

Perancangan dan Implementasi Perangkat Keras Telephone IP (VoIP) Pada Jaringan Komputer Lokal

Adian Fatchur R, Trias Andromeda, Ori Prio S

Lab. Komputer & Informatika T. Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang

Telepon IP membutuhkan komputer sebagai media untuk mengolah data suara menjadi paket data dan mengirimkannya ke komputer tujuan. Pengguna telepon konvensional tidak terbiasa dengan hal tersebut. Untuk itulah dibuat suatu perangkat keras telepon berbasis Internet untuk memudahkan pengguna menggunakan telepon IP semudah menggunakan telepon konvensional.

Perangkat keras telepon IP ini menggunakan decoder encoder DTMF (Dual Tone Multi Frequency) yang dikendalikan mikrokontroler untuk mengubah sinyal DTMF ke dalam bentuk data digital. Data digital tersebut dikirimkan ke komputer melalui port serial untuk melakukan panggilan ke komputer tujuan. Suara dari telepon diambil dengan menggunakan rangkaian hybrid.

Perangkat keras ini memerlukan perangkat lunak telepon IP untuk dapat berkomunikasi dengan komputer tujuan. Kualitas suara yang didapatkan pada perangkat keras telepon IP ini tidak sebaik telepon konvensional. Hal ini disebabkan penggunaan rangkaian hybrid yang menyebabkan terjadinya efek magnetic coupling.

Kata kunci: *telepon, IP, komputer, DTMF.*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Internet merupakan jaringan komputer di berbagai tempat dengan nomor identitas komputer yang unik dan berbeda yang saling berhubungan dengan standar / protokol tertentu. Pada jaringan komputer ini dikembangkan komunikasi suara digital yang lebih murah dibandingkan dengan komunikasi suara dengan menggunakan pesawat telepon konvensional dengan kabel maupun pesawat telepon tanpa kabel. Komunikasi tersebut lebih dikenal dengan teknologi VoIP (*Voice over Internet Protocol*) atau “Komunikasi Suara melalui Protokol Internet”.

Perkembangan teknologi komunikasi tersebut membawa bisnis telepon (*telephone*) memasuki era baru yang menawarkan penyatuan seluruh komunikasi yang bersifat multimedia melalui Internet. Kemudian muncul istilah telepon IP / telepon Internet.

Implementasi telepon IP / telepon Internet membutuhkan komputer sebagai media untuk mengolah data suara menjadi data paket dan mengirimkan data paket tersebut ke komputer tujuan. Pengguna telepon konvensional tidak terbiasa dengan hal tersebut. Untuk itu diperlukan suatu perangkat keras telepon berbasis Internet Protokol.

Karena itu dalam Penelitian ini dibuat sebuah antarmuka telepon dengan komputer, yaitu perangkat keras yang dapat mengambil suara dari telepon dan nomor tujuan telepon dengan mengubah nada DTMF (*Dual Tone Multi Frequency*) menjadi data digital yang dapat diolah oleh komputer untuk dikirimkan ke komputer tujuan yang diteruskan ke nomor telepon yang dituju.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian merancang dan membuat perangkat keras antarmuka telepon dengan komputer untuk komunikasi telepon IP pada jaringan lokal komputer untuk memudahkan pengguna telepon konvensional menggunakan fasilitas komunikasi suara dengan jaringan komputer.

1.3 Pembatasan Makalah

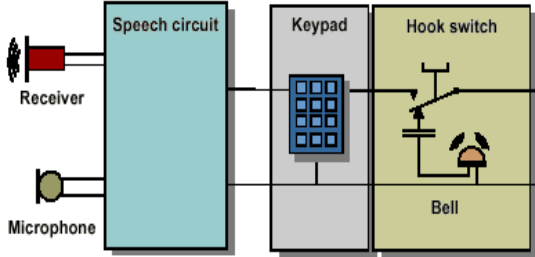
Masalah yang akan dibahas pada Penelitian ini meliputi perancangan dan implementasi perangkat keras antarmuka telepon dan komputer pada jaringan komputer lokal dengan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Menggunakan mikrokontroler AT89S51 dengan menggunakan MT8888 untuk mengubah nada DTMF menjadi data digital.
2. Menggunakan trafo *hybrid* AX141 untuk mengubah saluran telepon 2 kabel menjadi 4 kabel.
3. Menggunakan MAX232 untuk komunikasi antara serial komputer dengan mikrokontroler.
4. Pengkondisian *offhook* dan *onhook* telepon dibuat untuk jenis telepon standar.
5. Jumlah nomor panggilan dibatasi hanya 6 angka.
6. Tidak membahas arsitektur mikrokontroler secara detail.
7. Tidak membahas perangkat lunak telepon IP yang digunakan pada komputer.
8. Implementasi perangkat keras ini digunakan untuk komunikasi telepon IP pada jaringan komputer lokal.

II. DASAR TEORI

2.1 Prinsip Kerja Pesawat Telepon

Diagram blok prinsip kerja telepon standar dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 1 Diagram blok telepon sederhana.

Pada gambar 1 dapat dilihat bahwa telepon terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

- Rangkaian dering dan sebuah kapasitor seri.
- Saklar *hook* (*Hook Switch*).
- Keypad* (*Dial*).
- Rangkaian suara (*Speech Circuit*).
- Speaker dan mikropon.

2.1.1 Rangkaian Dering

Rangkaian dering merupakan alat yang menandakan adanya suatu panggilan datang, dapat berupa bel, lampu atau nada dering. Sinyal dering yang diterima merupakan sinyal sinus sekitar 24V – 90 V, dengan frekuensi 25 Hz – 60 Hz. Transduser yang digunakan pada rangkaian dering dapat berupa piezo keramik atau speaker kecil. Sinyal dering dapat dipisahkan dari tegangan DC saluran telepon dengan menggunakan kapasitor non polar.

2.1.2 Saklar *Hook* (*Hook Switch*)

Pada kondisi *onhook*, impedansi telepon sangat tinggi sehingga tegangan saluran telepon sebesar ± 50 volt sesuai catu daya yang dikirimkan sentral telepon. Saat gagang telepon diangkat (*offhook*) tegangan saluran telepon akan turun dari ± 50 volt menjadi ± 5 – 12 volt.

2.1.3 Keypad (*Dial*)

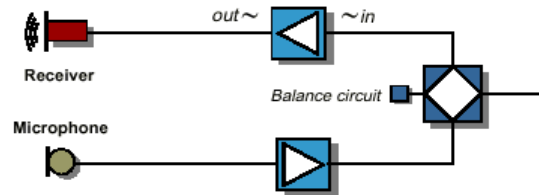
Setiap fungsi tombol *keypad* yang terdiri dari digit angka, bintang (*) dan pagar (#) di representasikan dengan kombinasi dari dua buah nada. Nada tersebut dikenal sebagai nada DTMF (*Dual Tone Multi Frequency*).

Tabel 1 Susunan nada DTMF keypad telepon.

F _{tinggi}	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
F _{rendah}				
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
825 Hz	7	8	9	C

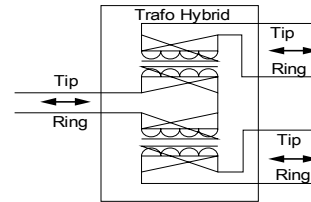
941 Hz	*	0	#	D
--------	---	---	---	---

2.1.4 Rangkaian Suara (*Speech Circuit*)



Gambar 2 Rangkaian suara.

Rangkaian keseimbangan dapat dibuat dengan menggunakan trafo *hybrid* yang merupakan jaringan yang mengkonversi sinyal dengan 4 kabel menjadi 2 kabel, dimana sinyal yang masuk ke speaker dengan 2 kabel dan sinyal yang keluar dari mikrofon dengan 2 kabel (total 4 kabel) dikonversikan menjadi 2 kabel ke saluran telepon. Pada rangkaian suara biasanya digunakan trafo *hybrid* yang mempunyai impedansi 600:600 (1 banding 1 antara primer dan sekunder). Trafo ini juga berfungsi untuk menyamakan impedansi telepon dengan saluran. Gambaran konversi *hybrid* jaringan 2 kabel menjadi jaringan 4 kabel dapat dilihat pada gambar berikut.

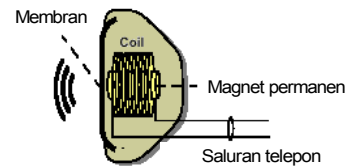


Gambar 3 Trafo *hybrid* jaringan 2 kabel menjadi jaringan 4 kabel.

2.1.5 Speaker dan Mikropon

a. Speaker

Prinsip desain dari speaker yaitu arus yang dihasilkan oleh suara yang masuk melewati medan elektromagnet yang dikonstruksi mengitari magnet permanen dan terhubung ke sebuah membran. Osilasi gerakan dari membran menghasilkan gelombang suara yang dapat didengar oleh telinga.

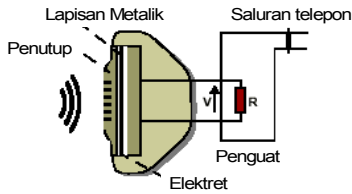


Gambar 4 Speaker.

b. Mikropon

Mikropon yang digunakan adalah mikropon elektret yang berasal dari film plastik tipis, sejenis teflon yang diberi medan listrik yang kuat. Ketidaknormalan pada permukaan elektroda permanen

disebabkan sejumlah kecil udara melewati celah antara elektret dan elektroda permanen. Medan listrik yang ada pada setiap celah udara menghasilkan loncatan elektret. Gerakan-gerakan membran mengubah ukuran nilai kapasitansi yang mengakibatkan variasi tegangan pada saat melewati resistor.



Gambar 5 Mikropon elektret.

2.2 Decoder dan Encoder DTMF

Decoder encoder DTMF MT8888 berfungsi untuk mengubah sinyal yang masuk menjadi data digital yang sesuai dengan pasangan nada DTMF yang diterima dan juga berfungsi untuk menghasilkan sinyal DTMF dari data digital yang dikirimkan oleh mikrokontroler.

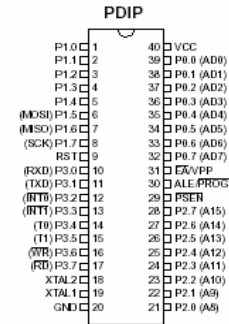
Tabel 2 Fungsi decoder encoder DTMF.

F _{low} (Hz)	F _{high} (Hz)	Digit	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
697	1209	1	0	0	0	1
697	1336	2	0	0	1	0
697	1477	3	0	0	1	1
770	1209	4	0	1	0	0
770	1336	5	0	1	0	1
770	1477	6	0	1	1	0
852	1209	7	0	1	1	1
852	1336	8	1	0	0	0
852	1477	9	1	0	0	1
941	1336	0	1	0	1	0
941	1209	*	1	0	1	1
941	1477	#	1	1	0	0
697	1633	A	1	1	0	1
770	1633	B	1	1	1	0
852	1633	C	1	1	1	1
941	1633	D	0	0	0	0

2.3 Mikrokontroler AT89S51

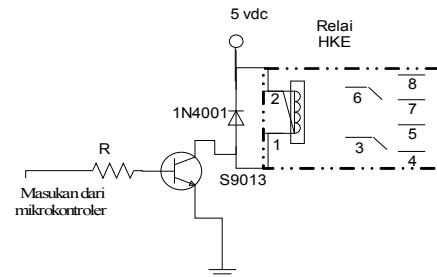
Mikrokontroler yang digunakan pada Penelitian ini adalah mikrokontroler keluaran dari Atmel dengan jenis AT89S51, mikrokontroler AT89S51 merupakan penerus dari mikrokontroler sebelumnya AT89C51, struktur dari mikrokontroler ini adalah sama, hanya saja pada mikrokontroler jenis AT89S51 dilengkapi dengan ISP (*In System Programming*) yang memiliki keunggulan dalam pengisian program dapat dilakukan secara *on the fly* atau langsung pada mikrokontroler yang sedang terpasang di rangkaian aplikasi. Dengan kata lain AT89S51 merupakan mikrokontroler AT89C51 yang memiliki sistem interupsi pada saat bekerja untuk dapat dihentikan dan diprogram ulang tanpa harus melepas AT89S51 dari rangkaian. Mikrokontroler pada Penelitian ini digunakan sebagai pengendali rangkaian *decoder encoder* DTMF, pengatur komunikasi serial, pembangkit nada sambung,

pengendali bunyi dering dan mengkondisikan *offhook / onhook* telepon. Gambar susunan kaki mikrokontroler AT89S51 dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 6 Susunan kaki mikrokontroler AT89S1.

2.4 Driver Relai



Gambar 7 Driver relai.

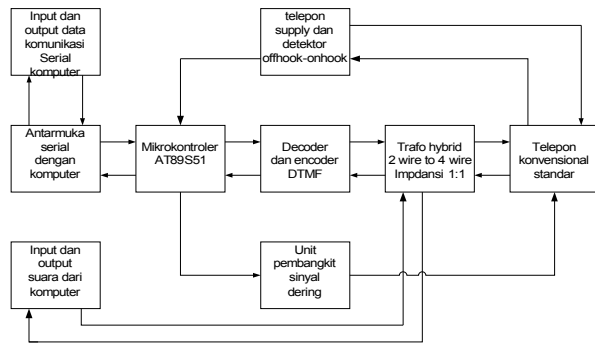
Prinsip kerjanya adalah sebagai berikut. Saat mikrokontroler tidak memicu kaki basis transistor, maka transistor akan *off*, beda potensial pada kaki 1 dan 2 relai sebesar 0 volt dan relai berada dalam kondisi *normaly close*. Dalam kondisi ini pin 3 dan 4 relai akan terhubung, begitu juga dengan pin 6 dan 7. Demikian sebaliknya ketika mikrokontroler memicu kaki basis transistor maka beda potensial pada relai sebesar 5 V. Sehingga relai aktif dan posisi saklar berubah ke pin 3 dan 5, dan pin 6 dan 8 yang terhubung. Untuk dapat mengaktifkan transistor arus yang diberikan dari mikrokontroler pada kaki basis harus mencukupi untuk membuat transistor dalam kondisi *cut off*

(2.4)

III. PERANCANGAN

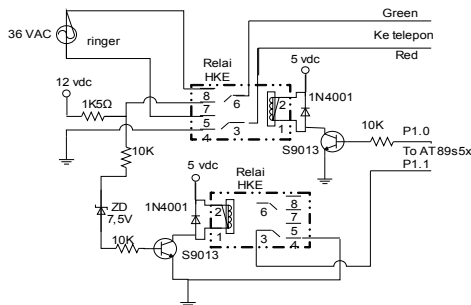
3.1 Perangkat Keras Telepon IP

Susunan blok-blok yang membentuk perangkat keras telepon IP dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 8 Blok diagram telepon IP.

3.1.1 Catu Daya Telepon dan Detektor *Offhook*



Gambar 9 Catu daya telepon dan detektor *offhook*.

Pada bagian catu daya telepon digunakan tegangan 12 volt DC yang dihubungkan seri dengan resistor 1K5 Ω dengan tujuan untuk membatasi jumlah arus yang masuk ke telepon sekaligus untuk membuat terjadinya kondisi turunnya tegangan pada kondisi *offhook*. Karena telepon memiliki impedansi berkisar 200 Ω – 1K5 Ω. Dapat dilihat perhitungannya sebagai berikut:

Misalkan impedansi telepon 1K2 Ω, maka tegangan pada saat *offhook* adalah:

$$\begin{aligned}
 V_{\text{offhook}} &= \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_{\text{onhook}} \\
 &= \frac{1200}{1200 + 1500} \times 12 \text{ Volt} \\
 &= 5,3 \text{ Volt.}
 \end{aligned}$$

Kemudian untuk mendeteksi kondisi *onhook* ke *offhook* tersebut digunakan resistor sebesar 10 KΩ yang dipasang paralel dengan telepon agar tidak membebani telepon namun bisa mengambil tegangan pada saat kondisi *onhook* dan *offhook* telepon. Pada kondisi *onhook* tegangan 12 volt DC dikurangi dengan tegangan Zener yang dipasang seri menjadi 12 – 7.5 = 4,5 volt DC, yang kemudian dihubungkan seri dengan resistor 10 KΩ untuk memicu arus I_b pada transistor S9013. Transistor tersebut terhubung dengan relai yang dihubungkan dengan pin p1.1 mikrokontroler dan dihubungkan dengan *ground* pada kondisi *normaly close*. Saat telepon *onhook* relai *normaly open* karena

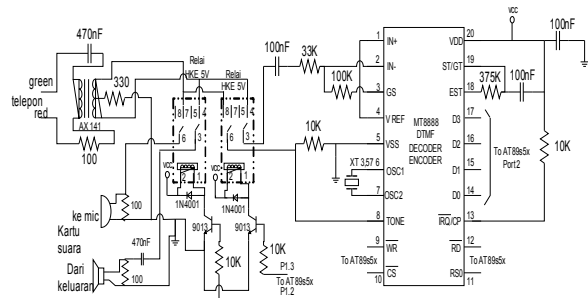
mendapatkan arus yang cukup untuk membuat transistor masuk ke kondisi saturasi. Sehingga p1.1 mikrokontroler akan bernilai 1. Pada saat kondisi telepon *offhook* maka p1.1 terhubung dengan *ground*.

3.1.2 Unit Pembangkit Sinyal

Unit pembangkit sinyal dering digunakan untuk membuat telepon berdering. Pada alat ini digunakan trafo *step down* untuk membangkitkan sinyal AC 36 volt. Tegangan 36 volt dengan frekuensi 50 Hz memenuhi untuk membuat telepon berdering. Sinyal penghasil dering telepon umumnya sinyal sinus berkisar 24 – 110 volt dengan frekuensi 20 Hz - 60 Hz.

3.1.3 Decoder Encoder DTMF

Untuk dapat mengetahui tombol angka berapa yang ditekan pada telepon maka nada DTMF tersebut harus dikodekan kembali ke data digital agar dapat dikirimkan oleh mikrokontroler ke komputer. Untuk mengkodekan nada DTMF tersebut maka digunakan IC MT8888 yang selain dapat mengkodekan nada DTMF ke data digital juga dapat menghasilkan nada DTMF dari data digital yang dikirimkan oleh mikrokontroler ke telepon.



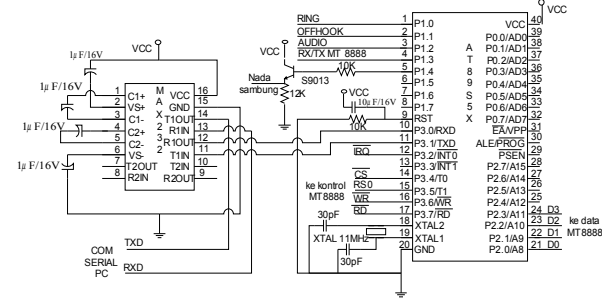
Gambar 10 Decoder encoder MT8888.

3.1.4 Trafo Hybrid

Pada alat ini, digunakan trafo *hybrid* untuk mengambil suara dari saluran telepon, seperti yang diperlihatkan pada gambar 10. Kabel dari saluran telepon dihubungkan dengan trafo AX141 melalui kapasitor 470 nF. Kapasitor ini berfungsi untuk menghilangkan komponen DC dari saluran telepon dan meneruskan sinyal AC ke trafo. Kemudian sinyal dari bagian trafo primer yang tadinya 2 kabel di konversi menjadi 4 kabel pada bagian sekunder. Namun karena menggunakan medan elektromagnet untuk mengambil dan memasukkan suara, maka terjadi efek *magnetic coupling*, untuk itu maka impedansi bagian sekunder trafo diperkecil dengan menghubungkan bagian penerima dan pengirim dengan resistor yang terhubung ke *ground* dengan impedansi yang sesuai agar efek *magnetic coupling* agak berkurang.

3.1.6 Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 digunakan untuk mengolah data dan mengendalikan *decoder encoder* DTMF, pembangkit sinyal dering, mengirimkan nada sambung, dan menerima kondisi *offhook-onhook*.

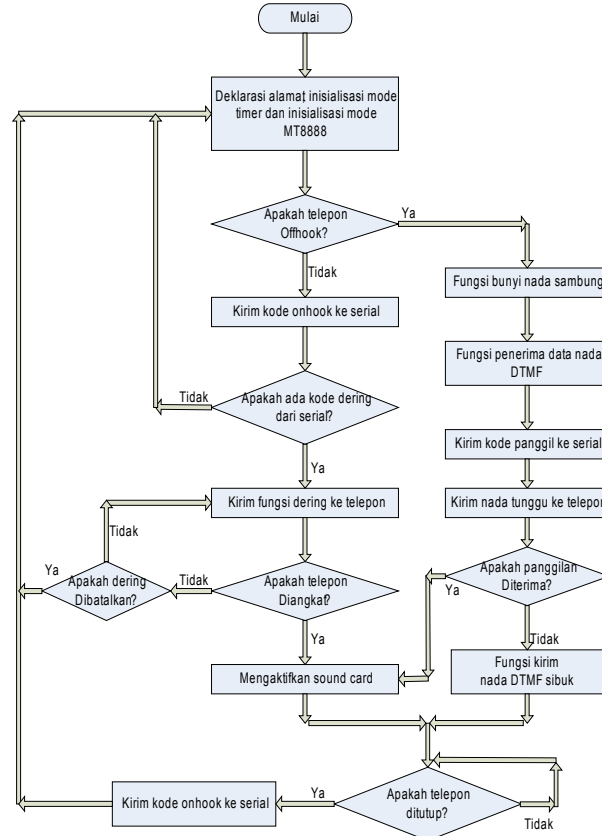


Gambar 11 Rangkaian AT89S51 dan komunikasi serial.

3.2 Perangkat Lunak Perangkat Keras Telepon IP

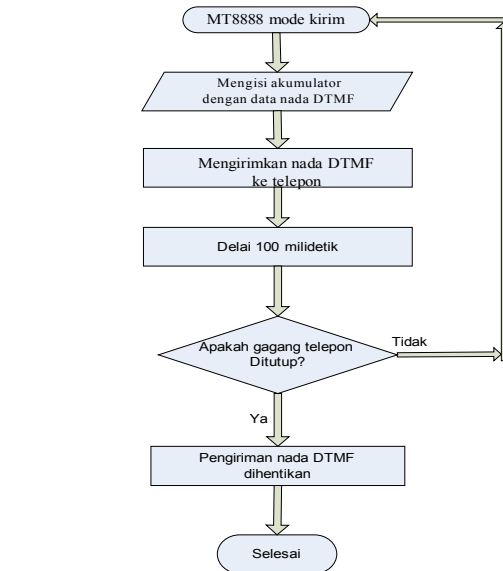
Perancangan diagram alir ini terdiri dari:

a. Diagram alir program utama mikrokontroler.



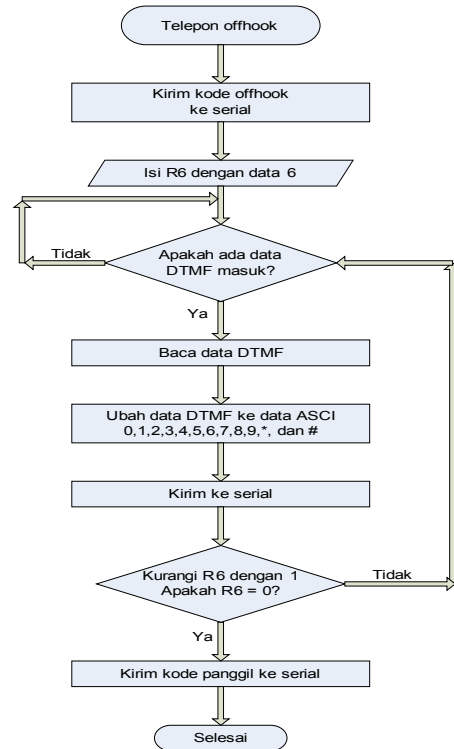
Gambar 12 Diagram alir program utama mikrokontroler.

b. Diagram alir subrutin pengiriman nada DTMF.



Gambar 13 Diagram alir subrutin pengiriman nada DTMF.

c. Diagram alir subrutin penerimaan nada DTMF.



Gambar 14 Diagram alir subrutin penerimaan nada DTMF.

Pada awal program dilakukan deklarasi alamat, inisialisasi mode timer untuk komunikasi serial dan fungsi bunyi, dan inisialisasi mode DTMF MT8888. Selanjutnya dideteksi kondisi telepon, jika telepon *offhook* maka dikirimkan nada sambung ke telepon,

dikirimkan sinyal *offhook* ke serial dan dideteksi tombol telepon. Saat ada nada DTMF, maka nada tersebut diubah ke dalam bentuk data digital dan dikirimkan ke serial. Saat tombol mencapai 6 angka maka dikirimkan sinyal panggil ke serial dan dikirimkan nada tunggu ke telepon. Jika panggilan tersebut diterima maka koneksi telepon ke kartu suara komputer diaktifkan. Jika panggilan ditolak maka dikirimkan nada sibuk ke telepon. Kemudian dideteksi kondisi telepon ditutup atau tidak, jika ditutup maka dikirim kode *onhook* ke serial dan kembali ke awal program.

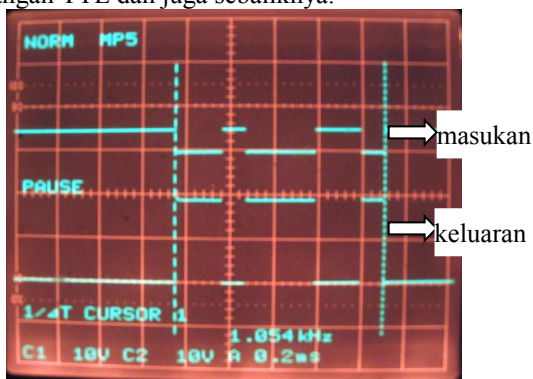
Apabila setelah deklarasi dan inisialisasi telepon dalam kondisi *onhook*, maka dikirimkan sinyal *onhook* ke serial. Kemudian jika dalam kondisi *onhook* tidak ada panggilan maka kembali ke awal program dan jika ada panggilan maka dikirim sinyal dering ke telepon. Dan dideteksi kondisi telepon, jika telepon diangkat maka koneksi telepon ke kartu suara komputer diaktifkan. Kemudian dideteksi kondisi telepon ditutup atau tidak, jika ditutup maka dikirim kode *onhook* ke serial dan kembali ke awal program.

Jika saat ada panggilan telepon tak diangkat maka menunggu panggilan dibatalkan. Jika panggilan dibatalkan maka sinyal dering ke telepon dihentikan dan kembali ke awal program.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian Antarmuka Serial RS232

Rangkaian terintegrasi (IC) jenis MAX232 digunakan sebagai antarmuka serial, yang berfungsi untuk mengubah aras tegangan RS232 menjadi aras tegangan TTL dan juga sebaliknya.



Gambar 15 Hasil pengujian antarmuka RS232.

Pada gambar dengan pengamatan 10V/div menunjukkan level tegangan masukan dan keluaran antarmuka serial RS232. Garis yang memiliki level tegangan 20V merupakan level tegangan keluaran dari RS232 ke serial komputer. Sedangkan garis yang memiliki level tegangan 5V adalah masukan dari rangkaian MAX232. Hasil pengamatan yang dilakukan di atas menunjukkan bahwa rangkaian ini telah dapat bekerja dengan benar.

4.2 Pengujian Detektor *Offhook* dan *Onhook*

Pengujian detektor *offhook-onhook* dilakukan dengan mengukur perubahan tegangan yang terjadi pada saluran telepon dengan menggunakan multimeter. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3 Pengujian detektor *offhook-onhook*.

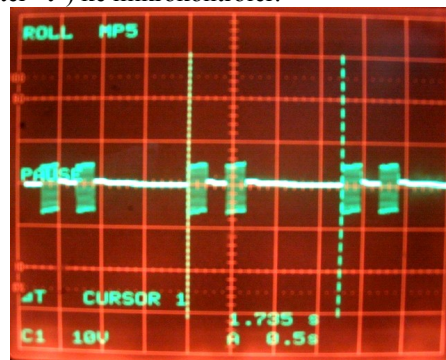
No.	Telepon	Tegangan <i>Onhook</i>	Tegangan <i>Offhook</i>	Keluaran Detektor <i>Offhook</i>
1.	Telp A	11,58 volt	5,92 volt	0 volt
2.	Telp B	11,58 volt	5,34 volt	0 volt
3.	Telp C	11,58 volt	4,71 volt	0 volt

Pada saat telepon dalam kondisi *onhook* akan dikirimkan karakter “b” ke serial dan dalam kondisi *offhook* dikirimkan karakter “o” ke serial.

4.3 Pengujian Sinyal dering

Sinyal dering akan aktif, bila dari serial komputer dikirimkan kode dering (karakter “a”) ke mikrokontroler, kemudian mikrokontroler akan mengaktifkan relai yang menghubungkan telepon dengan sinyal AC ± 36 volt AC.

Pengiriman sinyal dering diulang terus-menerus sampai gagang telepon diangkat (kondisi *offhook*) atau adanya pembatalan sinyal dering dari serial komputer dengan mengirimkan kode pembatalan sinyal dering (karakter “t”) ke mikrokontroler.



Gambar 16 Pengiriman sinyal dering.

Karena menggunakan kabel pengali 10 maka nilai tegangan tiap kotak harus dikalikan 10, sehingga tegangan tiap kotak bernilai 100 volt.

$$V_{\text{dering}} = V_{\text{efektif}} = \frac{1}{\sqrt{2}} V_{\text{pp}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 100 \text{ volt} = 35,4 \text{ volt.}$$

4.4 Pengujian Nada Sambung

Pada saat gagang telepon diangkat, maka mikrokontroler yang mendeteksi bahwa saat itu telepon diangkat tanpa ada sinyal dering terlebih dahulu, sehingga dikirimkan nada sambung ke telepon. Nada sambung yang dikirimkan ke telepon akan dihentikan

ketika tombol pada telepon ditekan atau ada nada DTMF yang terdeteksi. Pada saat gagang telepon diangkat terdengar bunyi “tuut” pada speaker telepon.

Pada gambar pengujian nada sambung dapat dilihat bahwa frekuensi yang dibangkitkan oleh mikrokontroler untuk nada sambung adalah sebesar 375 Hz.



Gambar 17 Sinyal nada sambung.

4.5 Pengujian Decoder DTMF

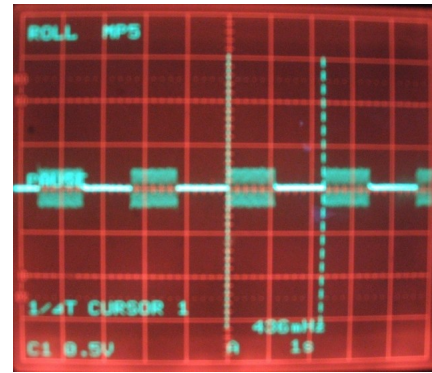
Ketika nada DTMF dikirimkan dari telepon ke decoder DTMF, keluarannya dapat dilihat dengan mengamati nyala lampu led pada port 0 mikrokontroler. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3 Pengujian detektor nada DTMF.

No.	Nada DTMF	Nyala Lampu			
		Led 1	Led 2	Led 3	Led 4
1.	Tombol 0	Nyala	Mati	Nyala	Mati
2.	Tombol 1	Mati	Mati	Mati	Nyala
3.	Tombol 2	Mati	Mati	Nyala	Mati
4.	Tombol 3	Mati	Mati	Nyala	Nyala
5.	Tombol 4	Mati	Nyala	Mati	Mati
6.	Tombol 5	Mati	Nyala	Mati	Nyala
7.	Tombol 6	Mati	Nyala	Nyala	Mati
8.	Tombol 7	Mati	Nyala	Nyala	Nyala
9.	Tombol 8	Nyala	Mati	Mati	Mati
10.	Tombol 9	Nyala	Mati	Mati	Nyala
11.	Tombol *	Nyala	Mati	Nyala	Nyala
12.	Tombol #	Nyala	Nyala	Mati	Mati

4.6 Pengujian Nada Tunggu

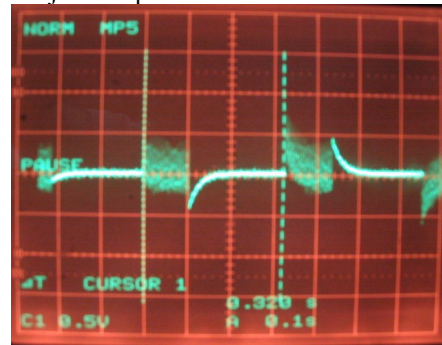
Nada tunggu dikirimkan ke telepon ketika mikrokontroler telah mendeteksi adanya 6 nomor telepon tujuan dan mengirimkan kode panggilan (karakter “p”) ke serial komputer. Nada ini dikirimkan sampai adanya kode dari serial komputer yang menandakan panggilan diterima atau ditolak. Jika panggilan diterima maka perangkat lunak harus mengirimkan karakter “c” yang kemudian mikrokontroler akan menghentikan pengiriman nada tunggu dan mengaktifkan koneksi telepon dengan kartu suara komputer sehingga dapat digunakan untuk berkomunikasi.



Gambar 18 Sinyal nada tunggu.

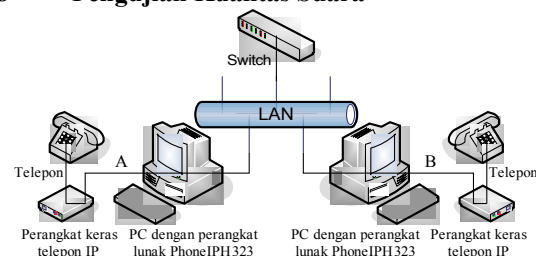
4.7 Pengujian Nada Sibuk

Pengujian nada sibuk, nada sibuk dikirimkan ke telepon ketika telepon dalam kondisi nada tunggu dan dari serial komputer mengirimkan karakter “t”. Nada sibuk ini dibangkitkan oleh IC MT8888 yang dikendalikan oleh mikrokontroler untuk mengirimkan nada digit “1” ke telepon dengan mode *burst* (± 100 milidetik aktif). Pengiriman nada sibuk ini akan dihentikan jika telepon dalam kondisi *onhook*.



Gambar 19 Sinyal nada sibuk.

4.8 Pengujian Kualitas Suara



Gambar 20 Gambaran pengujian kualitas suara melalui PhoneIPH323.

Dari hasil pengujian didapatkan suara pada telepon terdengar memantul 1 kali dan agak pelan di sisi penerima, namun informasi yang disampaikan tetap utuh dan tidak ada yang hilang. Bila komunikasi digunakan dalam ruangan yang tidak bising suara dapat di dengar dengan baik, tapi bila digunakan dalam ruangan yang bising, suara agak kurang dapat didengar

dengan baik. Namun, kualitas suaranya juga dipengaruhi oleh jenis telepon dan jenis kartu suara yang digunakan pada komputer.

Suara pantul yang timbul disebut efek *magnetic coupling*, yang terjadi karena menggunakan konversi 4 kabel ke 2 kabel (rangkaiannya menggunakan trafo *hybrid*) yang mengakibatkan variasi impedansi rangkaian masukan dan keluaran kartu suara pada komputer yang memiliki jenis dan merk yang berbeda-beda. Suara pantul ini dapat dihilangkan dengan menurunkan impedansi pada rangkaian *hybrid* sampai suara pantul itu hilang, namun akibatnya suara yang didapatkan akan sangat pelan.

V. PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penyusunan Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Telepon memiliki *range* impedansi tertentu yang dapat menyebabkan penurunan tegangan pada saluran telepon pada kondisi *offhook*.
2. Sinyal dering pada telepon dapat dibangkitkan dengan sinyal AC $\pm 30 - 90$ volt.
3. Deteksi penekanan tombol *keypad* telepon yang menghasilkan nada DTMF dapat dilakukan dengan menggunakan IC MT8888.
4. Telepon memerlukan rangkaian *balance* yang memiliki impedansi yang tepat untuk mengubah jalur 2 kabel ke 4 kabel, agar kualitas suara yang dihasilkan cukup baik.
5. Perangkat keras telepon IP ini memerlukan perangkat lunak pada komputer yang mampu mengakses port serial komputer dan mampu untuk berkomunikasi dengan komputer lain pada jaringan berbasis IP.

V.2 Saran

Untuk pemanfaatan dan pengembangan sistem ini lebih lanjut, maka penulis menyampaikan saran-saran sebagai berikut

1. Kualitas suara telepon yang masih terdapat suara pantulan dapat dihilangkan dengan teknik *Echo Canceller* menggunakan DSP (*Digital Signal Processing*).
2. Perangkat keras telepon IP ini dapat dikembangkan agar tidak perlu lagi menggunakan komputer untuk berkomunikasi dengan jaringan berbasis IP.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Eko Putra, Afgianto, *Belajar Mikrokontroler AT89c51/52/55*, Gava Media, Yogyakarta, 2002.

- [2] Groves, Ian, *Fundamentals of Communications*, <http://www.ctr.kcl.ac.uk/>, juni 2005.
- [3] Held, Gilbert, *Voice & Data Internetworking*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1998.
- [4] Nalwan, Paulus Andi, *Mikrokontroler ke Saluran Telephone*, <http://www.delta-electronic.com/>, Juni 2005.
- [5] Purbo, Onno W., *Teknik Jaringan Voip Merdeka*, NeoTek, Bandung, 2003.
- [6] Sudjadi, *Teori & Aplikasi Mikrokontroler*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2005.
- [7] Suhata, *Aplikasi Mikrokontroler Sebagai Pengendali Peralatan Elektronik Via Line Telepon*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 2005.
- [8] Sutadi, Dwi, *I/O Bus & Motherboard*, Penerbit ANDI, Yogyakarta, 2003.
- [9] Tombrello, Derek, *Simple Phone Tap*, <http://www.aaroncake.net/circuits/>, juni 2005.
- [10] ---, *Understanding Telecommunication*, <http://www.ericsson/support/>, juli 2005.
- [11] ---, *Integrated DTMF Transceiver with Intel Micro Interface*, <http://www.zarlink.com/>, Juni 2005.

BIOGRAFI PENULIS

Adian Fatchur Rochim, Staf Pengajar Teknik elektro Undip, aktif mengelola Jaringan Komputer di Undip Semarang, pengelola domain undip.ac.id. saat ini aktif meng-*explore* protokol-protokol VoIP dan mengimplementasikan di jaringan Undip
Email : adianfr@telkom.net, adian@undip.ac.id

Trias Andromeda, Staf Pengajar Teknik elektro Undip, Kepala Laboratorium Elektronika Undip

Ori Prio Sejati, Alumni Teknik Elektro Universitas Diponegoro, mengambil konsentrasi Elektronika Telekomunikasi.