

Desain dan Pembuatan Alat Pengendali Nilai Redaman Attenuator Digital Radio Frekuensi (RF) Pada Sistem Komunikasi Melalui Jaringan TCP/IP

Eko Joni Pristianto
Pusat Penelitian Elektronika dan
Telekomunikasi – LIPI
joni@ppet.lipi.go.id

Sri Hardiati
Pusat Penelitian Elektronika dan
Telekomunikasi – LIPI
ash_egt@yahoo.com

Abstract

This paper presents interface circuit design between personal computer (PC) and a digital attenuator radio frequency (RF). This system is functioned to control the amplitude attenuation value or strength the RF analog signal until resulting a desired signal level into RF communication systems. The interface circuit will replace a manual digital attenuator controlled system by switch. In this design delivery data system by TCP/IP and microcontroller are used to be input-output device and software designed with basic language. The interface circuit design are purposed to control attenuation of the RF digital attenuation through PC with the result that can controlling systems from long distance.

Key word: Communication System, Attenuator RF Digital, TCP/IP, Microcontroller

Abstrak

Paper ini akan membahas mengenai desain rangkaian interface antara personal computer (PC) dengan attenuator digital radio frekuensi (RF). Sistem ini berfungsi untuk mengendalikan nilai redaman amplitudo atau kekuatan sinyal analog RF sehingga menghasilkan level sinyal yang dikehendaki dalam suatu sistem komunikasi. Rangkaian interface ini akan menggantikan sistem pengendalian attenuator digital secara manual yang masih menggunakan saklar. Dalam desain ini, pengiriman data melalui jaringan TCP/IP dan mikrokontroler digunakan sebagai perangkat input-output. Adapun perangkat lunak direncanakan menggunakan bahasa basic. Tujuan dari desain rangkaian interface ini untuk mengendalikan nilai redaman attenuator digital RF melalui personal computer, sehingga sistem pengendaliannya dapat dilakukan secara otomatis dari jarak jauh

Kata kunci: Sistem komunikasi, Attenuator digital RF, TCP/IP, mikrokontroler

1. Pendahuluan

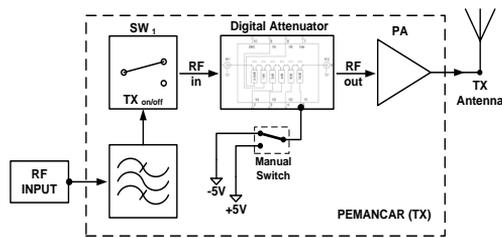
Pada sistem elektronika khususnya dalam bidang telekomunikasi terdapat komponen *attenuator* radio frekuensi (RF). *Attenuator* RF yang diaplikasikan dalam sistem komunikasi berfungsi untuk meredam sinyal RF, yaitu mengurangi level amplitudo atau kekuatan sinyal, sehingga level sinyal yang dikehendaki dapat terpenuhi. Sistem *attenuator* analog RF menggunakan perangkat pasif dan umumnya mempunyai

nilai redaman yang tetap, sedangkan pada sistem *attenuator* digital RF nilai redamannya dapat diubah melalui perangkat elektronik. Nilai redaman *attenuator* digital RF dapat dikendalikan secara manual maupun secara otomatis. Pada pengendalian manual nilai redaman *attenuator* RF diatur melalalui saklar, sedangkan dalam pengendalian otomatis, nilai redaman *attenuator* digital RF akan dikendalikan melalui suatu personal komputer (PC) dan

menggunakan suatu peralatan yang berfungsi untuk merubah data yang dikirim dari PC kedalam bentuk gerakan kontak relay. Dimana kontak relay ini yang akan menggantikan sistem kerja saklar yang terdapat pada sistem pengendalian secara manual.

Sistem pengiriman data yang akan diterapkan antara alat pengendali *attenuator* digital RF dengan PC pada sistem ini melalui *transfer control protocol* atau *internet protocol* (TCP/IP). Sedangkan mikrokontroler digunakan sebagai perangkat input-output dan perangkat lunak direncanakan dibuat dengan menggunakan bahasa *basic*.

Salah satu contoh penempatan *attenuator* RF digital dalam mengatur level sinyal RF dengan pengaturan redaman secara manual menggunakan saklar pada sistem komunikasi, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Contoh Penempatan Attenuator Digital pada Sistem Komunikasi

Sistem pada Gambar 1, *attenuator* digital RF akan meredam level sinyal RF yang dihasilkan suatu device, sehingga menghasilkan level sinyal RF yang apabila diperkuat oleh *power amplifier* (PA) dengan *gain* tertentu yang dimiliki oleh *power amplifier* tersebut, maka output dari PA tetap stabil sesuai dengan yang diinginkan. Kondisi level sinyal RF ini perlu dikendalikan agar mempunyai level sinyal tertentu sebagai sinyal input *power amplifier*. Hal ini dilakukan dengan mengatur redaman *attenuator* digital RF.

Desain pengendali nilai redaman *attenuator* RF digital ini akan menggantikan sistem kerja saklar pada sistem pengendali manual dengan sistem pengendali melalui personal komputer, sehingga sistem

pengendaliannya dapat dilakukan secara otomatis dari jarak jauh.

2. Dasar Teori

Dalam desain sistem ini dibutuhkan beberapa komponen utama antara lain *attenuator* digital RF, mikrokontroler dan modul TCP/IP. Untuk perangkat lunak, pemrograman menggunakan bahasa *basic*.

Attenuator adalah suatu perangkat yang digunakan untuk mengatur level sinyal, pengendali terhadap impedansi yang tidak sesuai, dan mengisolasi tahap rangkaian. Jenis *attenuator* RF ada dua yaitu pasif dan aktif, dan dapat berupa *attenuator* RF analog maupun *attenuator* digital RF. *Attenuator* RF adalah rangkaian yang mengurangi tingkat kekuatan sinyal dengan jumlah tertentu (*gain*) dengan sedikit refleksi atau tidak ada [1]. *Attenuator* RF dapat diklasifikasikan sesuai dengan kemampuan dan teknologi yang digunakan yaitu :

1. *Attenuator* RF tetap: *attenuator* RF yang memiliki nilai redaman tertentu dan tidak dapat diubah.
2. *Attenuator* RF switch: *attenuator* RF yang nilai levelnya diperlukan untuk diubah. *Attenuator* ini dilengkapi dengan sejumlah *switch* untuk perubahan level yang dikehendaki dengan nilai tertentu. Contoh level perubahan ini yaitu 1,2,4,8.....dB. sampai perubahan tertentu dari desain *attenuator* RF.
3. *Attenuator* RF variabel: *attenuator* RF yang memberikan perubahan level yang berkesinambungan dengan memvariasikan tegangan analog pada input saluran pengendali.

Performance *attenuator* RF dapat dilihat dari spesifikasi *attenuator* RF yang ditentukan yaitu *Attenuation*, frekuensi respon, impedansi dan power dissipasi [1]. Secara umum besarnya redaman dapat ditunjukkan dalam persamaan 1

$$Attenuation (dB) = 10 \text{ Log}_{10} (P_2/P_1) \dots\dots\dots(1)$$

Dimana P_1 merupakan besarnya daya masuk dan P_2 besarnya daya keluar [2].

Dalam desain sistem yang akan di buat, *attenuator* RF yang dikendalikan yaitu *attenuator* digital RF berfungsi untuk meredam level amplitudo tanpa distorsi dengan bentuk gelombang secara substantial pada pemrosesan sinyal RF [3]. Pembahasan pada paper ini adalah penerapan *attenuator* digital RF jenis *attenuator* RF *switch* yaitu *Attenuator* digital tipe HMC-C025 buatan *hittite microwave corporation* yang pengendalian nilai redamannya akan dilakukan dengan menggunakan PC melalui jaringan TCP/IP. Bentuk fisik *Attenuator* digital tipe HMC-C025 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Attenuator digital tipe HMC-C025

Attenuator digital tipe HMC-C025 memiliki spesifikasi sebagai berikut, memiliki nilai redaman 0.5dB sampai 31.5dB, *Single Control Line Per Bit*, mempunyai $\pm 0.3\text{dB}$ *typical bit error*, kompatibel dengan kontrol CMOS, modul yang kedap udara, konektor SMA yang dapat diganti, dan beroperasi pada temperatur $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ [4]. Piranti yang digunakan sebagai pengendali utama sistem ini adalah mikrokontroler.

Mikrokontroler adalah sebuah sistem mikroprocessor yang di dalamnya terdapat CPU (*Control Processor Unit*), ROM (*Read Only Memory*), RAM (*Random Acces Memory*), I/O(Input/output), *clock* dan peralatan internal lainnya yang saling terhubung, dan terorganisasi oleh pembuat mikrokontroler (industri mikrokontroler) yang dikemas dalam bentuk chip yang siap untuk dipakai [5]. Mikrokontroler yang digunakan untuk desain alat pengendali ini adalah jenis AVR Atmega 8535. Mikrokontroler ini menggunakan protokol serial sebagai jalur pengiriman data, sehingga dibutuhkan modul tambahan agar dapat menerima data dalam protokol TCP/IP.

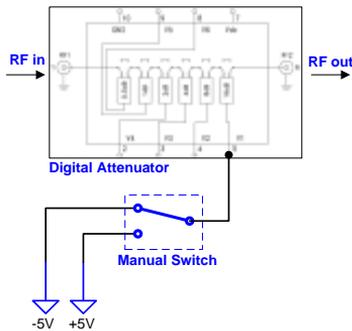
Modul TCP/IP merupakan modul penghubung yang digunakan untuk mengubah protokol TCP/IP ke protokol serial atau sebaliknya. Jenis modul yang akan digunakan dalam desain pengendali ini adalah tipe WIZ110SR produksi *WIZnet*. Spesifikasi modul TCP/IP yaitu menggunakan IC W5100, tipe serial RS 232, konektor RJ45, konektor DB9, kecepatan pengiriman data jaringan Ethernet 10/100Mbps, kecepatan serial port maksimal 230 kbps. Tegangan input yang diperlukan modul TCP/IP sebesar 5 Volt DC [6]. Dalam sistem ini dibutuhkan suatu perangkat lunak yang terintegrasi dengan komponen-komponen tersebut diatas.

Visual basic atau sering disebut VB adalah perangkat lunak yang menyusun program aplikasi yang bekerja dalam lingkungan sistem operasi windows yang berbasis grafis (*GUI-Graphical User Interface*). VB merupakan *objek driven programing* (pemrograman terkendali kejadian) artinya program menunggu sampai adanya respon dari pemakai berupa objek atau kejadian tertentu (tombol diklik, menu dipilih dan lain lain). Ketika objek terdeteksi, kode yang berhubungan dengan objek (*prosedur objek*) akan dijalankan [7].

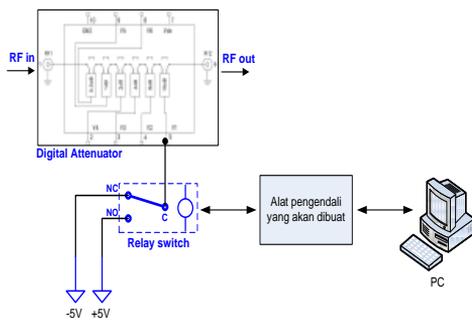
3. Desain Sistem pengendali

Attenuator digital RF HMC-025 merupakan salah satu jenis komponen yang digunakan dalam sistem komunikasi data RF untuk mengurangi kekuatan sinyal RF dan dapat dioperasikan secara manual menggunakan saklar seperti yang ditunjukkan Gambar 3.

Pengendalian nilai redaman digital *attenuator* RF secara manual akan diubah dengan sistem pengendali melalui PC (*personal computer*) seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 3 Blok diagram pengoperasian attenuator digital RF menggunakan saklar

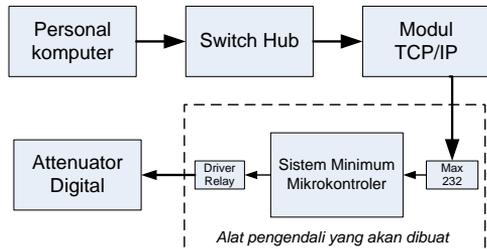


Gambar 4 Blok diagram pengoperasian attenuator digital RF menggunakan PC

Perubahan dari sistem kerja manual menjadi sistem yang terkendali komputer dalam mengatur nilai redaman pada sistem komunikasi RF memerlukan suatu peralatan interface, maka sistem pengendalian redaman *attenuator* digital RF direncanakan dalam suatu blok diagram sistem yang dapat ditunjukkan pada Gambar 5. Desain kontrol yang digunakan dalam sistem ini merupakan salah satu aplikasi pengontrolan dengan memanfaatkan jaringan TCP/IP sebagai media pengiriman data dan mikrokontroler berfungsi sebagai pengendali utama. Adapun jenis pengendalian yang digunakan adalah jenis kontrol on-off.

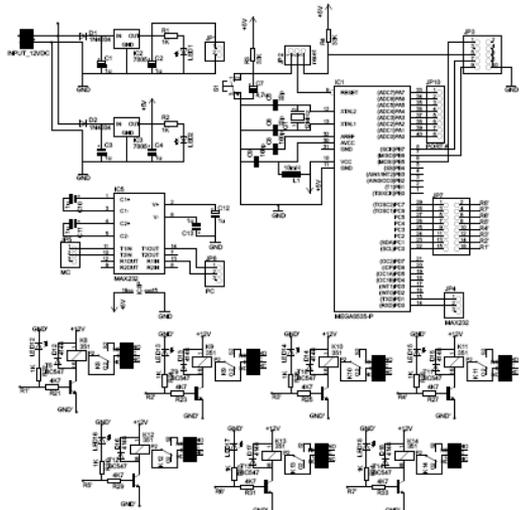
Komponen yang dibutuhkan dibagi menjadi dua bagian, yaitu komponen utama yang merupakan sistem minimum mikrokontroler, rangkaian konversi sistem TTL ke CMOS atau sebaliknya dan *driver relay* serta komponen pendukung. Untuk komponen utama terdiri dari IC mikrokontroler *atmega 8535*, IC *max 232*,

resistor, kapasitor, dioda, xtal, *relay omron* 12VDC, transistor, led, kabel dan modul TCP/IP. Jenis modul TCP/IP yang dipakai adalah tipe WIZ110SR produksi *WIZnet*. Sedangkan komponen pendukung adalah *network switch*.



Gambar 5 Diagram Blok Sistem

Desain schematic rangkaian dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Schematic rangkaian pengendali attenuator digital RF

Desain rangkaian interface ini terdiri dari mikrokontroler yang dilengkapi dengan kristal oscillator dan kapasitor yang merupakan bagian dari sistem minimum mikrokontroler, rangkaian konversi sistem TTL ke CMOS atau sebaliknya menggunakan IC max 232, yang kemudian dihubungkan ke modul TCP/IP, Modul TCP/IP merupakan modul penghubung yang digunakan untuk mengubah protokol TCP/IP ke protokol serial atau sebaliknya, rangkaian driver relay yang berfungsi menghubungkan mikrokontroler dengan *Attenuator* digital,

dan desain rangkaian ini dilengkapi dengan rangkaian catu daya dengan menggunakan komponen IC regulator 7805.

Ada tujuh buah kontak relay dalam desain rangkaian ini, enam buah kontak relay terhubung dengan pin pengendali *attenuator* digital RF dan satu buah untuk relay cadangan (*spare*). Enam buah relay yang terhubung dengan *attenuator* digital RF terhubung dengan pin pengendali nilai redaman, yaitu pin dengan nilai redaman 0,5; 1; 2; 4; 8; dan 16 dB. Kontak relay ini merupakan pengganti saklar yang sebelumnya digunakan untuk memberikan masukan tegangan pada pin tersebut.

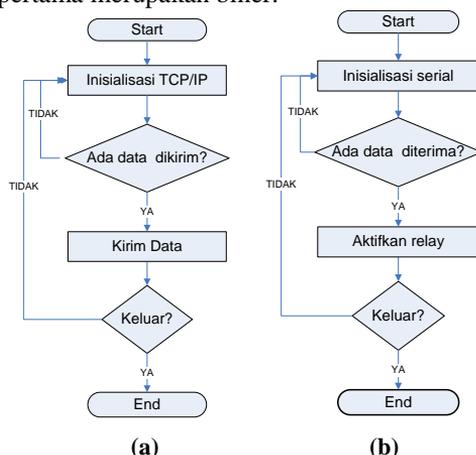
Desain perangkat lunak dibagi dalam dua program yaitu program pada PC dan mikrokontroler. Pada program PC, data berbentuk karakter dan jenis data yang dikirim dalam paket protokol TCP/IP. Proses terbentuknya data ini didesain dengan menggunakan fasilitas *winsock* yang terdapat dalam program *visual basic*. Alir program pada PC dapat dilihat pada gambar 6a. Program ini dibuat dengan algoritma sebagai berikut, ada tujuh buah obyek yang dianalogikan sebagai port mikrokontroler 7 bit. Saat obyek (*checkbox*) dicentang, maka akan memberikan logika 1, dan jika tidak akan memberikan logika 0. Kombinasi angka 1 dan 0 ini akan diterjemahkan program kedalam bentuk nilai desimal dengan menggunakan persamaan konversi bilangan biner ke desimal, persamaan dapat dinyatakan pada persamaan 2 dimana N adalah bilangan desimal.

$$N = (a_n \times 2^n) + (a_{n-1} \times 2^{n-1}) + (a_1 \times 2^1) + (a_0 \times 2^0) + (a_{-1} \times 2^{-1}) + (a_{-2} \times 2^{-2}) + (a_{-n} \times 2^{-n}) \dots \dots \dots (2)$$

Kemudian bilangan desimal dengan jenis karakter ini akan dikirim dengan paket protokol TCP/IP.

Program mikrokontroler yang dibuat dengan bahasa basic bekerja dengan menunggu masukan data yang dikirim dari PC. Alir program pada mikrokontroler dapat dilihat dalam gambar 6 b. Sebelum masuk ke mikrokontroler, data dari PC

dengan protokol TCP/IP akan diubah terlebih dahulu ke bentuk protokol serial melalui modul TCP/IP. Setelah data yang berbentuk karakter diterima mikrokontroler, data tersebut diubah dalam bentuk biner. Nilai biner tersebut kemudian dikeluarkan ke port mikrokontroler 8 bit yang dihubungkan dengan driver relay. Proses perubahan data dengan nilai desimal ke biner menggunakan kebalikan persamaan 2, yaitu dengan membagi terus menerus bilangan desimal dengan angka 2, sisa pembagi yang terakhir sampai yang pertama merupakan biner.



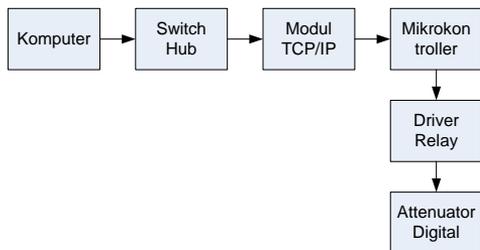
Gambar 6 (a) Alir program pada PC, 6 (b) Alir program pada mikrokontroler

4. Pengujian desain

Pengujian desain interface ini akan dilakukan pada setiap blok rangkaian. Pada rangkaian catu daya, pengujian dilakukan dengan mengukur nilai tegangan yang dihasilkan. Pada rangkaian mikrokontroler pengujian dilakukan dengan mengisi mikrokontroler dengan program untuk mengaktifkan port terlebih dahulu, kemudian dilakukan pengukuran tegangan pada masing-masing port mikrokontroler. Pengujian rangkaian *driver* relay dilakukan dengan menghubungkan *driver* relay dengan port mikrokontroler, kemudian untuk menguji pin-pin pada relay dilakukan pengukuran dengan menggunakan AVO meter.

Tahap pengujian selanjutnya adalah pada modul TCP/IP. Pengujian koneksi antara PC dengan modul TCP/IP, dengan melakukan

ping ke alamat IP modul TCP/IP. Tahap akhir adalah menghubungkan setiap blok rangkaian seperti gambar 7, dimana mikrokontroler telah diisi program yang dilengkapi dengan program komunikasi serial. Pada tahap ini pengujian dilakukan untuk melihat respon mikrokontroler ketika diberi masukan dari PC.



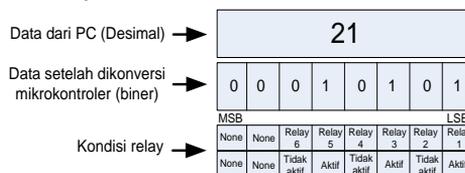
Gambar 7 Susunan blok rangkaian pada tahap pengujian

Pengujian selanjutnya dilakukan dengan menggunakan *hyperterminal* pada PC. Pengaturan *hyperterminal* adalah sebagai berikut, koneksi yang digunakan jenis TCP/IP (*winsock*), alamat IP dan nomor *port* disesuaikan dengan nilai yang sudah terinstalasi pada modul TCP/IP. Setelah koneksi terhubung, langkah selanjutnya adalah memasukkan data karakter 0 sampai dengan 127 pada *hyperterminal*. Pengujian dilakukan dengan melihat respon yang diterima mikrokontroler dengan cara mengamati relay yang aktif dan melakukan pengukuran pada pin-pin relay tersebut.

Nilai karakter desimal 0 sampai 127 yang dikirim dari PC akan diterjemahkan mikrokontroler menjadi bilangan biner 8 bit, dan nilai tersebut akan dikeluarkan ke port mikrokontroler 8 bit yang terhubung ke relay. Dimana nilai biner 1 akan mengaktifkan relay dan nilai biner 0 akan menonaktifkan relay. Pada tahap ini pengujian sederhana dapat dilakukan dengan melihat kesesuaian antara data yang dikirim dari PC dan relay yang aktif. Sebagai contoh dapat dilihat pada Gambar 8.

Pada gambar 8, PC mengirim data dengan nilai karakter desimal 21, selanjutnya nilai tersebut akan dikonversi mikrokontroler menjadi nilai biner 0001 0101, maka relay

yang seharusnya aktif adalah relay 1, relay 3 dan relay 5.



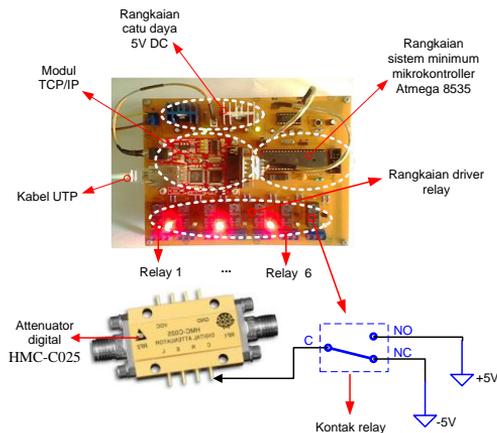
Gambar 8 Contoh proses pengiriman dan konversi data dari PC ke mikrokontroler

5. Hasil dan Analisa

Dalam Gambar 9 ditampilkan hasil perakitan perangkat keras dengan bagian-bagiannya. Jika kita perhatikan gambar 9 ada sebuah kontak *relay* yang terhubung dengan salah satu pin *attenuator*. Ini merupakan prosedur penyambungan *pin* kontak *relay* dengan *pin* pengendali tegangan *attenuator*. Kontak *relay* ini merupakan pengganti saklar yang sebelumnya digunakan untuk memberikan masukan tegangan pada pin tersebut.

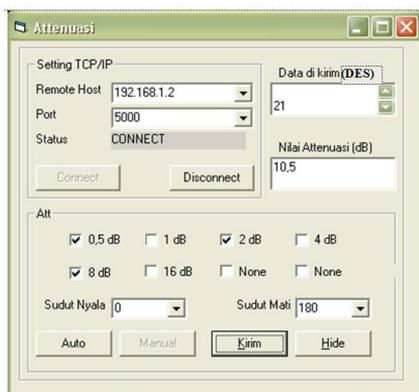
Kontak relay yang akan digunakan memiliki konfigurasi yang sama seperti saklar, yaitu memiliki 3 pin yang terdiri dari C (*common*), NC (*Normally closed*) dan NO (*normally open*). Dimana pin C terhubung ke *pin attenuator* RF, pin NO ke sumber tegangan +5V DC dan pin NC ke sumber tegangan -5V DC. Dengan konfigurasi tersebut diperkirakan pada saat relay tidak aktif, maka *pin attenuator* RF akan mendapatkan tegangan -5 VDC dan pada saat relay aktif *pin attenuator* RF akan mendapat tegangan + 5 VDC.

Nilai tegangan $\pm 5V$ ini yang akan mengaktifkan dan menonaktifkan nilai redaman pada modul *attenuator* digital. Sesuai dengan data *sheet* modul *attenuator* digital HMC-C205, jika pin terisi tegangan -5V DC maka redaman pada pin tersebut tidak aktif dan jika terisi tegangan +5V DC nilai redaman yang terhubung dengan pin tersebut akan aktif. Ada 6 buah nilai redaman yang dapat dikendalikan dalam modul *attenuator* digital HMC-C205 yaitu: 0,5dB; 1dB; 2dB; 4dB; 8dB dan 16dB, dimana setiap nilai redaman tersebut dapat saling dijumlahkan[4].



Gambar 9. Rangkaian perangkat keras dan pengujian sistem

Gambar 10 merupakan hasil tampilan dari program yang dibuat. Program ini berisi objek-objek yang digunakan untuk mengatur koneksi jaringan TCP/IP dan konfigurasi data yang dikirim. Pada kolom *Setting TCP/IP* terdapat beberapa nilai yang harus diisikan, antara lain *remote host* dan *port*. *Remote host* berfungsi untuk menentukan alamat IP peralatan yang dituju, dalam alat ini adalah modul TCP/IP. Nilai pada *remote host* ini bisa dirubah sesuai dengan alamat IP yang diisikan di modul TCP/IP. *Port* merupakan jalur pengiriman data yang digunakan, pengaturan nilai port juga harus disesuaikan dengan nilai *port* pada modul TCP/IP.



Gambar 10. Tampilan perangkat lunak

Pada kolom *Att* terdapat beberapa objek yang digunakan sebagai tempat untuk memasukkan data nilai *attenuator* dan objek-objek pendukung lain seperti tombol auto, manual, kirim dan *hide*. Dari objek inilah nilai data akan dikirim ke modul pengendali *attenuator*. Dalam program ini juga ditampilkan kondisi nilai data yang dikirim dan nilai redaman *attenuator* yang di hasilkan.

Sebagai contoh dari gambar 10 terlihat nilai redaman yang dicentang adalah 0,5 dB; 2dB; dan 8dB. Konfigurasi ini akan menghasilkan nilai biner 00010101, selanjutnya program akan mengubah bentuk bilangan biner tersebut kebentuk bilangan desimal dengan menggunakan persamaan (1) sehingga menghasilkan nilai 21 desimal. Selanjutnya nilai tersebut akan dikirim dalam bentuk karakter dengan protokol TCP/IP.

Pada tabel 1 ditampilkan data hasil percobaan. Percobaan dilakukan sebanyak 9 kali pengulangan dengan nilai masukan yang berbeda pada setiap pengulangan. Dari data hasil pengujian sistem, diketahui mikrokontroler dapat menerima dan menerjemahkan data yang dikirim dari PC. Pengolahan data yang diterima mikrokontroler menggunakan kebalikan dari persamaan (1).

Tabel 1. Tabel hasil pengujian sistem

No	Kondisi input						Data diterima mikrokontroler (Desimal)	Relay yang aktif	Nilai redaman
	0,5 dB	1 dB	2 dB	4 dB	8 dB	16 dB			
1								-	0 dB
2	√						1	Relay 1	0,5 dB
3		√					2	Relay 2	1 dB
4			√				4	Relay 3	2 dB
5				√			8	Relay 4	4 dB
6					√		16	Relay 5	8 dB
7						√	32	Relay 6	16 dB
8	√						21	Relay 1,3,5	10,5 dB
9	√	√	√	√	√	√	63	Relay 1,2,3,4,5,6	31,5 dB
...

Pada percobaan nomer 8 mikrokontroler menerima data 21 desimal. Data tersebut dirubah kedalam bentuk biner dengan membagi nilai 21 secara terus menerus dengan angka 2. Sisa yang terahir sampai yang pertama merupakan biner yang didapat sehingga didapatkan bilangan biner 00010101. Nilai biner tersebut dikeluarkan

ke *port* mikrokontroler 8 bit yang dihubungkan dengan *driver relay*. Dimana logika 1 akan mengeluarkan tegangan 5V DC yang akan mengaktifkan *relay* dan 0 mengeluarkan tegangan 0V DC yang akan menonaktifkan *relay*. Hasil kerja yang terjadi pada alat dapat dilihat pada Gambar 10. Lampu indikator yang menyala menunjukkan kondisi *relay* yang aktif. Kondisi *relay* yang aktif dapat memenuhi 64 buah konfigurasi.

Dari hasil pengujian sistem, menunjukkan alat yang dibuat dapat berkerja sesuai dengan sistem kerja yang direncanakan. Ada beberapa kelemahan dalam alat ini yaitu kondisi IC regulator pencatu daya modul TCP/IP suhunya mendekati suhu maksimal komponen (125° C), hal ini terjadi karena untuk rangkaian pencatu daya modul TCP/IP masih menggunakan IC regulator KA 7805[8]. Untuk mengatasi masalah ini pencatu daya tersebut bisa diganti dengan jenis rangkaian *switching* yang menggunakan IC regulator LM 2576. Ukuran PCB masih terlalu besar, perlu dibuat desain yang lebih efektif dan efisien agar mudah diaplikasikan.

6. Kesimpulan

Desain sistem dan alat yang dibuat telah memenuhi spesifikasi yang direncanakan, yaitu sebagai pengendali nilai redaman *attenuator* digital jarak jauh melalui PC dengan menggunakan jaringan TCP/IP. Perangkat keras sudah bisa menerjemahkan data yang dikirim dari PC. Fungsi saklar yang awalnya digunakan untuk mengendalikan tegangan pengendali nilai redaman *attenuator* sudah bisa diganti dengan *relay*.

Dalam penelitian berikutnya akan dilakukan peningkatan kualitas alat antara lain, Perlu dibuat desain PCB yang lebih efektif dan efisien agar mudah diaplikasikan dalam sistem RF, misal dalam sistem radar. Disarankan mengganti rangkaian pencatu daya modul TCP/IP dengan model *switching*, misal menggunakan IC regulator LM 2576. Disarankan juga menguji *performance* alat dari segi waktu pengoperasian dan kondisi lingkungan tempat sistem ditempatkan.

7. Daftar Pustaka

- [1] http://radio-electronics.com/info/rf-technology-design/attenuator_RFs/rf-attenuator_RFs-basics-tutorial.php, diakses tanggal 15 Juli 2010.
- [2] Strzeszkowski, Deb., Shea joe., at all., *The ARRL Handbook For Radio Amateurs*, The American Radio relay League, Newington, 1991.
- [3] http://www.gtmicrowave.com/digital_attenuator.php?code=1, diakses tanggal 6 April 2010.
- [4] <http://www.hittite.com/products/view.html/view/HMC-C025>, diakses tanggal 15 Juli 2010.
- [5] Winoto, Ardi, *Mikrokontroler AVR Atmega8/16/32/8535 dan Pemrogramannya dalam Bahasa C pada WinAVR*, Informatika, Bandung, 2008
- [6] <http://www.saelig.com/product/ETH026.htm>, diakses tanggal 15 Juli 2010.
- [7] Prasetya, Retna, *Teori Dan Praktek Interfacing Port Parallel Dan Port Serial Komputer Dengan Visual Basic 6.0*, Andi, Yogyakarta, 2008.
- [8] Datasheet : Atmega 8535, KA7805, KA2576.