

PEMANFAATAN MIKROKONTROLER AT89S51 SEBAGAI PENGGESER FASA PADA ANTENA ARRAY

Oleh :

Rikki Vitria

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang

rikki_la_pdg@yahoo.com

ABSTRACT

Utilization of microcontroller especially MCS-51 family has been widely implemented in various applications, such as control and telecommunications applications. One of them is the phase shifting array antenna in the telecommunication field. The Array Antenna was designed from some of dipole antenna. Each element at dipole antenna has a different phase and can be controlled electronically. The phase shifting was done using AT89S51 microcontroller that functioned as an electronic switch on the transmission cable connection. The phase of the array antenna will be moved without moving the structure of the array antenna itself, so that the direction of radiation pattern can be changed in accordance with the phase shifting between the antenna elements.

Keywords : Microcontroller AT89S51, Antenna, phase shifting, radiation pattern

PENDAHULUAN

Pemanfaatan mikrokontroler khususnya keluarga MCS-51 telah banyak diaplikasikan pada berbagai aplikasi. Mikrokontroler merupakan sebuah kemajuan teknologi semikonduktor yang dibentuk dari kandungan transistor yang lebih banyak, tetapi ditampung pada ruang yang kecil dan diproduksi secara masal. Sehingga mikrokontroler dapat mudah diperoleh dengan harga yang terjangkau. Disamping itu pembuatan sistem minimum yang menggunakan mikrokontroler ini tidak memerlukan tempat yang besar, sehingga sangat efisien digunakan untuk berbagai aplikasi pengontrolan dan telekomunikasi. Salah satu pemanfaatan mikrokontroler ini adalah pada pengontrolan parameter antena

Antena merupakan komponen yang sangat penting dalam telekomunikasi khususnya telekomunikasi radio, baik yang bersifat *broadcast* maupun *point to point*. Antena berfungsi sebagai transduser, yang mengubah gelombang listrik menjadi gelombang elektro-magnetik pada ruang bebas. Setiap antena memiliki frekuensi kerja tertentu, dimana antena dapat memancarkan dan menerima gelombang secara optimal. Antena meradiasikan gelombang listrik menjadi gelombang elektro-magnetik pada ruang bebas akan membentuk pola tertentu yang disebut pola radiasi.

Radar merupakan salah satu jenis antena yang pengarahannya sinyal gelombang elektromagnetiknya melalui perputaran antena yang dikendalikan oleh motor penggerak. Motor penggerak ini memerlukan daya yang besar dalam aplikasinya dan banyak membutuhkan

biaya untuk perawatannya. Sementara itu antena array merupakan sebuah antena yang pancaran atau penerimaannya lebih besar pada suatu arah tertentu dan lebih kecil pada arah yang lain. Antena array dirancang sedemikian rupa dari beberapa antena *dipole*, dimana setiap elemennya memiliki fasa yang berbeda. Fasanya dapat digeser tanpa menggerakkan antena itu sendiri. Pergeseran fasa ini akan menyebabkan arah pola radiasi antenanya dapat diubah-ubah. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sebuah alat yang dapat merubah pola radiasi antena array tanpa harus merubah posisi antenanya.

TINJAUAN PUSTAKA

Antena

Sistem Telekomunikasi radio terdiri dari perangkat transmitter dan receiver. Transmitter berfungsi membangkitkan sinyal RF. Setelah sinyal RF dibangkitkan selanjutnya diradiasikan melalui ruang bebas menuju receiver. Perangkat yang melakukan proses radiasi ini disebut Antena. Energi sinyal dari Transmitter dikirimkan melalui media udara dengan menggunakan Antena pengirim, dan energi sinyal akan di tangkap pada receiver menggunakan antena penerima.

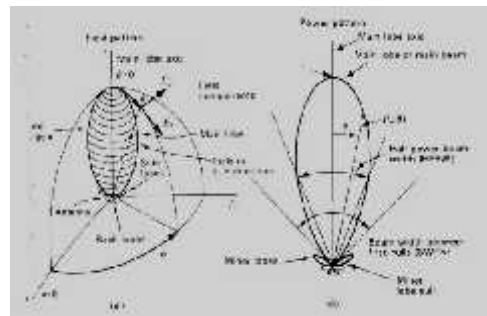
Energi RF dikirimkan melalui media udara dalam bentuk medan elektromagnetik. Medan Elektromagnetik tersebut menuju antena penerima, dan selanjutnya menginduksikan tegangan pada antena (berupa konduktor) di penerima. Induksi tersebut diteruskan ke receiver dan dikembalikan kedalam bentuk informasi.

Pola Radiasi

Radiasi dari suatu antena akan membentuk pola tertentu yang disebut pola radiasi. Pola radiasi dapat

didefinisikan sebagai gambaran kekuatan pancaran/penerimaan sinyal suatu antena dalam fungsi sudut.

Bentuk umum pola radiasi antena dapat dilihat pada Gambar 1 (a) diperlihatkan bentuk pola radiasi antena pada sistem koordinat tiga dimensi. Sedangkan pada gambar 1 (b) diperlihatkan bentuk pola radiasi dalam koordinat polar (sudut).



Gambar 1 Pola Radiasi Antena

Polaradiasi dapat dibedakan beberapa macam yaitu:

1. Pola radiasi Omnidirectional

Pola radiasi omnidirectional adalah pola radiasi yang sama ke segala arah. Pola radiasi omnidirectional dihasilkan oleh antena isotropis. Dengan bentuk polaradiasi seperti ini memungkinkan pengguna menangkap sinyal disetiap penjuru antena pemancar sebagaimana Antena yang digunakan pada siaran radio atau pada telepon genggam. Kekurangan dari bentuk pola radiasi omnidirectional mempunyai jarak pancaran yang pendek sehingga daerah cakupannya kecil. Pola radiasi Omnidirectional dapat dilihat pada gambar 2 (a).

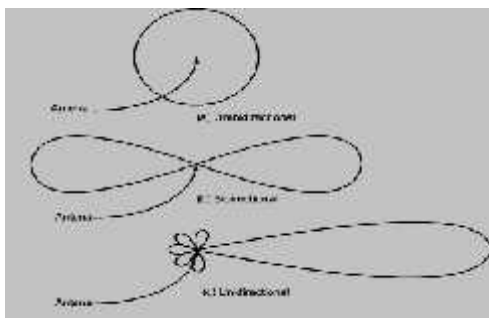
2. Polaradiasi Bidirectional (dua arah)

Polaradiasi Bidirectional adalah pola radiasi dua arah. Yaitu arah depan dan arah belakang antena.

3. Pola radiasi Unidirectional

Pola radiasi antena yang pancaran dan penerimaannya hanya satu tempat atau satu arah sebagaimana pada gambar 2 (c). Dengan bentuk pola radiasi seperti

ini, pancaran antenna mampu mempunyai jarak yang lebih jauh dibandingkan dengan antenna berpolarisasi omnidirectional apabila diasumsikan daya pancar kedua antenna sama. Tetapi pola radiasi ini hanya bisa melingkupi suatu daerah pada arah tertentu.



Gambar 2 Bentuk Pola Radiasi Antena

Pengukuran pola radiasi antenna dapat dilakukan dengan mengukur level terima dari suatu antenna dengan sudut antenna pemancar bervariasi dari 0 sampai dengan 359° dan menggambarkan setiap level pada fungsi sudut.

Gain Antena

Gain antenna adalah perbandingan daya pancar suatu antenna terhadap daya pancar antenna referensi, atau penambahan daya yang diradiasikan pada arah tertentu dari suatu antenna dibandingkan dengan daya yang diradiasikan pada arah yang sama oleh suatu antenna referensi. Gain antenna disebut juga dengan power gain.

Bandwidth Antena.

Pemakaian sebuah antenna dalam sistem pemancar atau penerima selalu dibatasi oleh daerah frekuensi kerjanya. Pada range frekuensi kerja tersebut antenna dituntut harus dapat bekerja dengan efektif agar dapat menerima atau memancarkan gelombang pada band frekuensi tertentu. Pengertian harus dapat bekerja dengan efektif adalah bahwa distribusi arus dan impedansi dari

antenna pada range frekuensi tersebut benar-benar belum banyak mengalami perubahan yang berarti. Sehingga pola radiasi yang sudah direncanakan serta VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) yang dihasilkannya masih belum keluar dari batas yang diijinkan. Daerah frekuensi kerja dimana antenna masih dapat bekerja dengan baik dinamakan bandwidth antenna. Suatu misal sebuah antenna bekerja pada frekuensi tengah sebesar f_c , namun masih dapat bekerja dengan baik pada frekuensi f_1 (di bawah f_c) sampai dengan f_2 (di atas f_c), maka lebar bandwidth dari antenna tersebut adalah $(f_2 - f_1)$. Tetapi apabila dinyatakan dalam prosentase, maka bandwidth antenna tersebut adalah :

$$B = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \quad (1)$$

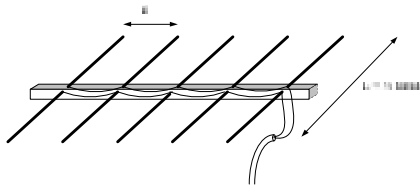
Bandwidth yang dinyatakan dalam prosentase seperti ini biasanya digunakan untuk menyatakan bandwidth antenna-antenna yang memiliki band sempit (narrow band). Sedangkan untuk band yang lebar (broad band) biasanya digunakan definisi rasio antara batas frekuensi atas dengan frekuensi bawah.

$$BW = \frac{f_2}{f_1} \quad (2)$$

Suatu antenna digolongkan sebagai antenna broad band apabila impedansi dan pola radiasi dari antenna itu tidak mengalami perubahan yang berarti untuk $f_2 / f_1 > 1$. Batasan yang digunakan untuk mendapatkan f_2 dan f_1 adalah ditentukan oleh harga VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) = 1.

Antenna Array

Antenna array merupakan sistem yang terdiri dari sejumlah elemen radiasi yang umumnya sama yaitu di susun dan di bangkitkan untuk mendapatkan pola direksional.



Gambar 3 Antena Array

Setiap elemen akan memberikan peningkatan daya pancar/terima dari antena (power gain). Jadi semakin bertambah jumlah elemen maka power gain akan semakin tinggi.

Pada pembuatan elemen antena array yang terdiri dari antena dipole dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (3)$$

dimana:

- λ = Panjang gelombang (cm)
- c = Kecepatan cahaya dalam ruang hampa (3×10^8 m/s)
- f = frekuensi (Mhz)

untuk panjang antena digunakan rumus:

$$L = \frac{1}{2} \lambda \quad (2.8) \quad (4)$$

- L = panjang antena (cm)
- λ = Panjang gelombang (cm)

untuk menentukan Spasi (jarak elemen) tiap antena

$$D = \frac{1}{2} \lambda \quad (5)$$

dimana:

- D = spasi (jarak elemen)
- λ = Panjang gelombang (cm)

Spasi (jarak elemen) pada elemen yang dicatu, bisa di tentukan sendiri asal tidak terlalu renggang atau dapat digunakan rumus:

$$D_a = L - \text{spasi yg di inginkan (mm)} \quad (6)$$

Sehingga jarak panjang satu elemen antena adalah

$$L = \frac{D_a}{2} \quad (7)$$

Dimana:

- D_a = panjang elemen setelah dikurangi spasi (cm)
- L = panjang elemen

Pola radiasi antena array lebih besar pada arah tertentu dan lebih kecil pada arah yang lain. Pola radiasi yang dihasilkan antena array dinamakan Array Factor (AF) dengan persamaan dibawah ini

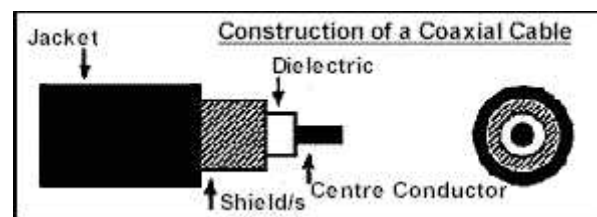
$$AF = A_0 \frac{\sin(N \frac{\psi}{2})}{N \sin(\frac{\psi}{2})} \quad (8)$$

dimana:

- N = Jumlah Elemen
- D = Jarak antar elemen
- A = Pusat jari-jari AF
- $\psi = \beta d \cos \theta + \alpha$
- $\beta = \frac{2\pi}{\lambda}$

Saluran Transmisi

Saluran transmisi yang digunakan yaitu kabel coaxial. Kabel Coaxial adalah kabel yang paling umum digunakan untuk transmisi sinyal video. Nama coaxial mengacu pada sumbu umum dari dua konduktor.



Gambar 4 Kabel coaxial

Sebuah kabel koaksial memiliki tembaga padat atau tembaga berlapis baja. Inti konduktornya dikelilingi oleh suatu bahan dielektrik isolasi non-konduktif. Kebanyakan kabel koaksial digunakan untuk aplikasi video yang memiliki impedansi 75 ohm. Karakteristik yang berbeda listrik dan fisik membuatnya penting untuk memilih jenis kabel yang benar dan

sesuai dengan aplikasi. Kabel koaksial yang sesuai dengan spesifikasi Pemerintah AS diidentifikasi dengan sebutan RG. Arti dari masing-masing kabel sebagai berikut:



Gambar 5 Arti Masing-Masing Kabel

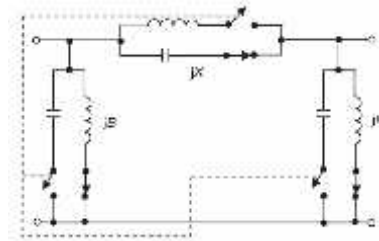
Jika huruf A, B atau C muncul sebelum slash (/) itu menunjukkan spesifikasi modifikasi atau revisi. Sebagai contoh, RG 8 / U digantikan oleh RG 8A / U.

Phase Shifter (Penggeser Fasa)

Phase shifter (Robert R. Romanofsky, 2007) adalah suatu perangkat untuk menggeser atau menambah fasa dari sinyal yang ditransmisikan pada system. Dalam aplikasi antena phase shifter digunakan untuk menggeser fasa sinyal yang di umpankan ke antena. Ada beberapa metoda yang bisa digunakan untuk menggeser fasa dari sinyal diantaranya Loaded line phase shifter, switched line phase shifter.

a. High pass /Low pass phase shifter

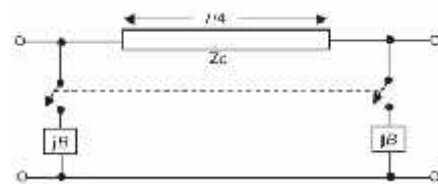
Penggunaan reaktansi variable secara seri atau shunt dapat digunakan untuk melakukan penggeseran fasa. Sebuah high pass/low pass phase shifter dengan model π network menggunakan kapasitor diskrit ditunjukkan oleh gambar 8. Pada konfigurasi high pass yang ditunjukkan pada gambar, untuk kondisi circuit match, $X = 2B/(1+B^2)$ dan fasa adalah sebesar $\tan^{-1}(2B/(B^2-1))$. Sebagai saklar bisa digunakan PIN diode atau MESFETs. Dengan rangkaian ini memungkinkan melakukan penggeseran fasa sebesar 180° .



Gambar 6 High pass/low pass π network phase shifter

b. Loaded Line Phase Shifter

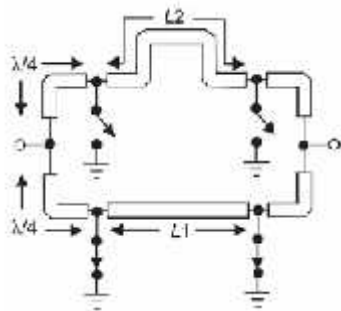
Jenis phase shifter dengan loaded line ini memungkinkan penggeseran fasa 22.5° sampai dengan 45° . Rangkaian dari loaded line phase shifter ditunjukkan pada Gambar 7. Beban reaktif pada gambar sepanjang $1/4$ panjang gelombang dipasang secara shunt pada saluran transmisi untuk menghasilkan penggeseran fasa. Susceptance kedua (jB) dipasang untuk menghasilkan pantulan, dimana secara terpisah menghilangkan pantulan pada susceptance pertama (jB).



Gambar 7 Loaded line phase shifter

c. Switched line phase Shifter.

Switched line phase shifter ditunjukkan pada Gambar 8. Saklar SPDT digunakan untuk mengalihkan antara saluran transmisi yang mempunyai panjang yang berbeda. Berbeda dengan dua model sebelumnya, delay yang dihasilkan sesuai dengan dengan waktu (true time delay) sehingga memungkinkan menghasilkan fasa respon fasa yang sesuai dengan frekuensi. Pergeseran fasa diberikan oleh :



Gambar 8 Switched line phase shifter.

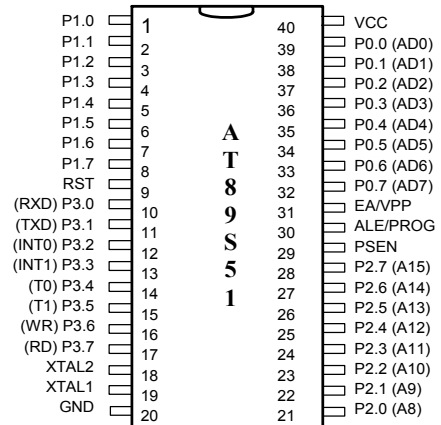
Dari ketiga model phase shifter yang dijelaskan diatas, switched line phase shifter yang memungkinkan penggeseran multi fasa sehingga memungkinkan digunakan untuk diaplikasikan untuk menggeser fasa variabel dari $0^{\circ} - 360^{\circ}$.

Mikrokontroller

Mikrokontroller jika diterjemahkan secara harfiah, berarti pengendali yang berukuran mikro. Sekilas mikrokontroller hampir sama dengan mikroprosesor. Namun mikrokontroller mempunyai banyak komponen yang terintegrasi didalamnya, seperti timer/counter. Sedangkan pada mikroprosesor komponen tersebut tidak terintegrasi.

MCS-51 pertama kali dikembangkan oleh Intel Corporation pada tahun 70-an sehingga dapat dibilang usia MCS-51 telah lebih dari 24 tahun. MCS-51. Mikrokontroller ini merupakan salah satu keluarga mikrokontroller yang sampai sekarang masih banyak dikembangkan oleh berbagai produsen seperti Atmel Corp, Philips Semiconductors, Cygnal Integrated products,inc, dan Winbond Electronics Corp. Salah satu jenis dari mikrokontroller MCS-51 tersebut yang banyak digunakan pada saat ini yaitu jenis AT89S51.

Mikrokontroller AT89s5 memiliki konfigurasi pin-pin yang dapat dikelompokkan menjadi pin sumber tegangan, pin kristal, pin kontrol, pin input/output dan pin interupsi.



Gambar 9 Susunan pin AT89S51

Mikrokontroller AT89S51 buatan ATMEL ini memiliki fitur:

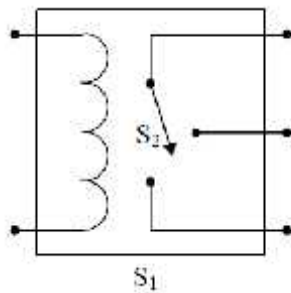
- PEROM (Programmable Erasable Read Only Memory) 4 kbyte untuk program
- RAM internal 128 byte
- In-System Programming
- 4 buah port I/O masing-masing 8 bit (P0 – P3)
- 2 buah Timer/counter 16 bit
- 5 buah sumber interupsi
- Sebuah port serial full duplex
- Tiga level penguncian program (menghindari pembajakan program)
- Memiliki mode operasi daya rendah

Relay

Relay adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi melindungi, memutuskan atau menghubungkan suatu rangkaian listrik yang satu ke rangkaian yang lain, bekerja secara otomatis yang digerakkan oleh magnet. Relay berisi suatu kumparan yang apabila dimagnetisasi arus searah akan membangkitkan medan magnet yang akan memutuskan satu atau lebih kontak mekanis.

Kumparan relay yang mengoperasikan dua kontak terpisah yaitu S1 (terbuka normal) dan S2 (tertutup normal). Pada saat kumparan dilewati arus searah, S1 akan tertutup dan S2 akan terbuka. Setelah arus

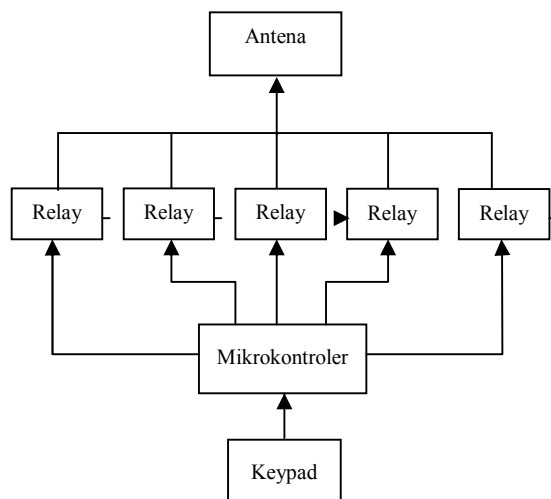
menghilang, kedua kontak kembali pada keadaan semula.



Gambar 10 Simbol Relay

METODE PENELITIAN

Perancangan dan pembuatan antenna array dengan alat penggeser fasa secara swich elektronik dijelaskan pada blok diagram sebagai berikut:



Gambar 11 Blok diagram alat penggeser fasa

Pada pembuatan penggeser fasa secara swich elektronik dapat dijelaskan bahwa swich elektronik menggunakan relay untuk mengaktifkan panjang kabel transmisi pada satu antenna. Setiap antenna memiliki lima (5) perubahan panjang kabel transmisi sehingga memerlukan lima (5) relay. Relay ini akan di kontrol oleh mikroprosesor AT89S51 dengan keypad yang memberikan input, Sehingga dapat menentukan panjang kabel transmisi yang digunakan untuk

antenna array, seperti yang terlihat pada Gambar 11.

Pembuatan Antena Array

Sebelum membuat antenna terlebih dahulu merancang bentuk antenna yang akan dibuat. Pada perancangan antenna array ini dirancang antenna 5 elemen dipole untuk menghasilkan arah maksimal yang berbeda-beda.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam merancang antenna adalah :

- Ukuran antenna atau panjang elemen tergantung pada frekuensi yang digunakan dan panjang gelombangnya.
- Frekuensi kerja yang digunakan, disini menggunakan frekuensi sebesar 850Mhz. Penggunaan frekuensi 850 Mhz ini karena pada frekuensi ini tidak ada pengguna seperti radio dan stasiun TV sehingga memudahkan dalam pengukuran antenna.

Perhitungan Panjang Elemen Dan Spasi Antena

Antenna array terdiri dari beberapa antenna individual yang disusun secara parallel. Dalam pembuatan antenna array ini menggunakan 5 antenna dipole $\frac{1}{2} \lambda$ yang disusun sejajar. Dengan frekuensi kerja dari antenna adalah 850 Mhz maka dapat dihitung panjang elemen antenna dengan menggunakan rumus persamaan 3 dan 4 yaitu:

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

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{850 \text{ MHz}}$$

$$\lambda = 0,35294 \text{ m}$$

$$\lambda = 35,29 \text{ cm}$$

Jadi panjang elemen antenna yang digunakan pada frekuensi 850 MHz adalah 35,29 cm. sedangkan panjang elemen yang digunakan untuk

perancangan yaitu $\frac{1}{2} \lambda$, maka didapat perhitungan sebagai berikut:

$$L = \frac{1}{2} \lambda$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 35,29 \text{ cm}$$

$$= 17,64 \text{ cm}$$

Dari hasil diatas dapat diketahui bahwa panjang elemen antenna dipole $\frac{1}{2} \lambda$ adalah 17,64 cm. Jarak elemen pada elemen yang dicatu, diberi spasi sebesar 2 mm. sehingga dapat dihitung dengan persamaan 6 yaitu:

$$D_a = L - 2 \text{ mm}$$

$$= 17,64 - 0,2$$

$$= 17,42 \text{ cm}$$

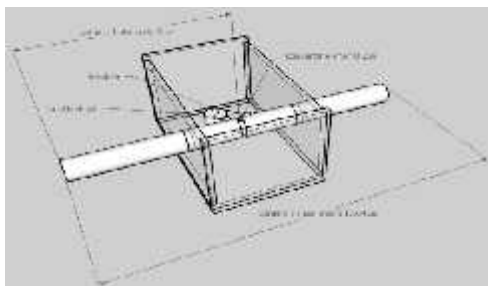
Jadi tiap satu elemen dikurangi dengan 1 mm. Maka ukuran tiap satu elemen antenna dapat dihitung dengan persamaan 7 yaitu:

$$L = \frac{D_a}{2}$$

$$= \frac{17,42 \text{ cm}}{2}$$

$$= 8,71 \text{ cm}$$

Berdasarkan hasil perancangan diatas, maka antenna dapat di rangkai dengan memasang tiap elemen antenna pada kotak antenna yang telah di beri konektor. Perangkaian antenna ini dapat di lihat pada gambar berikut ini:



Gambar 12 perangkaian elemen antenna



Gambar 13 Bentuk asli perangkaian elemen antenna

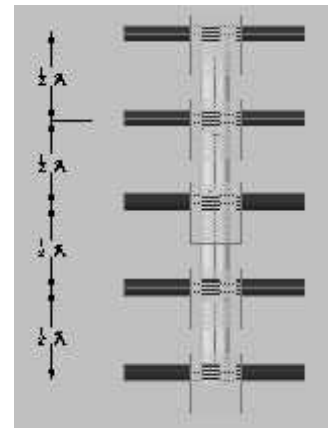
Selanjutnya antenna tersebut dipasang secara sejajar untuk membentuk antenna array 5 elemen. Dalam menentukan jarak satu antenna dengan antenna lainnya dapat menggunakan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$D = \frac{1}{2} \lambda$$

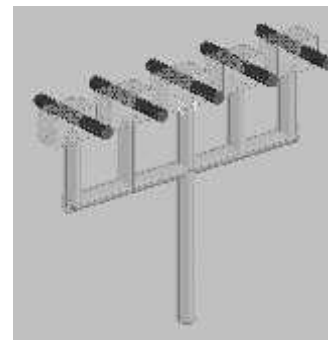
$$= \frac{1}{2} (35,29 \text{ cm})$$

$$= 17,64 \text{ cm}$$

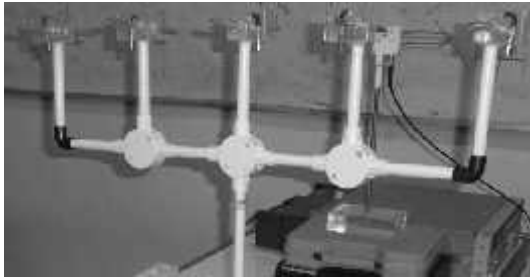
Jadi jarak antar antenna adalah 17,64 cm, sehingga antenna dapat dirangkai secara sejajar seperti gambar berikut ini:



Gambar 14 pemasangan tiap antenna pada tiang (tampak atas)



Gambar 15 pemasangan tiap antenna pada tiang (tampak samping)



Gambar 16 Bentuk asli pemasangan antenna pada tiang

Kabel Transmisi

Kemudian membuat kabel transmisi yang akan di pasang pada relay agar menghasilkan phasa pada sudut tertentu di antenna array. Panjang kabel transmisi antenna array dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1 panjang kabel transmisi antenna array

Ukuran (λ)	Ukuran (Cm)
$\frac{1}{2} \lambda$	17,64 cm
1λ	35,29 cm
$1 \frac{1}{4} \lambda$	44,11 cm
$1 \frac{1}{2} \lambda$	52,93 cm
2λ	70,58 cm

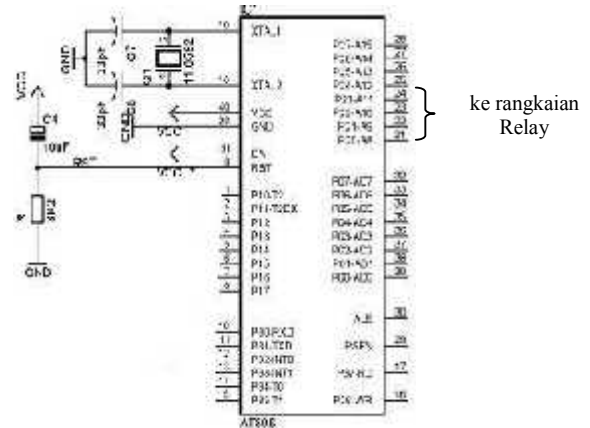
Impedansi kabel yang digunakan adalah 75Ω .

Pembuatan Elektronik Swich Untuk Mengeser Phasa

Pembuatan elektronik swich terdiri dari beberapa tahapan sebagi berikut:

Rangkaian Pengendali (control)

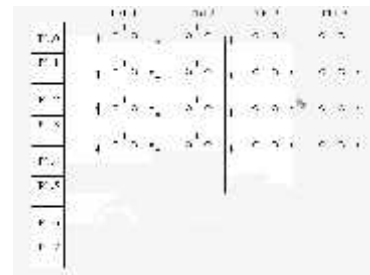
Rangkaian pengendali menggunakan sitem minimum yang berbasis mikrokontroler AT89S51. Adapapun gambar rangkaiannya seperti yang terlihat dibawah ini:



Gambar 17 Rangkaian Mikrokontroler AT89S51

Rangkaian Keypad

Rangkaian keypad berfungsi sebagai tombol untuk memasukan data ke mikrokontroler AT89s51 untuk diolah dan mengaktifkan relay. Rangkaian keypad di tunjukan pada gambar d bawah ini.

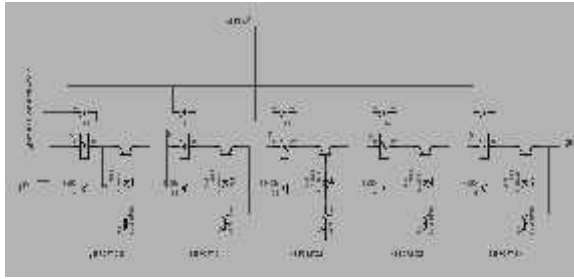


Gambar 18 Rangkaian keypad

Rangkaian keypad yang di gunakan adalah rangkaian keypad 4 x 4. Rangkaian keypad ini terdiri dari 16 tombol yang hubungan antara tombol-tombolnya dapat dilihat padad gambar diatas. Keypad ini dihubungkan ke mikrokontroler AT89S51 pada Port1

Rangkaian Relay dan Rangkaian LED Indikator

Rangkaian relay pada alat ini berfungsi untuk memutuskan atau menghubungkan kabel transmisi untuk antenna array dengan berbagai keadaan. Gambar rangkaian relay ini ditunjukkan pada gambar berikut ini:



Gambar 19 Rangkain Relay dan Led indikator

Prinsip kerja rangkaian ini pada dasarnya memanfaatkan fungsi transistor sebagai saklar elektronik. Tegangan atau sinyal pemicu dari transistor berasal dari mikrokontroler Port 2.0 (P2.0) sampai Port 2.4 (P2.4). Pada saat logika salah satu Port 2.0 (P2.0) sampai Port 2.4 (P2.4) tinggi (high), maka transistor mendapat tegangan bias dari kaki basis. Dengan adanya tegangan bias ini transistor akan berada mengalami keadaan saturasi, sehingga adanya arus yang mengalir ke kumparan relay. Hal ini akan menyebabkan saklar pada relay menjadi tertutup, sehingga akan menghidupkan led indikator dan rangkaian kabel transmisi antena pada relay akan terhubung. Begitu juga sebaliknya pada saat logika salah satu Port 2.0 (P2.0) sampai Port 2.4 (P2.4) rendah (low) maka transistor tidak mendapatkan tegangan pada kaki biasnya. Pada keadaan ini transistor berada dalam kondisi cut off. Hal ini akan menyebabkan led indikator akan mati dan kondisi relay dalam keadaan normally open, sehingga hubungan antara kabel transmisi ke antena array tidak terhubung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Beda Fasa

Pengukuran beda fasa dilakukan agar alat penggeser fasa yang di buat untuk antena array dapat bekerja dengan baik. Hasil pengukuran terlihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2 Pergeseran fasa

Panjang Kabel Transmisi	Δx (VPP)	X_T (VPP)
$\frac{1}{2} \lambda$ dengan $\frac{1}{2} \lambda$	0	7.4
$\frac{1}{2} \lambda$ dengan λ	0.2	7.4
$\frac{1}{2} \lambda$ dengan $1 \frac{1}{4} \lambda$	0.3	7.4
$\frac{1}{2} \lambda$ dengan $1 \frac{1}{2} \lambda$	0.5	7.4
$\frac{1}{2} \lambda$ dengan 2λ	0.9	7.4

Pengukuran Bandwidth Antena

Untuk pengukuran frekuensi bandwidth dari antena array bertujuan untuk mengetahui range frekuensi kerja dari antena yang dibuat. Hasil pengukuran terlihat pada Tabel 3 dibawah ini

Tabel 3 Hasil pengukuran bandwidth antena

No	Frekuensi (Mhz)	Daya terima (dBm)
1.	820	-61
2.	821	-61
3.	822	-60
4.	823	-60
5.	824	-60
6.	825	-60
7.	826	-59
8.	827	-59
9.	828	-59
10.	829	-58
11.	830	-58
12.	831	-58
13.	832	-57
14.	834	-57
15.	835	-56
16.	836	-55
17.	837	-55
18.	838	-56
19.	839	-56
20.	840	-57
21.	841	-58
22.	842	-59
23.	843	-59
24.	844	-60
25.	845	-60
26.	846	-60
27.	847	-60
28.	848	-60
29.	849	-61
30.	850	-61

Berdasarkan hasil pengukuran pada frekuensi Tabel 2 diatas terlihat bahwa pada frekuensi 820-823 MHz daya terima yang didapat adalah -57 dBm, pada frekuensi 824-831 MHz besar daya terimanya adalah -56 dBm, pada frekuensi 832-841 MHz daya terima yang diperoleh adalah -55 dBm, dan pada frekuensi 842-850 daya terima yang didapatkan adalah -56 dBm

Dari data diatas dapat diketahui bahwa range frekuensi maksimum berada pada frekuensi 832 MHz sampai 841 MHz dengan daya -55 dBm. Range frekuensi ini merupakan frekuensi kerja dari antenna atau disebut juga dengan bandwidth. Bandwidth antenna sangat dipengaruhi oleh luas penampang konduktor yang digunakan serta susunan fisiknya (bentuk geometrinya).

$$\begin{aligned}\text{Bandwith} &= f_2 - f_1 \\ &= 841 \text{ MHz} - 832\end{aligned}$$

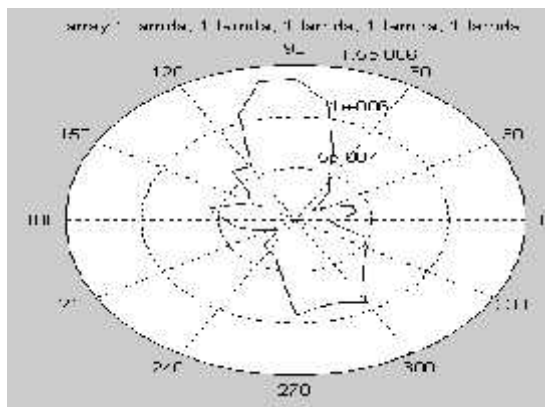
MHz

$$= 9 \text{ MHz}$$

Frekuensi tengah antenna 836,5 Mhz

Pengukuran Pola Radiasi Antena

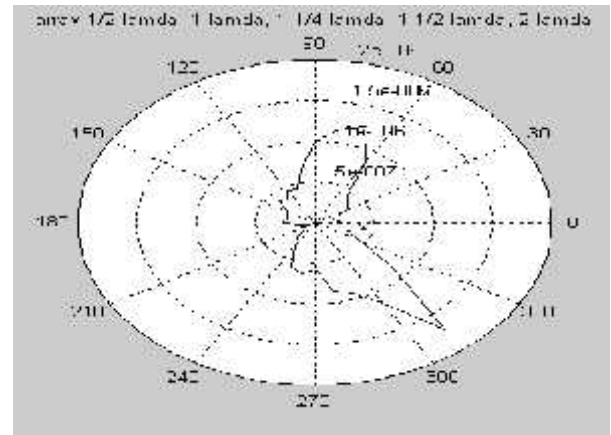
Hasil pengukuran antenna array di atas dengan λ sama dapat digambarkan dalam bentuk polar berikut:



Gambar 20 hasil polaradiasi antenna array horizontal dengan λ sama

Dengan λ yang sama pada antenna array horizontal arah polaradiasi maksimum dari antenna mengarah pada sudut 90° dan 100° dengan daya pancar -58,67 db dan daya pancar minimum mengarah pada sudut 220° dengan daya pancar -68,67 db

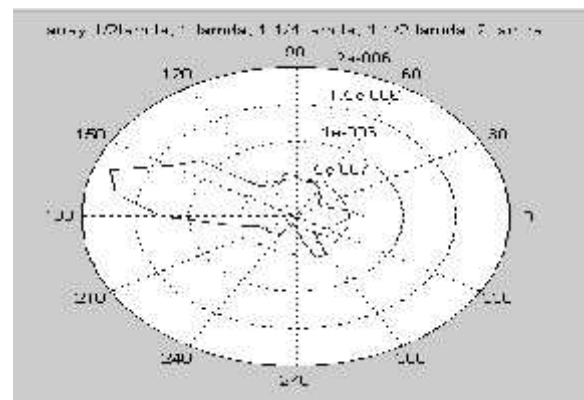
Hasil pengukuran antenna array horizontal di atas dengan variasi $1/2 \lambda$, 1λ , $11/4 \lambda$, $1 1/2\lambda$, dan 2λ dapat digambarkan dalam bentuk polar berikut:



Gambar 21 Hasil polaradiasi antenna array horizontal dengan variasi $1/2 \lambda$, 1λ , $11/4 \lambda$, $1 1/2\lambda$, dan 2λ

Berdasarkan gambar diatas dapat di ketahui bahwa polaradiasi antenna array dengan fariasi $1/2 \lambda$, 1λ , $11/4 \lambda$, $1 1/2\lambda$, dan 2λ pada antenna array arah pancaran maksimum mengarah pada sudut 310° dengan daya pancar -57,67 db dan arah pancaran minimum mengarah pada sudut 210° dengan daya pancar -72,34 db

Hasil pengukuran antenna array vertikal diatas dengan variasi $1/2 \lambda$, 1λ , $11/4 \lambda$, $1 1/2\lambda$, dan 2λ dapat digambarkan dalam bentuk polar berikut:

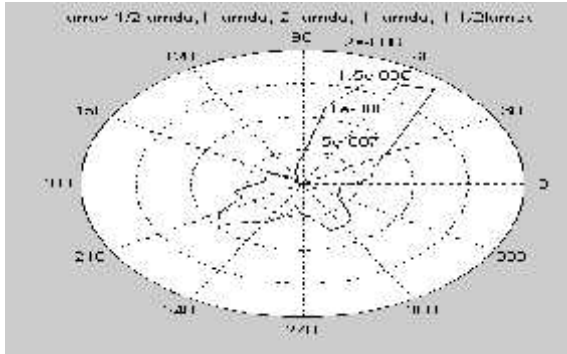


Gambar 22 Hasil polaradiasi antenna array vertikal dengan variasi $1/2 \lambda$, 1λ , $11/4 \lambda$, $1 1/2\lambda$, dan 2λ

Dengan variasi $1/2 \lambda$, 1λ , $11/4 \lambda$, $1 1/2\lambda$, dan 2λ pada antenna array vertikal arah polaradiasi maksimum dari antenna mengarah pada sudut 160° dengan daya pancar -57,34 db dan daya pancar

minimum mengarah pada sudut 240° dengan daya pancar -70,67 db

Hasil pengukuran antenna array vertikal diatas dengan variasi 1/2 λ, 1 λ, 2 λ, 1λ, 1/2 λ dapat digambarkan dalam bentuk polar berikut:



Gambar 23 Hasil polaradiasi antenna array vertikal dengan variasi 1/2 λ, 1 λ, 2 λ, 1λ, 1/2 λ

Pada gambar diatas dapat di ketahui bahwa polaradiasi antenna array vertikal dengan variasi 1/2 λ, 1 λ, 2 λ, 1λ, 1/2 λ arah pancaran maksimum mengarah pada sudut 50° dengan daya pancar -57,34 db dan arah pancaran minimum mengarah pada sudut 120° dengan daya pancar -71,34 db

Berdasarkan data-data diatas dapat dianalisa bahwa antenna array memiliki polaradiasi yang berbeda-beda. Pada antenna array 5 element horizontal dengan kombinasi panjang kabel catu λ, λ, λ, λ, λ polaradiasinya maksimum mengarah pada sudut 90° dan 100° dengan daya -58,67 dBm, dan daya terima minimum pada sudut 220° yaitu -68,67 dBm. Pada kombinasi panjang kabel fasa 1/2 λ, 1 λ, 11/4 λ, 1 1/2λ, dan 2 λ polaradiasi yang dihasilkan adalah maksimum pada sudut 310° daya terima -57,67 dBm, dan daya terima minimum pada sudut 210° dengan daya -72,34 dBm. Pada kombinasi panjang kabel fasa 1/2 λ, 1 λ, 2 λ, 1λ, 1/2 λ polaradiasi yang dihasilkan adalah pada sudut 40° daya terima -56,67 dBm, dan daya terima minimum pada sudut 230° dengan daya -71 dBm. Pada kombinasi antenna array 5 element

vertikal dengan panjang kabel fasa λ, λ, λ, λ, λ, daya terima maksimum pada sudut 30° dengan daya -53dBm, dan daya minimum pada sudut 180° dengan daya -66 dBm. Pada kombinasi panjang kabel fasa 1/2 λ, 1 λ, 11/4 λ, 1 1/2λ, dan 2 λ, daya terima maksimum pada sudut 160° dengan daya -57,34 dBm, dan daya minimum pada sudut 240° dengan daya -70,67 dBm. Pengarahan pola radiasi dari antenna array ini kurang efektif seharusnya pada keadaan panjang kabel catu λ, λ, λ, λ, λ dengan polarisasi antenna vertikal polaradiasi dari antenna mengarah pada sudut 0° sedangkan setelah dilakukan pengukuran polaradiasi dari array mengarah pada sudut 30°. Ini bisa di sebabkan karena sinyal pantul pada saat pengujian antenna, dan penggunaan komponen dalam rangkaian penggeser fasa. kemudian dari hasil ini dapat dihitung pergeseran (α) dari arah polaradiasi yang dihasilkan kombinasi panjang kabel.

Pengukuran Gain Antena

Pengukuran gain antenna dilakukan dengan cara membandingkan sebuah antenna standar dengan antenna yang akan diukur. Antena standar biasa digunakan sebagai antenna referensi. Dalam prakteknya antenna standar yang digunakan bisa berupa antenna dipole 1/2 λ. Hasil Pengukuran yang didapatkan terlihat pada tabel 4 dibawah ini:

Tabel 4 Hasil pengukuran daya pancar dan daya penerima antenna

Antena	Frekuensi (MHz)	Daya Pancar (dBm)	Daya Terima (dBm)
Dipole 1/2 λ horizontal	850	+16	-59
Dipole 1/2 λ vertikal	850	+16	-57
Array λ sama horizontal	850	+16	-66
Array 1/2λ, 1λ, 11/4λ, 11/2λ, 2λ	850	+16	-66,34
Array 1/2 λ, 1 λ, 2 λ, 1λ, 1/2 λ	850	+16	-60,34
Array λ sama vertikal	850	+16	-55,34
Array 1/2λ, 1λ, 11/4λ, 1 1/2λ, 2λ	850	+16	-62
Array 1/2 λ, 1 λ, 2 λ, 1λ, 1/2 λ	850	+16	-63

Berdasarkan hasil pengukuran dapat disimpulkan bahwa antenna array memiliki gain yang tinggi di bandingkan antenna referensi dipole 1/2 λ. Secara

teori tentang antena array gain antena array lebih besar dari antena individunya. Ini berarti bahwa antara alat yang dibuat telah mempunyai hasil yang sama secara teorinya.

KESIMPULAN

Berdasarkan proses pengerjaan alat, hasil pengukuran dan pengujian serta analisa yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Bentuk polaradiasi yang dihasilkan antena array berbeda-beda sesuai dengan bergesernya fasa (*phase shifter*) antar elemen antena array.
2. Dengan penggunaan mikroprosesor, pengalihan panjang kabel transmisi dapat dilakukan dengan cepat dan mudah serta arah polaradiasi dari antena array dapat di atur secara elektronik tanpa merubah posisi antena.
3. Gain antena array lebih besar dari antena dipole sebagai antena referensinya yaitu 7 dBm dengan kondisi fasa dari antena array sama.
4. Bandwith dari antena array yang dibuat sebesar 9 MHz yaitu dari frekuensi 832 MHz sampai 841 MHz. Bandwith ini merupakan frekuensi kerja antena.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Nalwan Paulus, *Panduan Praktis Teknik Antarmuka Dan Pemograman Mikrokontroler AT89C51*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2003
- Firdaus, Ramiati, Ratna Dewi, Ahmad Dahlan, *Pembuatan Penggeser Fasa (Phase Shifter) Gelombang Frekuensi Radio 700 MHz untuk Aplikasi Praktikum antena Array dan Radar*, Jurnal Ilmiah Elektron, Vol.3 No. 1 Edisi Juni 2011.

Mackenzie Scott, *The Microcontroller 8051*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, Columbus, Ohio, 1992

Firdaus dan Yulindon, *Modul Ajar Teori dan Perencanaan Antena*. - Politeknik Negeri Padang.

Liang Chi Shen dan Jin Au Kong. *Aplikasi Elektromagnetik*, 2001.

Robert R. Romanofsky, *Array Phase Shifters: Theory and Technology*, NASA, 2007.

