

TRANDUSER ULTRASONIK SEBAGAI PENDETEKSI GERAK PADA SISTEM KEAMANAN RUMAH

Fathul Qodir & Juniardi A. Putra

Teknik Elektro FT Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Bantul Yogyakarta 55183
Telp. 0274-387656 ext 230

ABSTRAK

Ruangan yang penuh barang-barang berharga memerlukan sistem keamanan elektronis yang bisa langsung dipantau. Transduser ultrasonik dapat menjadi alternatif solusi untuk mengamankan suatu ruangan yang butuh pengawasan secara otomatis. Transduser bisa dilengkapi buzzer atau sirane yang berbunyi sebagai alarm atau terkoneksi dengan telepon rumah, sehingga akan men-dial up telepon rumah jika ada seseorang yang tanpa ijin memasuki ruangan tersebut. Jadi, selama didalam ruangan tersebut tidak ada benda yang bergerak maka alarm tidak akan berfungsi. Hasilnya berupa jangkauan sistem yang dipengaruhi sudut antara pemancar dan penerima pada jarak pancar 1 sampai 9 meter, relai pada rangkaian penerima akan aktif (on) mulai sudut 80^0 keatas, sedangkan mulai dari jarak pancar 10 sampai 15 meter, sudut pengaktifan relai berkurang 10^0 setiap penambahan jarak pancar 1 meter, misalnya pada jarak pancar 10 meter sudut pengaktifan relainya mulai sudut 70^0 keatas, sedangkan pada jarak pancar 11 meter sudut pengaktifan relainya mulai sudut 60^0 keatas begitu seterusnya sampai dengan jarak pancar 15 meter

Kata kunci: *Tranduser ultrasonik, sistem keamanan*

PENDAHULUAN

Sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi dan sering berfungsi untuk mengukur *magnitude* sesuatu. Sensor adalah jenis tranduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, dan sinar menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor biasanya dikategorikan melalui pengukurannya, seperti pada sensor kecepatan, sensor sinar maupun sensor suhu, sehingga fungsinya disesuaikan dengan kegunaannya dan juga memegang peranan penting dalam pengendalian proses pabrikasi modern. Sensor menggantikan indera mata, telinga, hidung, dan lidah sebagai penangkap sinyal pada sistem otomasi industri. Diantara tranduser yang ada, terdapat tranduser ultrasonik, dimana tranduser ini dapat

memancarkan sinyal berupa suara ultrasonik yang dipancarkan oleh *transmitter* (pemancar) menuju *receiver* (penerima).

Alat ini akan bekerja apabila sinyal dari transduser ultrasonik (pada bagian pemancar) yang menuju transduser ultrasonik (pada bagian penerima) terputus sehingga pada rangkaian penerima akan memicu relai yang dipasang bekerja dan mencatu ponsel (yang telah diaktifkan dan diprogram terlebih dahulu) untuk menghubungi (*dialing*) secara otomatis ke nomor yang akan dituju sesuai dengan keinginan.

Mengingat akhir-akhir ini tingkat kejahatan semakin meningkat yang erat kaitannya dengan penurunan tingkat ekonomi masyarakat, seperti meroketnya jumlah penduduk miskin (diperkirakan akhir tahun ini mencapai 118 juta jiwa), peningkatan pengangguran, merebaknya gelandangan dan pengemis (naik sekitar 30 %), semakin ramainya anak jalanan (diperkirakan meningkat 200 %), dan melambungnya masalah sosial.

Fenomena peningkatan kejahatan dapat kita lihat, misalnya pada pencurian dengan pemberatan. Dibanding semester pertama tahun 2003 lalu yang dilaporkan sebanyak 209.260 kasus seluruh Indonesia, semester pertama tahun 2004 tercatat 24.567 kasus, atau meningkat 21,15 %. Secara keseluruhan tingkat kriminalitas di Tanah Air hingga tahun ini mengalami peningkatan dari 40.097 tahun 2003 menjadi 46.325 tahun 2004.

Mengingat uraian diatas setidaknya masyarakat dituntut untuk dapat memproteksi diri sedini mungkin, walupun sudah ada aparat kepolisian yang bertugas melindungi masyarakat, tetapi hal tersebut belum cukup.

Khususnya dalam masalah pencurian di area tempat tinggal ataupun tempat tertutup lainnya, telah banyak di jumpai berbagai macam peralatan penunjang keamanan untuk hal tersebut mulai dari mulai dengan alarm pencurian dengan memakai infra merah sampai dengan menggunakan kamera-kamera tersembunyi. Tetapi sistem keamanan khususnya dalam masalah pencurian di area tempat tinggal maupun tempat tertutup lainnya, masyarakat membutuhkan suatu alat penunjang keamanan yang memiliki beberapa kriteria:

1. Harganya murah atau dapat dijangkau oleh masyarakat umum.
2. Alat tersebut tidak mudah diketahui keberadaanya oleh para pencuri.
3. Dapat melakukan pendeteksian secara cepat terhadap bahaya pencurian, sehingga dapat dilakukan penanggulangan terhadap masalah tersebut dengan segera, walaupun pemiliknya tidak berada didekat area tersebut.

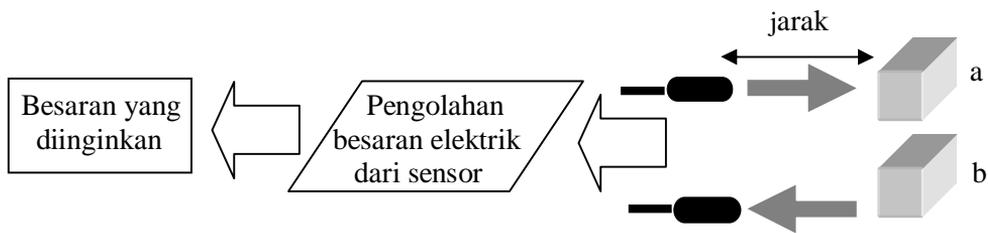
Tujuan yang ingin dicapai dari perancangan transduser ultrasonik 40 KHz sebagai pemicu *dial* telepon adalah sebagai berikut

1. Sebagai alternatif alat penunjang keamanan khususnya terhadap pencurian dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik sebagai media transmisi sinyal.
2. Untuk mengetahui prinsip kerja dari rangkaian transduser ultrasonik 40 KHz sebagai pemicu *dial* telepon dengan menggunakan gelombang ultrasonik sebagai media transmisi sinyalnya.

3. Untuk mengetahui unjuk kerja dari rangkaian transduser ultrasonik 40 KHz sebagai pemacu *dial* telepon dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik sebagai transmisi sinyal.

Sebelum transduser ini digunakan sebagai pemacu sebuah ponsel untuk dapat men-*dial* secara otomatis. Transduser ini telah banyak digunakan dalam berbagai peralatan elektronik seperti alat pengukur jarak atau disebut dengan *Rangemeter*. *Rangemeter* ini telah diuji coba oleh para mahasiswa ITB dalam praktikumnya. Disini akan dibahas sepintas tentang *Rangemeter*.

Secara garis besar sistem *Rangemeter* dapat digambar pada diagram berikut,

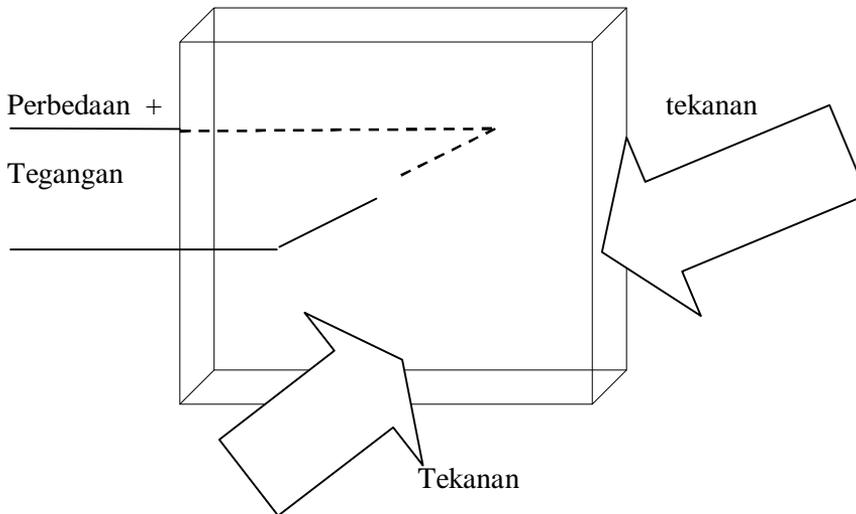


Gambar 1 Blok Diagram *Rangemeter*

Pada Gambar (a) sebuah transduser merubah besaran listrik menjadi suatu sinyal ultrasonik yang dipancarkan kesuatu benda pada jarak tertentu, kemudian terlihat pada Gambar (b) gelombang ultrasonik yang dipancarkan tadi akan dipantulkan kembali menuju transduser yang akan mengubah besaran gelombang menjadi besaran elektrik. Transduser ini biasanya terbuat dari bahan *piezo-elektrik*. Sifat dari *piezo-elektrik* adalah sebagai berikut :

Sifat *piezo-elektrik* langsung

- Bila plat *piezo-elektrik* diberi tekanan, maka akan timbul muatan listrik pada kedua permukaannya
- Plat juga merupakan kapasitor dengan konstanta *dielektrik* tertentu, timbul beda tegangan



Gambar 2 Plat *Piezo-Elektrik* Diberi Tekanan

Sifat *piezo-elektrik* balik

- Bila plat *piezo-elektrik* diberi tegangan listrik, maka kedua permukaannya mendapat tekanan
- Plat juga merupakan badan elastik dengan konstanta elastik tertentu, tebalnya akan berubah
- Tegangan bolak balik sama dengan plat bergetar

Dengan sifat tersebut *piezo-elektrik* dapat berperan sebagai transduser dan sensor. Waktu yang dihabiskan antara pengiriman sinyal ultrasonik dengan penerima sinyal ultrasonik pantulan kita beri nama *Time Of Flight* (TOF), merupakan besaran yang kita gunakan untuk menghitung jarak dari transduser ke benda objek. Dengan mengetahui TOF, dan mengetahui kecepatan gelombang ultrasonik di udara maka kita dapat menghitung jarak yang telah ditempuh oleh ultrasonik, sehingga tentunya jarak antara transduser terhadap benda adalah setengahnya. Tentunya pengukuran ini akan dipengaruhi banyak hal seperti kemiringan permukaan benda, kerefleksian permukaan, perubahan suhu dan lain-lain.

Perhitungan itu dilakukan untuk ditampilkan dalam besaran yang diinginkan, pada alat *Rangemeter* tersebut hasil pengukuran ditampilkan dalam angka *seven segment* dengan satuan cm.

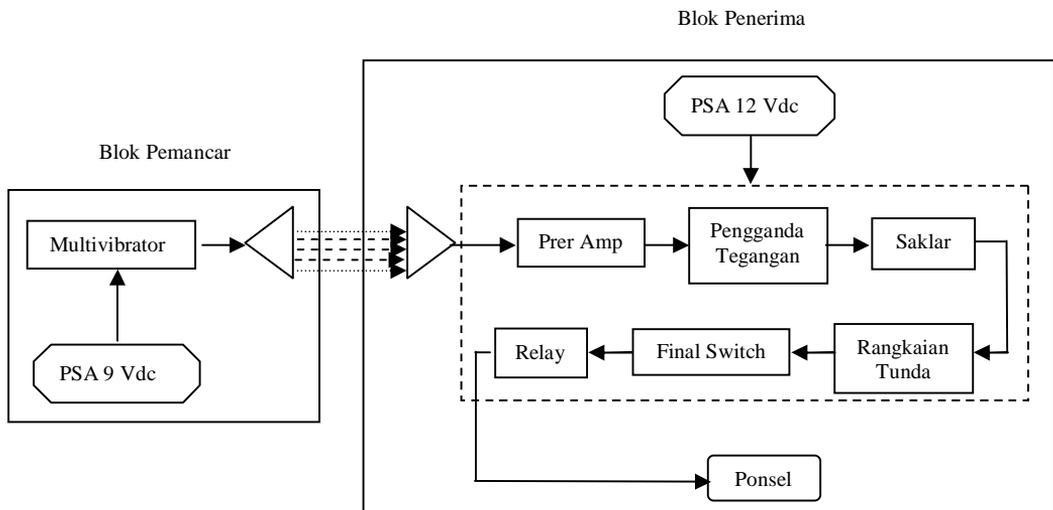
METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan pada perancangan piranti ini adalah sebagai berikut: 1) *Power supply* 12 volt dan baterai kotak 9 volt, 2) Tranduser *Ultrasonic* 40Khz (scs-401 & scm-401), 3) Ponsel Nokia 3210, 4) Simcard GSM, 5) Resistor, 6) IC MC1455, 7) Transistor FCS 9041, 8) Kapasistor, 9) Dioda, 10) Relai, 11) Solder dan komponen lain yang mendukung.

Tata Cara

Tata cara penelitian adalah sebagai berikut:

1. Melakukan verifikasi terhadap tranduser yang digunakan baik sebagai *receiver* (penerima) maupun sebagai *transmitter* (pemancar). Tranduser yang digunakan adalah *transducer ultrasonic* 40 KHz (SCS-401 dan SCM-401).
2. Rangkaian tersebut di uji-coba terlebih dahulu dengan menggunakan PCB lubang apakah rangkain tersebut telah berfungsi sebagaimana mestinya atau belum.
3. Apabila rangkaian tersebut dapat berfungsi dengan baik maka pembuatan papan PCB mulai dilakukan.
4. PCB yang dibuat harus mempunyai hasil yang efesien dan rangkaian di dalamnya tidak terlalu rumit.
5. Proses pemasangan komponen pada rangkaian dalam PCB dilakukan dengan menyolder.
6. Rangkaian tersebut diuji coba kembali dengan menghubungkan dengan sebuah ponsel yang telah berisi simcard, apakah setelah sinyal terputus pada tranduser ponsel akan men-*dialing* secara otomatis ke nomor tertentu yang telah diprogram.
7. Apabila proses berjalan dengan lancar maka rancangan yang telah dibuat dianggap berhasil.



Gambar 3 Blok Diagram Perancangan Secara Garis Besar

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Tegangan Kerja

Alat ukur yang digunakan multimeter dan osiloskop

Hasil pengukuran :

a. Tegangan kerja penerima

Pada bagian penerima pengukuran dilakukan pada keluaran TR-1 dan TR-2 dimana kedua transistor tersebut merupakan penguat awal dari rangkaian penerima disamping itu juga pengukuran juga dilakukan pada keluaran dari D1, serta keluaran pada TR-4 sebagai penguat akhir.

- 1) Dalam keadaan menerima sinyal
 Keluaran (*output*) TR-1 = 1,32 Volt
 Keluaran (*output*) TR-2 = 4,84 Volt
 Keluaran (*output*) D1 = 3,36 Volt
 Keluaran (*output*) TR-4 = 0,080 Volt

- 2) Dalam keadaan tanpa menerima sinyal
 Keluaran (*output*) TR-1 = 0,014 Volt
 Keluaran (*output*) TR-2 = 1,98 Volt
 Keluaran (*output*) D1 = 1,515 Volt
 Keluaran (*output*) TR-4 = 71 mVolt

b. Tegangan kerja pemancar

Tegangan pada transduser:

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan osiloskop dengan hasil sebagai berikut :

jumlah kotak : 3,7

Volt / div : 2

Tegangan : $3,7 \times 2 = 7,4 \text{ Vpp}$

Besarnya tegangan efektif (V_{rms}) adalah

$0,5 \times V_{pp} = 0,5 \times 7,4 \text{ Vpp}$

$= 3,7 \text{ Volt}$

c. Arus pada transduser : 24 mA

Dengan mengetahui tegangan dan arus pada transduser maka dapat ditentukan besarnya daya yang dipancarkan oleh transduser yaitu sebesar

$$P = V_{\text{transduser}} \times I_{\text{transduser}}$$

$$= 3,7 \times 24 \cdot 10^{-3} = 0,088 \text{ watt}$$

Pengujian Jarak Maksimum Pemancaran Sinyal

Pengujian dilakukan dengan menempatkan pemancar dan penerima secara berhadapan tanpa ada halangan diantaranya. Pengamatan dilakukan dengan mengubah-ubah besar VR pada rangkaian pemancar ini disebabkan karena VR sangat berpengaruh pada besar amplitudo pengiriman sinyal dari transduser pemancar, dimana, menurut teori jika amplitudo semakin besar maka jarak pancar suatu pemancar akan semakin jauh.

Sesuai sifat dari gelombang ultrasonik apabila jarak semakin jauh, maka amplitudo gelombang akan semakin berkurang sehingga dengan meningkatkan amplitudo gelombang pemancar akan diperoleh jarak pancar yang semakin jauh. Hal ini sesuai dengan data hasil percobaan dibawah ini:

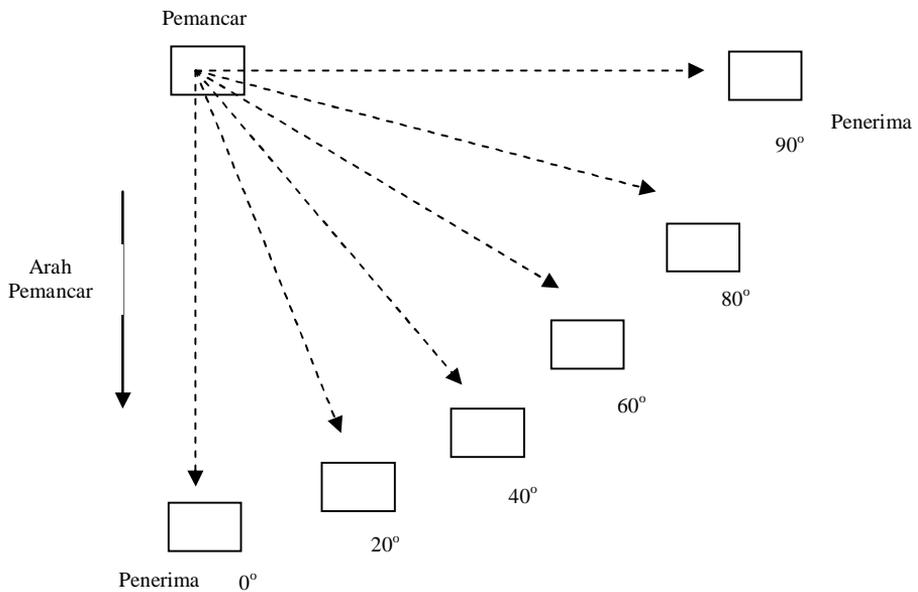
Tabel 1 Pengaruh VR dan Amplitudo Terhadap Jarak Pancar

Frekuensi Pemancar (KHz)	VR (Ω)	Amplitudo pemancar (V_{pp})	Jarak Maksimum (meter)
40	>800	2,2	<1
40	700	2,8	2
40	600	3,2	3
40	400	3,9	4
40	200	5,4	5
40	100	7,2	6
40	80	9	7
40	70	10	8
40	55	11	9
40	40	12	10
40	34	12,8	11
40	20	13,4	12
40	14	13,8	13
40	8	14,2	14
40	3	14,8	15

Dari data diatas dapat dilihat bahwa menurunnya nilai tahanan pada VR menyebabkan kenaikan nilai amplitudonya, sehingga, jarak maksimum yang dapat dicapai pemancar untuk mengirimkan sinyal menuju penerima naik secara signifikan yaitu sampai dengan ± 15 meter.

Pengujian Sensitifitas Penerima pada Sudut Pancar yang Berbeda

Pengujian dilakukan dengan menempatkan pemancar pada posisi sudut yang berbeda-beda terhadap penerima. Pemancar dan penerima ditempatkan sejauh 1 sampai 15 meter dengan VR pada pemancar sebesar 3 Ω , kemudian posisi penerima digeser setiap 10^o, proses penerimaan sinyal ditandai dengan posisi relai pada rangkaian penerima *on* atau *off*.



Gambar 4 Posisi Pemancar dan Penerima

Dari Tabel 2 dibawah dapat dilihat bahwa sudut pancar yang berbeda sangat berpengaruh pada relai dalam rangkaian penerima, apakah relai tersebut dalam keadaan aktif (*on*) atau pasif (*off*), apabila posisi relai pada pemancar dalam keadaan aktif (*on*) ini berarti rangkaian penerima tidak mendapatkan sinyal lagi dari rangkaian pemancar dan dengan segera dapat mengaktifkan ponsel untuk melakukan proses pemanggilan.

Dari hasil pengujian yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut

Tabel 2 Pengujian Penerimaan Sinyal

Jarak Pemancar (meter)	Posisi Relay Pada Sudut 0 ⁰ - 90 ⁰									
	0 ⁰	10 ⁰	20 ⁰	30 ⁰	40 ⁰	50 ⁰	60 ⁰	70 ⁰	80 ⁰	90 ⁰
1	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>
2	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>
3	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>
4	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>
5	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>
6	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>
7	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>
8	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>
9	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>
10	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>
11	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>
12	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>
13	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>
14	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>						
15	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>							

Dari tabel 2 juga dapat dilihat dengan menggunakan VR sebesar 3 Ω , maka pada jarak pancar 1 sampai 9 meter, relai pada rangkaian penerima akan aktif (*on*) mulai sudut 80⁰ keatas, sedangkan mulai dari jarak pancar 10 sampai 15 meter, sudut pengaktifan relai berkurang 10⁰ setiap 1 meternya, misalnya pada jarak pancar 10 meter sudut pengaktifan relainya mulai sudut 70⁰ keatas, sedangkan pada jarak pancar 11 meter sudut pengaktifan relainya mulai sudut 60⁰ keatas begitu seterusnya sampai dengan jarak pancar 15 meter.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pengukuran yang telah di dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

Jarak pancar maksimum dari pemancar ultrasonik tersebut \pm 15 meter.

1. Perubahan Variabel Resistansi (VR) pada rangkaian pemancar mempengaruhi keluaran amplitudonya, sehingga begitu juga dengan jarak pancarnya, semakin kecil nilai resistansinya menyebabkan amplitudonya bertambah, sehingga jarak pancarnya dapat semakin jauh, tetapi perubahan nilai VR hanya pada nilai resistansi tertentu.
2. Dari pengujian sensitifitas penerima pada sudut pancar yang berbeda dapat dilihat bahwa dengan menggunakan VR sebesar 3 Ω , maka pada jarak pancar 1 sampai 9 meter, relai pada rangkaian penerima akan aktif (*on*) mulai sudut 80⁰ keatas, sedangkan mulai dari jarak pancar 10 sampai 15 meter, sudut

pengaktifan relai berkurang 10^0 setiap penambahan jarak pancar 1 meter, misalnya pada jarak pancar 10 meter sudut pengaktifan relainya mulai sudut 70^0 keatas, sedangkan pada jarak pancar 11 meter sudut pengaktifan relainya mulai sudut 60^0 keatas begitu seterusnya sampai dengan jarak pancar 15 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Ernest O. Doebelin, 1987, Sistem Pengukuran Aplikasi dan Perancangan, Penerbit Erlangga. Jakarta
- Edy Supriyadi, 1999, Sistem Pengaman Tenaga Listrik, Adicita Karya Nusa
- George Loveday, 1992, Intisari Elektronika, Penerbit PT Elex Media Komputindo kelompok Gramedia. Jakarta
- Milman dan Halkias (M. Barmawi dan M.O. Tjia), 1992, Elektronika Terpadu jilid I, Penerbit Erlangga. Jakarta
- Robert L. Shreder, 1991, Komunikasi Elektronika jilid I, Penerbit Erlangga. Jakarta
- Sutomo, 2003, Pengantar Sistem Komunikasi Nirkabel, Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi
- WWW.Stanford.edu
- WWW.Uogelp.ca