berbagai cara untuk membentuk suatu unit pengidentifikasi isyarat DTMF diantaranya adalah menggunakan untai PLL (*Phase Locked Loop*). Dimana untuk tiap-tiap frekuensi isyarat akan ditala pada frekuensi-frekuensi nada-nada DTMF oleh suatu untai PLL yang dapat dibentuk hanya dengan menggunakan gerbang logika NOR, sehingga untai yang dibentuk nantinya tidak begitu rumit. Tapi pada contoh ini penalaannya akan begitu sensitif terhadap adanya kesalahan penekanan dan akan adanya pergeseran deteksi frekuensi oleh penggunaan resistor dan kapasitor sebagai penala frekuensi.

Untuk mendapatkan unit pengidentifikasi yang sempurna maka dapat digunakan rangkaian terintegrasi IC, salah satunya adalah menggunakan keping IC MT-8870 keluaran Mitel dengan tegangan operasi 5 volt dan frekuensi dari kristal sebesar 3,579545 MHz. Dalam operasinya, IC ini terbagi atas 2 fungsi yaitu sebagai filter untuk memisahkan sinyal DTMF menjadi frekuensi bagian kelompok tinggi dan bagian kelompok rendah, dan sebagai dekoder ke isyarat digital, dalam arti keluaran dari IC ini yang terdapat pada 4 jalur keluaran berupa keluaran digital BCD yang mewakili isyarat DTMF yang diterima. Sebagai dekoder, IC MT 8870 hanya menghendaki level sinyal maksimal sebesar 883 mVrms dengan toleransi nada dial sebesar +22 dB dan toleransi derau sebesar -12 dB. Untuk deviasi frekuensi penerima nominal sebesar $\pm 1,5$ % dengan toleransi deviasi frekuensi *reject* sebesar $\pm 3,5$ %, untuk memperjelas dapat dilihat pada gambar grafik tanggapan filter dibawah, dimana pada gambar diperlihatkan isyarat yang akan dilewatkan dengan batasan frekuensi 683 Hz samapai 960 Hz untuk frekuensi rendah dan 1184 Hz sampai 1666 Hz untuk kelompok frekuensi tinggi, yang mewakili deviasi 1,5

% dari frekuensi nominal DTMF yaitu 697 Hz sampai 941 Hz untuk kelompok frekuensi rendah dan 1209 Hz sampai 1666 Hz untuk kelompok frekuensi tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun spesifikasi rangkaian pengatur nada (*tone*) jarak jauh dengan gelombang radio adalah sebagai berikut:

1. Perangkat keras elektronik (TV, radio, tape, AC dan lain sebagainya) dapat dikendalikan dari jarak jauh melalui rangkaian pemancar radio FM 88 – 108 MHz.
2. Penggunaan kode-kode DTMF yang dimodulasi secara FM sebagai sinyal pengendali.
3. Pengendalian yang disediakan pada alat ini adalah pengendalian *on/off* untuk berbagai macam perangkat elektronik.
4. Terdapat 3 saluran kendali dan 1 saluran reset yang disediakan.
5. Rangkaian kendali jarak jauh perabot rumah dengan gelombang radio ini dapat digunakan untuk semua perangkat keras yang menggunakan catu daya listrik DC ataupun AC dengan menghubungkan kabel power ke terminal yang telah disediakan pada alat ini.

Sedangkan cara kerja sistem secara keseluruhan adalah:

1. Penekanan salah satu tombol *key pad* pada rangkaian pemancar akan menyebabkan DTMF *encoder* membangkitkan sebuah sinyal kendali dengan frekuensi tertentu (berupa nada/*tone*).
2. Sinyal keluaran DTMF dimodulasi oleh rangkaian pemancar FM.
3. Gelombang elektromagnetik dipancarkan ke segala arah dan dapat menembus dinding pembatas, dan akan diterima oleh rangkaian penerima radio FM melalui antena penerima.
4. Gelombang elektromagnetik yang diterima oleh antena tersebut diubah menjadi sinyal listrik dan diperkuat oleh penguat RF 88 – 108 MHz.
5. Sinyal yang telah mempunyai amplitudo lebih besar bersama sinyal yang dihasilkan oleh osilator masuk ke bagian *mixer*. Sinyal yang dihasilkan *mixer* berupa frekuensi tengah (*IF = Intermediate Frequency*).
6. Sinyal ini kemudian diumpankan ke bagian demodulator FM menjadi sinyal nada (*tone*) kembali sehingga rangkaian dekoder DTMF akan menguraikan sinyal DTMF menjadi kode-kode digital dalam bentuk biner empat bit.
7. Kode-kode biner dari keluaran dekoder DTMF masuk ke rangkaian saklar *oneshoot* kemudi relay yang ditentukan oleh R (tahanan) dan SCR.
8. Resistor 4K7 yang terhubung pada masing-masing keluaran IC MT 8870 berguna untuk membuang muatan dengan digroundkan,

tujuannya agar keluaran dari MT 8870 tidak terkunci (*latch*).

- Resistor yang terhubung pada SCR kemudi relay bertujuan untuk menentukan waktu untuk meng-on-kan transistor kemudi relay.

Hasil pengujian

Pada hasil pengujian ini disajikan dalam bentuk data hasil penelitian, dimana data penelitian tersebut dilakukan melalui pengukuran, yaitu:

- Pengukuran dan pengamatan unit pemancar dan unit penerima radio FM untuk mencari frekuensi kerja.

Karena mengingat padatnya frekuensi yang telah digunakan untuk stasiun radio komersial, khususnya di wilayah kota Yogyakarta, maka penyusun memilih frekuensi kerja yang kosong untuk alat ini yaitu ± 88 MHz.

- Pengukuran jarak pancar dari rangkaian pemancar.

Panjang antena yang harus digunakan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

dengan $f = 88 \times 10^6$ Hz
 $v = 3 \times 10^8$ m/s

maka:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{88 \times 10^6} = 3,41 \text{ m}$$

$$1/16\lambda = 18,8 \text{ cm}$$

Jadi dengan panjang antena sebesar 18,8 cm, dapat menjangkau radius ± 17 m.

- Pengamatan frekuensi output enkoder DTMF.

Frekuensi keluaran encoder DTMF adalah frekuensi audio yang dibagi menjadi 2 grup, yaitu grup frekuensi rendah dan grup frekuensi tinggi. Penekanan tombol *key pad* menghasilkan kombinasi dari dua nada/frekuensi tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada data dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kombinasi nada dari keluaran enkoder DTMF

FREKUENSI (HZ)	1209	1336	1447
697	1	2	3
770	4	5	6
852	7	8	9
941	*	0	#

Jadi keluaran dari penekanan tombol 1 merupakan kombinasi frekuensi 697 Hz dengan 1209 Hz, tombol 2 adalah frekuensi 697 Hz dengan 1336 Hz, dan seterusnya.

- Pengamatan keluaran deteksi DTMF.

Bagian dekoder ini bekerja dengan teknik perhitungan digital untuk menentukan dan membandingkan frekuensi-frekuensi yang masuk sesuai dengan standard isyarat standard DTMF. Suatu algoritma rata-rata yang kompleks akan mencegah simulasi isyarat tunda atau nada yang berlawanan dan tidak ada hubungannya dengan standard DTMF. Algoritma rata-rata ini, telah dikembangkan untuk menjamin tidak terjadinya simulasi balik oleh isyarat-isyarat dari luar misalnya isyarat suara, yang menyediakan toleransi untuk deviasi dan variasi frekuensi rendah. Pada algoritma rata-rata ini dikembangkan juga sebuah kombinasi yang optimum dari penahan yang digunakan untuk keadaan diam dan toleransi untuk adanya interferensi dan gangguan.

Prinsip kerja dari IC dekoder DTMF ini adalah ketika detektor mengenal adanya dua nada yang berlaku yang menentukan kondisi isyarat DTMF dalam berbagai spesifikasi industri.

Empat tombol *switch* yang digunakan pada pemancar sebagai pengganti digit 1, 2, 4, 5.

- Pengamatan unit *switching*.

Pada bagian ini komponen utamanya adalah Resistor, dioda, relai dan SCR yang dioperasikan sebagai *one-shoot* pengendali kemudi *relay*. Dengan memberi tegangan sesaat pada basis SCR membuat relay bergerak hanya satu kali On dan kembali ke off apabila tombol reset ditekan.

KESIMPULAN

- Gelombang radio atau gelombang elektromagnetik dapat digunakan untuk pengiriman sinyal kendali (sinyal DTMF).
- Sinyal DTMF selain untuk nada dial pada pesawat telepon, juga dapat digunakan untuk sistem pengendalian, yaitu digunakan pada peralatan perangkat elektronik.
- Pengiriman sinyal kendali menggunakan gelombang radio jarak jangkauannya lebih jauh dan luas, karena dapat menembus penghalang.
- Pengendalian dengan gelombang radio tidak seperti pengendalian dengan infra merah, karena tanpa mengarahkan ke penerima sudah dapat dijalankan.
- Sinyal keluaran dari IC DTMF adalah sebuah frekuensi audio yang dapat didengarkan, yaitu sekitar 697 Hz sampai dengan 1633 Hz dan dapat dideteksi oleh IC dekoder DTMF dan dikeluarkan dalam bentuk biner 4-bit.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi (2004), *Wireless Atasi Keterbatasan Jangkauan*, Andi, Yogyakarta.
- Daryanto (2001), *Pengetahuan Praktis Teknik Radio*, PT Bumi Angkasa: Jakarta.
- Erwin, Robert M. (1986), *Pengantar Telekomunikasi*, PT Multimedia, Gramedia Group: Jakarta.
- Kurniawan, Freedy (2005), *Sistem Digital Konsep dan Aplikasi*, Gava Media: Yogyakarta.
- Malvino, Albert Paul (2004), *Prinsip-Prinsip Elektronika*, Edisi I, Salemba Teknika: Jakarta.
- Malvino, Leach (1994), *Prinsip-Prinsip dan Penerapan Digital*, Edisi III, Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Nainggolan, Edison (2005), *Laporan Tugas Akhir, Kendali Presentasi Powerpoint pada Personal Computer Dengan Gelombang Radio*, IST Akprind Yogyakarta: Yogyakarta.
- Setyoadi, Melani (2003), *Elektronika Digital*, Andi: Yogyakarta.
- Sunarto, Amien (1994), *Bikin Sendiri Radio Transmitter-Receiver*, CV Aneka: Solo.