

**RANCANGAN *VOLTAGE STANDING WAVE RATIO* (VSWR) METER DIGITAL
BERBASIS IC MIKROKONTROLER ATMEGA8535 DI PROGRAM STUDI
TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN NAVIGASI UDARA
SEKOLAH TINGGI PENERBANGAN INDONESIA**

I.G.A. Ayu Mas Oka, S.SiT., MT⁽¹⁾, Gatot Kuswara, S.SiT⁽²⁾, I Komang Aditya P⁽³⁾

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang.

Abstrak : *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) merupakan perbandingan antara gelombang yang dikirim ke beban dengan gelombang yang dipantulkan kembali ke sumber. Terjadinya gelombang ini disebabkan oleh ketidaksesuaian antara impedansi saluran dengan impedansi beban yang dalam hal ini adalah antena. VSWR dapat diukur dengan menggunakan VSWR meter. Pada VSWR meter analog, nilai tegangan maksimum dengan tegangan minimum didapatkan dari pencuplikan tegangan oleh *directional coupler* yang kemudian dikirim ke kumparan putar yang menggerakkan jarum penunjuk untuk pembacaannya. Operasi pengukuran secara analog lebih rumit implementasinya. Oleh karena itu, diadakan penelitian dengan membuat rancangan VSWR meter digital berbasis IC mikrokontroler ATmega8535. Dengan menggunakan IC ATmega8535 operasi perhitungan menjadi lebih mudah dan dalam pembacaannya lebih mudah dengan menggunakan LCD dibandingkan dengan VSWR meter analog. *Directional coupler* sebagai pencuplik tegangan maju dan mundur, yang dihubungkan dengan detektor sehingga didapatkan tegangan maju dan mundur dalam bentuk tegangan DC. Tegangan keluaran dari detektor ini kemudian menjadi masukan ke mikrokontroler yang kemudian digunakan untuk operasi perhitungan nilai VSWR yang sudah diprogram dengan menggunakan *Code Vision AVR* dan hasilnya ditampilkan ke LCD. Hasil VSWR yang diperoleh pada VSWR meter digital mendekati nilai yang ditunjukkan SWR meter analog.

Kata Kunci : *ATmega8535, Directional coupler, impedansi, Voltage Standing Wave Ratio*

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Telekomunikasi merupakan suatu perpindahan informasi dari satu individu ke individu lain dengan suatu media tertentu dalam jarak yang jauh. Dalam telekomunikasi berupa suara sering digunakannya pemancar dan penerima FM atau AM sehingga menggunakan gelombang radio sebagai media pembawa informasi dan udara sebagai media merambatnya.

Dalam prakteknya, komunikasi dengan menggunakan gelombang radio dipengaruhi dengan berbagai macam faktor, salah satunya adalah penyaluran daya sinyal dari pemancar radio ke antena. Diharapkan daya yang sampai ke antena adalah maksimum sehingga rugi-rugi (*looses*) yang didapatkan adalah minimum. Salah satu sumber rugi-rugi (*looses*) adalah ketidaksesuaian antara impedansi saluran transmisi, seperti kabel koaksial/waveguide dengan antena, yang merupakan beban dari saluran tersebut. Ini menyebabkan tegangan sinyal yang dikirim dari pemancar ada yang dipantulkan kembali ke sumber. Gabungan dari tegangan yang dikirim dengan tegangan yang dipantulkan kembali pada saluran menimbulkan gelombang tegangan berdiri (*Standing Wave*).

Voltage Standing Wave Ratio (*VSWR*) merupakan rasio dari tegangan maksimal dengan tegangan

minimal dari suatu saluran transmisi akibat adanya pantulan gelombang oleh antena kembali ke pemancar. *VSWR* dapat mengindikasikan kecocokan impedansi dari kualitas suatu terminasi saluran. Nilai 2 *VSWR* dapat diukur dengan menggunakan alat ukur yang disebut dengan *VSWR* Meter.

Di program studi Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara (TNU) Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia telah dilakukan penelitian yang menghasilkan alat peraga *SWR* Meter analog oleh Febrini Mersy Seme dengan prinsip kerja nilai maksimum dan minimum dari gelombang yang dicuplik dibandingkan yang kemudian hasilnya dimasukkan ke kumparan putar sebagai indikator pembacaannya. Dengan prinsip jarum penunjuk, pembacaan nilai *SWR* ini dapat menyebabkan kesalahan. Salah satu kesalahan yang dapat terjadi adalah pembacaan yang tidak tepat karena peletakan alat ukur pada bidang yang tidak rata sehingga pembacaan menjadi tidak akurat. Selain itu rangkaian *SWR* meter analog ini lebih rumit implementasinya dalam bentuk rangkaian jika dikaitkan dengan ketelitian.

Dari fenomena yang terjadi, maka penulis berkeinginan untuk melakukan penelitian berjudul **“RANCANGAN *VOLTAGE STANDING WAVE RATIO* (*VSWR*) METER DIGITAL BERBASIS IC**

**MIKROKONTROLER
ATMEGA8535 DI PROGRAM
STUDI TEKNIK
TELEKOMUNIKASI DAN
NAVIGASI UDARA SEKOLAH
TINGGI PENERBANGAN
INDONESIA”**

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan sebelumnya, maka penulis mengidentifikasi masalah, yaitu:

1. Bagaimana hasil pengukuran nilai VSWR meter digital dibandingkan dengan SWR meter analog?
2. Bagaimana pengaruh bidang tempat diletaknya VSWR Meter Digital terhadap pembacaan nilai VSWR?
3. Apa saja kelebihan yang diberikan VSWR Meter Digital berbasis IC mikrokontroler ATMEGA8535 dibandingkan VSWR Meter Analog?
4. Bagaimana merancang VSWR meter digital berbasis IC mikrokontroler ATMEGA8535?

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan mengingat keterbatasan waktu dan biaya yang dimiliki penulis, maka penulis membatasi pembahasan masalah pada rancangan VSWR meter digital berbasis mikrokontroler ATMEGA 8535 dan

pengujiannya terhadap bidang datar dan bidang miring.

D. Perumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang, identifikasi dan pembatasan masalah yang penulis paparkan sebelumnya, maka pembahasan masalah akan dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan VSWR meter digital berbasis IC ATMEGA8535?
2. Bagaimana hasil perbandingan nilai pengukuran VSWR meter digital berbasis IC ATMEGA8535 dengan SWR meter analog?
3. Bagaimana pengaruh pengukuran yang diletakan pada bidang miring?
4. Apa saja kelebihan VSWR meter digital berbasis IC ATMEGA8535?

E. Maksud dan Tujuan

Maksud dari perancangan alat dan penulisan ini adalah untuk membuat rancangan *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) meter berbasis IC ATMEGA8535.

Adapun perancangan dan penulisan ini memiliki tujuan yang ingin dicapai, yaitu:

1. Untuk mengurangi kesalahan pembacaan karena peletakan alat ukur.
2. Untuk meningkatkan keakuratan pembacaan nilai VSWR.

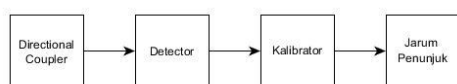
3. Untuk mempermudah pembacaan nilai VSWR.
4. Untuk meningkatkan pengetahuan penulis tentang Mikrokontroler

METODOLOGI PERANCANGAN

A. Desain Perancangan

1. Kondisi Saat Ini

Kondisi saat ini pada VSWR meter analog dapat digambarkan dengan diagram yang ditunjukkan pada gambar 3.1.



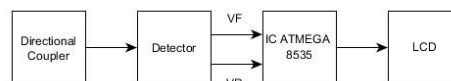
Gambar 3.1 Blok Diagram SWR Meter Analog

Sinyal yang dipancarkan dari pemancar ke antenna dicuplik menggunakan *Directional Coupler* yang kemudian sinyal tersebut diserahkan oleh blok detektor yang terdiri dari dua dioda yang identik sehingga mengurangi adanya kesalahan. Sinyal yang sudah diserahkan kemudian masuk ke trimmer yang berfungsi untuk mengkalibrasi tampilan analog yang berupa jarum penunjuk/ammeter.

2. Kondisi Yang Diinginkan

Dengan kondisi saat ini yang masih menggunakan ammeter sebagai penunjuk nilai SWR dan kalibrator

yang penggunaannya rumit, maka penulis ingin membuat percobaan dengan merubah jarum penunjuk menjadi LCD (*Liquid Crystal Display*) dan tidak menggunakan kalibrator tetapi menggantikannya dengan mikrokontroler untuk menghitung nilai VSWR secara langsung. Sehingga dengan rancangan ini diharapkan pembacaan nilai VSWR menjadi lebih mudah dan akurat karena nilai VSWR didapatkan dari perhitungan dan langsung ditampilkan berupa angka pada LCD. Kondisi yang diharapkan dapat dilihat pada blok diagram yang ditunjukkan di gambar 3.2.



Gambar 3.2 Blok Diagram VSWR Meter Digital berbasis IC ATMEGA8535

Kriteria Perancangan

Kriteria perancangan yang diharapkan oleh penulis, yaitu:

1. *Directional Coupler* berfungsi untuk mencuplik sinyal dengan indikator adanya sinyal yang mirip dengan sinyal yang terdapat pada pemancar.
2. Detektor berfungsi untuk menyearahkan sinyal yang telah dicuplik oleh *Directional Coupler* dengan harapan sinyal yang dihasilkan berupa tegangan DC.

3. Mikrokontroler 8535 berfungsi untuk merubah keluaran analog dari detektor menjadi digital kemudian melakukan penghitungan nilai VSWR dan memberikan perintah tampilan ke LCD dengan harapan program mikrokontroler dapat menghitung nilai VSWR dan memprogram LCD.

4. LCD berfungsi untuk menampilkan nilai VSWR dan diharapkan dapat menampilkan nilai VSWR.

PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Sistem Rancangan

Rancangan VSWR meter digital diharapkan dapat menghitung nilai VSWR, kemudian menampilkan nilai VSWR sesuai dengan perhitungan secara manual. Blok diagram dari sistem rangkaian dapat dilihat pada gambar 3.2. Rancangan VSWR meter digital ini terdiri dari 4 bagian, yaitu:

1. Rangkaian Directional Coupler

Rangkaian directional coupler berfungsi sebagai sensor tegangan dengan prinsip kerja menginduksi tegangan aslinya.

2. Rangkaian Detektor

Rangkaian detektor berfungsi sebagai penyearah arus dan menghasilkan tegangan DC agar bisa diproses oleh mikrokontroler.

3. Modul DI-Basic AVR

Modul DI-Basic AVR adalah suatu modul yang diproduksi oleh Depok Instruments. Modul ini sudah terdiri dari komponen-komponen dasar yang dibutuhkan untuk pengoperasian mikrokontroler. Mikrokontroler yang digunakan adalah jenis ATMEGA8535. 36

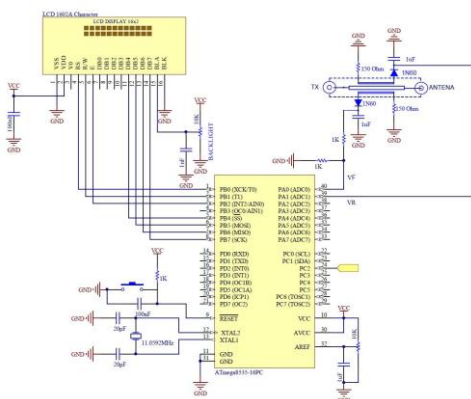
4. Modul DI-Smart LCD 16X2

Modul DI-Smart LCD merupakan suatu modul yang diproduksi oleh Depok Instruments. Modul ini sudah terdiri dari komponen-komponen dasar yang dibutuhkan untuk pengoperasian LCD 16X2.

Rancangan ini bekerja ketika ada sinyal dari pemancar yang dikirimkan ke beban/antena. Sinyal dari pemancar dicuplik menggunakan *directional coupler* yang kemudian sinyal tersebut disearahkan di bagian detektor sehingga dihasilkan tegangan DC. Kemudian tegangan DC tersebut menjadi masukan pada IC ATMEGA8535, dimana IC ini berfungsi untuk merubah sinyal analog menjadi digital kemudian melakukan perhitungan nilai VSWR. IC ATMEGA8535 juga diprogram untuk menampilkan nilai VSWR pada layar LCD.

Untuk melakukan penghitungan, mikrokontroler ATMEGA8535 diprogram menggunakan bahasa C. Program pertama yang dipasang adalah program *Analog to Digital*

Converter (ADC) yang dilanjutkan dengan proses pemilihan tegangan maju (*forward*) dan tegangan pantul (*reflected*) yang maksimum. Setelah tegangan tersebut didapatkan, program dilanjutkan dengan melakukan perhitungan nilai VSWR dengan rumus yang sudah disediakan. Program terakhir yang dipasang adalah program penampil output pada LCD.



Gambar 4.1 Rangkaian VSWR Meter Digital

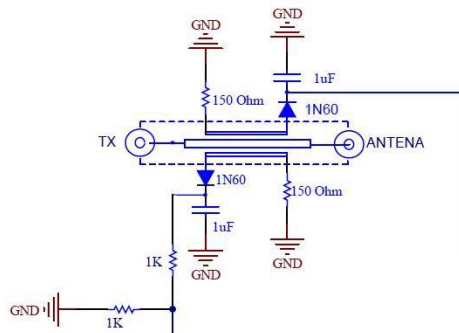
B. Tahapan Perancangan

Rancangan dibuat melalui beberapa tahap sesuai dengan blok diagram yang sudah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya. Rangkaian keseluruhan dari rancangan ini dapat dilihat pada gambar 4.1. Tahapan perancangan ini terdiri dari perancangan perangkat keras dan lunak dengan proses sebagai berikut:

1. Perancangan Perangkat Keras

a. Perancangan Rangkaian Directional Coupler

Rangkaian *directional coupler* didapatkan dari sistem SWR meter analog yang sudah tidak terpakai merk Lodestar SWR-3P. *Directional coupler* ini terbuat dari 2 batang material berupa besi (material seperti yang digunakan pada konektor PL atau N). Panjang batang besi tersebut adalah 8,5 cm. Batang besi ini dibuat tidak menyentuh batang besi untuk jalur transmisi utama agar tidak terjadi interferensi terhadap sinyal yang dikirim ke beban/antena. Ketika ada dua konduktor maka akan terjadi induksi elektromagnetik, sehingga sinyal tersebut terinduksi ke batang besi ini. Rangkaian *directional coupler* ditunjukkan dengan garis putus-putus pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Rangkaian *Directional Coupler* dan Detektor

b. Perancangan Rangkaian Detektor

Rangkaian detektor terdiri dari dioda, resistor dan kapasitor yang memiliki fungsi untuk menghasilkan tegangan DC (arus searah) yang akan menjadi masukan pada mikrokontroler. Rangkaian

Pin A0 dan A1 digunakan sebagai masukan tegangan DC yang dihasilkan detektor. Penggunaan pin A sebagai masukan karena pin A dapat memproses sinyal analog menjadi digital. Sedangkan pin yang digunakan untuk rangkaian LCD adalah pin B0 sampai dengan B7. Jalur koneksi pin mikrokontroler ATMEGA8535 dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jalur Koneksi Pin Mikrokontroler ATMEGA8535

Pin	Sambungan
PA0	Ke Input tegangan pantul (VR)
PA1	Ke Input tegangan maju (VF)
PB0	Ke Pin RS pada LCD
PB1	Ke Pin RW pada LCD
PB2	Ke Pin E pada LCD
PB4	Ke Pin DB4 pada LCD
PB5	Ke Pin DB5 pada LCD
PB6	Ke Pin DB6 pada LCD
PB7	Ke Pin DB7 pada LCD

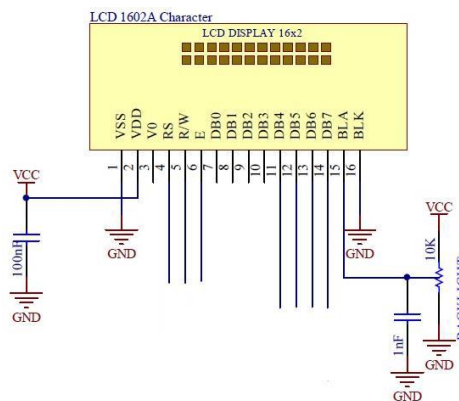
d. Rangkaian Modul LCD

Rangkaian LCD merupakan rangkaian penampil nilai VSWR. Rangkaian LCD yang digunakan pada penelitian ini adalah berupa modul dengan nama produksi “DI Smart LCD 16X2”. Modul ini terdiri dari pin data, rangkaian pengatur intensitas cahaya dan rangkaian pengatur kontras. VCC diberikan pada pin VDD, V0 dan BLA.

Tegangan VCC didapat dari modul mikrokontroler. Pin BLA diberikan resistor variabel yang berfungsi untuk mengatur intensitas cahaya pada LCD. Sambungan pin pada pada rangkaian modul “DI Smart LCD 16X2” dapat dilihat pada tabel 4.2 dan gambar rangkaian dapat dilihat pada gambar 4.4.

Tabel 4.2 Jalur Koneksi LCD 16X2

RS	Ke Pin PB0 pada ATMEGA8535
RW	Ke Pin PB1 pada LCD
E	Ke Pin PB2 pada LCD
DB4	Ke Pin PB4 pada LCD
DB5	Ke Pin PB5 pada LCD
DB6	Ke Pin PB6 pada LCD
DB7	Ke Pin PB7 pada LCD



Gambar 4.4 Rangkaian LCD

e. Perancangan *Dummy Load*

Rangkaian *dummy load* dirancang menggunakan resistor dan plat PCB. Resistor dirancang paralel agar mendapatkan daya hambat yang lebih besar. Resistor yang digunakan memiliki tahanan daya sebesar 2 watt. Perhitungan nilai resistor untuk mendapatkan *dummy load* dengan nilai 50Ω sebagai berikut:

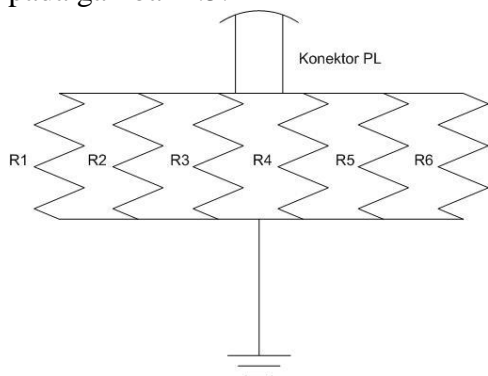
Nilai daya tahan 1 resistor = 2 watt

Nilai daya tahan yang diinginkan = 12 watt

Besar tahanan *dummy load* = 50Ω

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Resistor} &= \frac{12}{2} \\ &= 6 \text{ buah} \\ \text{Nilai resistor yang digunakan} &= 50\Omega \times 6 \\ &= 300\Omega \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan maka rangkaian *dummy load* dirancang sesuai dengan nilai yang sudah ditentukan. Gambar rangkaian *dummy load* dapat dilihat pada gambar 4.5.

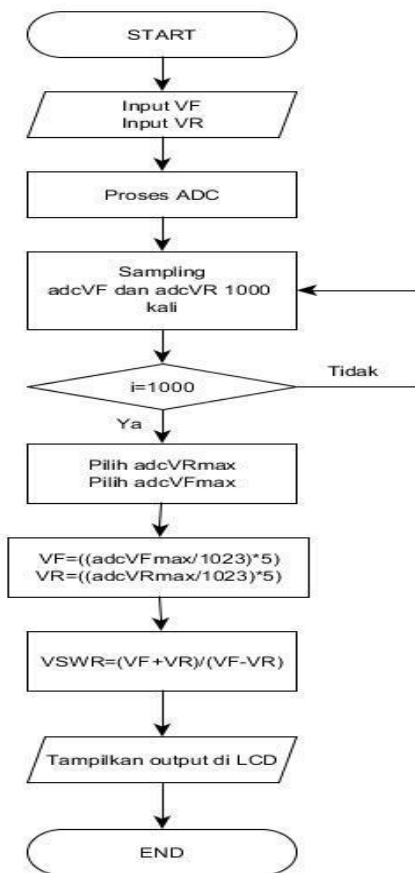


Gambar 4.5 Rangkaian *Dummy Load*

2. Perancangan Perangkat Lunak

a. Tahap Perancangan *Flowchart*

Bahasa program yang digunakan dalam perancangan perangkat lunak VSWR meter digital menggunakan bahasa program C. Dalam pembuatan suatu program, hal pertama yang dilakukan adalah membuat kerangka program yang biasa disebut dengan *flowchart*. Dengan pembuatan *flowchart* terlebih dahulu, maka perancangan program akan lebih mudah karena pembuatan program mengikuti tahap-tahap tertentu. *Flowchart* program VSWR meter digital ini dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 *Flowchart* Program VSWR Meter Digital

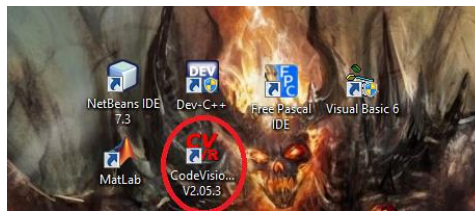
Pertama program dimulai dengan mendapatkan tegangan DC dari detektor yaitu VF dan VR. Kedua tegangan ini kemudian mengalami proses ADC di dalam mikrokontroler. Setelah didapatkan nilai digital maka nilai tersebut diambil sampel sebanyak 1000 kali. Jika belum mencapai 1000 kali maka program akan terus mengulangi prosesnya sampai nilai total yang didapatkan sebanyak 1000 kali. Dari sampel yang didapatkan maka dipilih nilai tegangan yang paling tinggi dari VF dan VR. Nilai VF dan VR yang didapatkan digunakan untuk menghitung nilai VSWR. Setelah nilai VSWR diperoleh, maka nilai tersebut ditampilkan pada LCD.

b. Tahap Pembuatan Kode Pemrograman

Tahap kedua dari perancangan perangkat lunak adalah pembuatan kode pemrograman sesuai dengan *flowchart* yang sudah ditentukan.

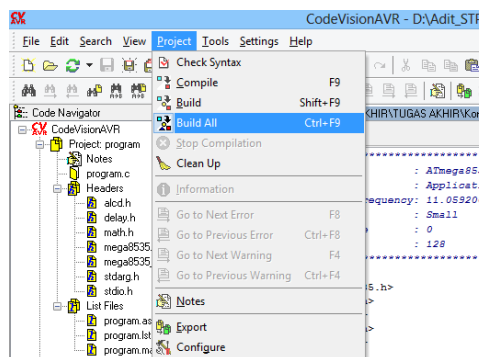
c. Tahap Pengunduhan Kode Pemrograman

Setelah kode pemrograman dibuat, maka dilanjutkan ke tahap pengunduhan kode pemrograman ke mikrokontroler ATMEGA8535 menggunakan modul downloader K-125R. Aplikasi yang digunakan untuk mengunduh kode pemrograman adalah CodeVisionAVR V2.05.3. Tahap pengunduhan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.7 Pemilihan Program CodeVisionAVR

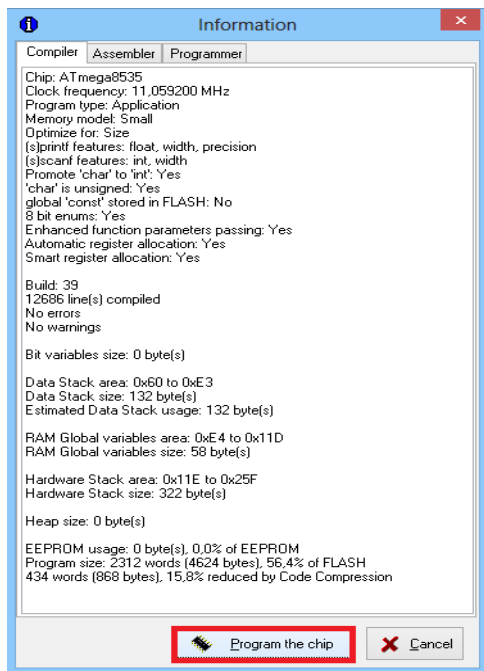
2. Setelah muncul jendela CodeVisionAVR V2.05.3, pilih *menu project* dan klik pada pilihan *build all*.



Gambar 4.8 Menu Project

3. Setelah muncul kotak dialog “*information*” seperti gambar 4.9, klik pada pilihan “*program the chip*”

4. Proses pengunduhan selesai



Gambar 4.9 Kotak Dialog “Information”

C. Uji Coba Rancangan

1. Prinsip Uji Coba Rancangan

Prinsip uji coba rancangan adalah dengan memasang rancangan VSWR meter digital diantara pemancar dengan *dummy load* 50Ω. Prinsip uji coba rangkaian dapat dilihat pada gambar 4.10 berikut:



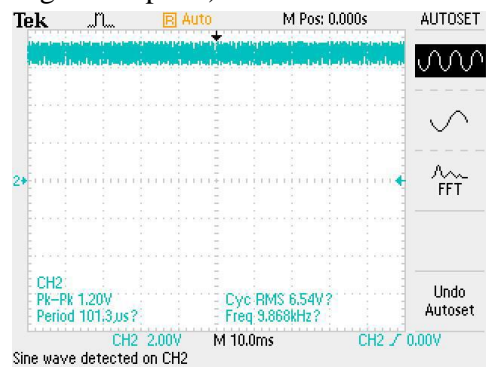
Gambar 4.10 Prinsip Uji Coba Rangkaian

Pemancar dihubungkan ke VSWR meter dengan menggunakan kabel RG58A/U kemudian VSWR meter terhubung langsung ke dummy load 50Ω. Jenis pemancar yang digunakan adalah HT merk Baofeng

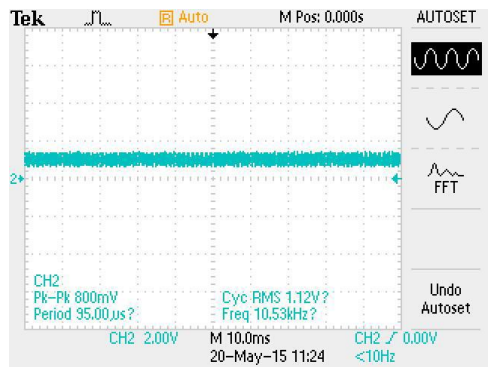
UV5R yang bisa menghasilkan kekuatan pancaran sebesar ±5watt. Cara penggunaan rancangan VSWR meter digital berbasis IC ATMEGA8535 dapat dilihat pada lampiran 7.

2. Uji Coba Rangkaian Detektor

Sebelum dilakukannya uji coba rangkaian, perlu dipastikan sinyal yang diukur mendekati bentuk arus searah. Untuk itu perlu dilakukan pengujian terhadap sinyal keluaran dari detektor dengan menggunakan perangkat yang disebutkan pada bagian sebelumnya. Pengukuran sinyal dilakukan menggunakan oskiloskop dengan mencuplik tegangan yang lewat setelah dioda. Bentuk keluaran tegangan pada detektor di frekuensi 130MHz untuk tegangan maju (*forward*) dapat dilihat pada gambar 4.11 dan hasil pengukuran tegangan pantul (*reflected*) dapat dilihat pada gambar 4.12 (Gambar hasil pengukuran lainnya dapat dilihat pada bagian lampiran).



Gambar 4.11 Hasil Keluaran Rangkaian Detektor *Forward*



Gambar 4.12 Hasil Keluaran Rangkaian Detektor *Reflected*

Dari hasil pengukuran dapat dilihat bahwa sinyal yang dihasilkan sudah menyerupai sinyal DC dan bisa digunakan sebagai masukan ke pin A.0 dan A.1 mikrokontroler. Uji coba rangkaian detektor dilakukan dengan mengukur nilai keluaran detektor dan merubah frekuensi pemancar HT merk Baofeng UV5R dari rentang frekuensi 130MHz–139MHz. Hasil Pengukuran tegangan dapat dilihat pada tabel 4.3 dan tabel 4.4

Tabel 4.3 Nilai Pengukuran Tegangan Keluaran Detektor (Tegangan *Forward*)

Frekuensi (MHz)	Tegangan Output Detektor (V)
130	6,54
131	6,82
132	6,28
133	6,64
134	6,51
135	6,52
136	6,71
137	6,62
138	6,58
139	6,35

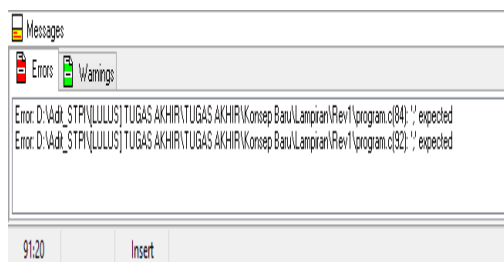
Tabel 4.4 Nilai Pengukuran Tegangan Keluaran Detektor (Tegangan *Reflected*)

Frekuensi (MHz)	Tegangan Output Detektor (V)
130	0,836
131	0,922
132	1,12
133	1,29
134	1,38
135	0,932
136	0,929
137	0,984
138	0,815
139	1,03

3. Pengujian Kode Pemrograman

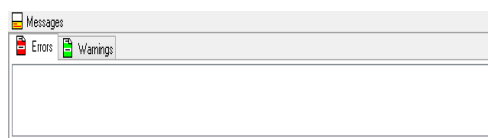
Setelah melakukan pengujian detektor, maka dilakukan pengujian kode pemrograman sebelum diunduh ke mikrokontroler ATMEGA8535. Tahap pengujian kode pemrograman yaitu:

1. Pada jendela program CodeVisionAVR, pilih *menu project* dan pilih *compile*. Menu project dapat dilihat pada gambar 4.8.
2. Setelah proses *compile* selesai, maka akan muncul kotak dialog “*information*” seperti gambar 4.9.
3. Saat program mengalami masalah karena kesalahan pengkodean maka akan muncul pemberitahuan kesalahan pada kotak dialog “*messages*” seperti gambar 4.13.



Gambar 4.13 Kota Dialog “Messages”
Jika ada Kesalahan

4. Jika program sudah benar dan tidak ada pesan kesalahan di kotak dialog “messages” seperti pada gambar 4.14, maka program siap untuk diunduh ke mikrokontroler ATMEGA8535.



Gambar 4.14 Kotak Dialog
“Messages” Jika Tidak Ada Kesalahan

4. Pengujian Rangkaian Dummy Load

Pengujian rangkaian dummy load menggunakan alat ukur AVO meter untuk mengukur besarnya beban yang dihasilkan oleh *dummy load*. Hasil pengukuran Dummy load 50Ω menggunakan AVO meter adalah 49,7Ω. Pengukuran dummy load dilakukan dengan menghubungkan probe AVO meter ke rangkaian dummy load seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.15 berikut:



Gambar 4.15 Pengukuran *Dummy Load*

5. Uji Coba Pengukuran VSWR

Pengujian alat ukur VSWR meter digital dilakukan dengan menghubungkan pemancar HT merk Baofeng UV5R menggunakan saluran transmisi kabel koaksial RG-58A/U ke VSWR meter yang kemudian dihubungkan ke *dummy load* 50Ω. Hasil pengukuran VSWR meter dilihat pada layar LCD. Uji coba rangkaian dilakukan dengan mengukur nilai VSWR meter pemancar yang diubah frekuensinya dari rentang frekuensi 130MHz–139MHz. Pada saat pengukuran, rancangan juga diletakan dengan dua kondisi yang berbeda, yaitu dengan meletakan pada bidang datar dan pada bidang miring untuk mengetahui pengaruh dari peletakan rancangan. Nilai VSWR yang didapatkan dengan power ±5watt dapat dilihat dari tabel 4.5 dan tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.5 Nilai VSWR Menggunakan VSWR Meter Digital Di Bidang Datar

Frekuensi (MHz)	Nilai VSWR (Bidang Datar)
130	1,558
131	1,564
132	1,568
133	1,564
134	1,572
135	1,579
136	1,582
137	1,586
138	1,587
139	1,589

Tabel 4.7 Nilai SWR Menggunakan SWR Meter Analog di Bidang Datar

Frekuensi (MHz)	Nilai SWR (Bidang Datar)
130	1,6
131	1,6
132	1,6
133	1,6
134	1,6
135	1,6
136	1,7
137	1,7
138	1,7
139	1,7

Tabel 4.6 Nilai VSWR Menggunakan VSWR Meter Digital Di Bidang Miring

Frekuensi (MHz)	Nilai VSWR (Bidang Miring)
130	1,562
131	1,563
132	1,570
133	1,566
134	1,575
135	1,581
136	1,584
137	1,581
138	1,584
139	1,586

Tabel 4.8 Nilai SWR Menggunakan SWR Meter Analog di Bidang Miring

Frekuensi (MHz)	Nilai SWR (Bidang Miring)
130	1,7
131	1,7
132	1,7
133	1,7
134	1,7
135	1,8
136	1,8
137	1,9
138	1,95
139	1,95

Setelah dilakukan pengukuran dengan menggunakan VSWR meter digital maka dilanjutkan dengan mengukur nilai VSWR menggunakan SWR meter Analog dengan prinsip uji coba yang sama dengan uji coba rancangan VSWR meter digital. SWR meter analog yang digunakan untuk pengujian adalah merk “Diamond SX-400”. Hasil pengukuran menggunakan SWR meter analog dapat dilihat pada tabel 4.7 dan tabel 4.8 berikut:

D. Interpretasi Hasil Uji Coba Rancangan

Pengukuran rangkaian detektor dengan menggunakan pemancar yang memiliki daya ± 5 watt pada frekuensi 130MHz – 139MHz menghasilkan tegangan DC, hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.3 dan tabel 4.4. Tegangan yang dihasilkan masih berupa *ripple* (riak) tetapi sudah bisa menjadi masukan ke mikrokontroler.

Hasil uji coba rancangan VSWR meter digital berupa tabel pengukuran yang dapat dilihat pada tabel 4.5 dan tabel 4.6 dan hasil uji coba perangkat SWR meter analog pada tabel 4.7 dan tabel 4.8. Semua hasil pengukuran dirangkum pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Keseluruhan Pengukuran

Frekuensi (MHz)		VSWR Meter Digital		SWR Meter Analog		
Bidang Datar	Bidang Miring	Error Reading		Bidang Datar	Bidang Miring	Error Reading
130	1,558	1,562	0,005	1,6	1,7	0,1
131	1,564	1,563	0,001	1,6	1,7	0,1
132	1,568	1,570	0,002	1,6	1,7	0,1
133	1,564	1,566	0,002	1,6	1,7	0,1
134	1,572	1,575	0,003	1,6	1,7	0,1
135	1,579	1,581	0,002	1,6	1,8	0,2
136	1,582	1,584	0,002	1,7	1,8	0,1
137	1,586	1,581	0,005	1,7	1,9	0,2
138	1,587	1,584	0,003	1,7	1,95	0,25
139	1,589	1,586	0,003	1,7	1,95	0,25

Tabel tersebut menunjukkan bahwa rangkaian VSWR meter digital bekerja dan dapat menghasilkan nilai yang mendekati sama dengan nilai yang dihasilkan SWR meter analog pada saat diletakan di bidang datar. Dengan membandingkan hasil pengukuran nilai SWR yang terukur menggunakan SWR meter analog yang diletakan pada bidang datar dengan hasil pengukuran nilai SWR yang terukur menggunakan SWR meter analog yang diletakan pada bidang miring, maka dapat dilihat pengaruh bidang miring terhadap penunjukan jarum digital dapat memberikan dampak perbedaan nilai SWR (*error reading*) sebesar 0,1-

0,25. Sedangkan dengan membandingkan nilai pengukuran VSWR meter digital pada bidang datar dengan VSWR meter digital pada bidang miring, perbedaan yang didapatkan tidak terlalu besar (*error reading*) sekitar 0,001-0,005.

Kendala yang didapatkan saat ujicoba adalah ketidakstabilan dari tegangan yang dihasilkan sehingga menyebabkan nilai VSWR berubah-ubah dan tidak tetap. Selain permasalahan pada tegangan, penggunaan konektor dan panjang saluran transmisi tambahan juga mempengaruhi pengukuran nilai VSWR.

Pembacaan nilai VSWR dengan kedua alat ukur di frekuensi 130 MHz dapat dilihat pada gambar 4.16 di bawah (Gambar hasil pengukuran lainnya dapat dilihat pada bagian lampiran). Dapat dilihat bahwa pembacaan nilai VSWR dengan menggunakan VSWR meter analog lebih sulit pembacaannya dari pada VSWR meter digital yang sudah bisa menampilkan nilai desimal hingga skala seperseribu.



(a)



(b)

Gambar 4.16 Pengukuran Dengan VSWR Meter (a) Analog (b) Digital

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Dari pembahasan yang ada pada bab IV dan identifikasi masalah yang ada di bab I maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Rancangan VSWR meter digital berbasis IC ATMEGA8535 terdiri dari rangkaian *directional coupler*, rangkaian detektor, modul mikrokontroler dan modul LCD.
2. Hasil pengukuran nilai VSWR dengan menggunakan VSWR meter digital berbasis IC ATMEGA8535 mendekati sama dengan nilai yang dihasilkan SWR meter merk “Diamond SX-400”.
3. Pembacaan nilai VSWR pada VSWR meter digital berbasis IC ATMEGA8535 tidak dipengaruhi oleh bidang miring, sedangkan pembacaan yang terjadi pada SWR meter analog merk “Diamond SX-400” dipengaruhi oleh bidang miring.
4. Kelebihan VSWR meter digital yaitu:
 - a. Pembacaan tidak dipengaruhi bidang peletakan saat pengukuran.
 - b. Mempermudah pembacaan nilai VSWR.
 - c. Memiliki tingkat keakuratan yang lebih baik karenan menggunakan skala hingga seperseribu.

B. Saran

Dari penelitian yang sudah dilakukan, penulis menyarankan:

1. Pada saat melakukan pengukuran sebaiknya memperhatikan panjang saluran transmisi, karena panjang saluran transmisi dapat mempengaruhi nilai VSWR.
2. Selain panjang saluran transmisi, pemasangan konektor juga berperan penting dalam pengukuran dan harus terpasang dengan baik.
3. Untuk pengembangan lebih lanjut dapat melakukan optimasi pada rangkaian *directional coupler* agar dapat mencuplik tegangan lebih baik.
4. Selain rangkaian *directional coupler*, rangkaian detektor juga perlu peningkatan kualitas untuk menghasilkan tegangan DC yang lebih baik (mengurangi *ripple*).

DAFTAR PUSTAKA

Tanjaya Hendri Cahyadi, Octaviani Sandra. *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) Meter Digital Dengan Bantuan Mikrokontroler ATMEGA8535*. Jakarta: Kampus UKRIDA

Siswoyo, *Teknik Listrik Industri Jilid 2*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional, 2008

Seme Febrini Mersy, *Rancangan Alat Peraga SWR Meter Di Laboratorium Program Studi Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia*. Tangerang: Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia, 2013

Budiharto Widodo, Firmansyah Sigit, *Elektronika Digital dan Mikroprosesor*. Yogyakarta: ANDI, 2005

Johnson Walter C., *Transmission Lines and Networks*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, LTD, 1950

Brown Robert Grover, et.al., *Lines, Waves, And Antennas 2nd.ed.* Amerika: John Wiley & Sons,inc., 1973

D. Chattopadhyay, *Dasar Elektronika*. Jakarta: Universitas Indonesia, 1989

Drs. Sumanto, MA, *Alat-Alat Ukur Listrik*. Yogyakarta: ANDI, 1996

Muhsin Muhammad, *Elektronika Digital*. Yogyakarta: ANDI, 2005

F. Suryatmo, *Teknik Listrik Arus Searah*. Jakarta: Bumi Aksara, 1995
Haryanto, Didik "Teknik Antarmuka ADC" FTP

<http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Teknik%20Antarmuka%20-%20ADC.pdf> (diakses pada pukul 20.46.56 WIB tanggal 26 Januari 2015)