

Analisis Pemanfaatan Multiplexer Analog 74HC4051 pada Mikrokontroler ATmega16

¹Rahmad Hidayat

²Syarippudin

Program Studi Teknik Elektro, STT Mandala Bandung

Email : rhidayat4000@gmail.com , myname.syarippudin@gmail.com

ABSTRACT

Along with the development of digital technology, the pattern and activities of human activities are required to be more effective and efficient as well as by utilizing microcontroller technology that has been widely applied in everyday life, both in the scale of household and industrial scale. ADC (analog to digital converter) channel constraints on a microcontroller is one of the unavoidable issues. Each type of microcontroller has a limit on the number of ADC channels. For example an ATmega16 microcontroller that has an 8 channel ADC number. The research is done by using action research method that is doing analog multiplexer design on ATmega16 microcontroller circuit with ISIS proteus application, then tested using voltmeter and digital oscilloscope. From the test results obtained that analog multiplexer can be used to overcome the limitations of the ADC channel with 100% accuracy measurements, as well as high speed analog switch multiplexer for 34 micro seconds, so that the data reading becomes effective. Keywords: ADC, microcontroller ATmega16, analog multiplexer

ABSTRAK

Seiring perkembangan teknologi digital, pola dan aktifitas kegiatan manusia dituntut untuk menjadi lebih efektif dan efisien seperti halnya dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler yang sudah banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, baik itu dalam skala rumah tangga maupun dalam skala industri. Keterbatasan kanal ADC (*analog to digital converter*) pada mikrokontroler merupakan salah satu masalah yang tidak dapat dihindari. Masing-masing tipe mikrokontroler memiliki batasan jumlah kanal ADC. Contohnya mikrokontroler ATmega16 yang memiliki jumlah ADC 8 kanal. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode penelitian tindakan yaitu melakukan perancangan analog multiplexer pada rangkaian mikrokontroler ATmega16 dengan aplikasi ISIS proteus, lalu dilakukan pengujian menggunakan *voltmeter* dan osiloskop digital. Dari hasil pengujian diperoleh hasil bahwa multiplexer analog dapat digunakan untuk mengatasi keterbatasan kanal ADC tersebut dengan akurasi pengukuran 100%, serta kecepatan tinggi saklar analog multiplexer sebesar 34 mikro detik, sehingga pembacaan data menjadi efektif.

Kata kunci : ADC, mikrokontroler ATmega16, multiplexer analog

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Meskipun pada zaman modern ini kita sudah memasuki era digitalisasi, namun pada dasarnya secara alamiah dunia ini masih bersifat analog. Mikrokontroler

mampu menangani data yang bersifat analog tersebut dengan terlebih dahulu mengubah data tersebut kedalam bentuk digital. Mikrokontroler seri AVR memiliki salah satu fitur ADC (*analog to digital conversion*). Mikrokontroler menggunakan ADC untuk menangani data analog seperti

suhu, tegangan, suara, intensitas cahaya dan menggunakannya untuk banyak kebutuhan untuk informasi atau pengontrolan.

Mengingat sangat luasnya kebutuhan akan ADC pada teknologi pengontrolan, serta mempertimbang-kan jumlah kanal ADC pada mikrokontroller yang terbatas, maka perlu ditemukan solusi untuk menambah jumlah kanal ADC pada mikrokontroller tersebut.

Disisi lain terdapat metode multipleksing, yaitu metode untuk menggabungkan beberapa sinyal analog atau digital menjadi satu sinyal analog atau digital. Komponen untuk melakukan fungsi tersebut adalah multiplekser, dengan metode multipleksing diharapkan dapat menjadi solusi dari permasalahan keterbatasan kanal ADC pada mikrokontroller.

Sehingga penulis tertarik untuk menganalisa pemanfaatan analog multiplekser para rangkaian mikrokontroller. Sehingga penelitian yang akan dilakukan ini oleh penulis diberi judul “Analisis Pemanfaatan Analog Multiplekser 74HC4051 pada mikrokontroller ATmega16 (studi kasus menggunakan aplikasi ISIS Proteus) ”.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk melakukan analisa pemanfaatan analog multiplekser 74HC4051 untuk menambah kanal ADC pada rangkaian mikrokontroller ATmega16.

Penulis berharap dari penelitian ini dapat dicapai tujuan untuk mendapatkan nilai efektivitas serta pengaruh dari penggunaan analog multiplekser 74HC4051..

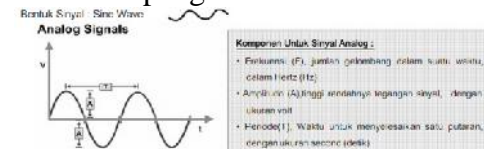
II. TINJAUAN PUSTAKA

Sinyal adalah representasi dari data yang berbentuk gelombang elektromagnetik. Dalam komunikasi data, data dikirimkan dalam bentuk sinyal-sinyal elektromagnetik. Pada saat transmitter mengirimkan sebuah sinyal ke receiver

melalui sebuah media, sinyal sebagai suatu fungsi waktu dan dapat diekspresikan sebagai suatu frekuensi. Sinyal memiliki 2 komponen yaitu spektrum dan bandwidth. Spektrum merupakan jarak rentang frekuensi dimana sinyal berada. Bandwidth merupakan ukuran dari spektrum, semakin besar bandwidth semakin besar data yang bisa lewat. Pada kenyataannya suatu sinyal elektromagnetik terdiri atas berbagai frekuensi, sehingga spektrumnya akan melebar sebanyak frekuensi yang terdapat pada sinyal tersebut. Sinyal terbagi menjadi 2 jenis, yaitu :

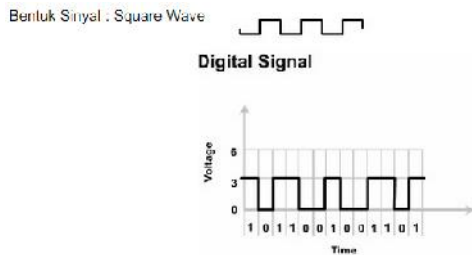
a) Sinyal analog

Sinyal analog merupakan gelombang elektromagnetik yang terus menerus dan disebarkan melalui berbagai media transmisi. Dengan menggunakan sinyal analog, maka jangkauan transmisi data dapat mencapai jarak yang jauh, tetapi sinyal ini mudah terpengaruh oleh *noise*.



b) Sinyal digital

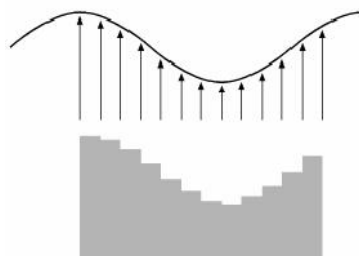
Sinyal digital adalah suatu rangkaian voltase pulsa yang bisa ditransmisikan melalui sebuah media kabel. Sistem komputer bekerja dengan sinyal ini. Sinyal digital hanya memiliki dua keadaan, yaitu 0 dan 1, sehingga tidak mudah terpengaruh oleh *noise*, tetapi transmisi dengan sinyal digital hanya mencapai jarak jangkau pengiriman data yang relatif dekat. Biasanya sinyal ini juga dikenal dengan sinyal diskret. Sinyal yang mempunyai dua keadaan ini biasa disebut dengan bit. Bit merupakan istilah khas pada sinyal digital. Sebuah bit dapat berupa nol (0) atau satu (1). Kemungkinan nilai untuk sebuah bit adalah 2 buah (2^1), berupa 0 dan 1. Kemungkinan nilai untuk 2 bit adalah sebanyak 4 (2^2), berupa 00, 01, 10, dan 11. Secara umum, jumlah kemungkinan nilai yang terbentuk oleh kombinasi n bit adalah sebesar 2^n buah.



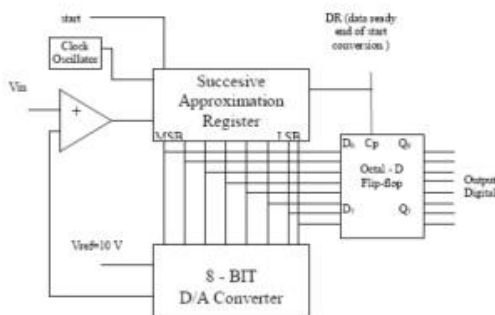
2.1 Analog to Digital Converter (ADC)

Analog to Digital Converter (ADC) adalah pengubah input analog menjadi kode – kode digital. ADC banyak digunakan sebagai pengatur proses industri, komunikasi digital dan rangkaian pengukuran/ pengujian. Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistim komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/ berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistim digital (komputer).

ADC (*Analog to Digital Converter*) memiliki 2 karakter prinsip, yaitu **kecepatan sampling** dan **resolusi**. Kecepatan sampling suatu ADC menyatakan seberapa sering sinyal analog diubah ke bentuk sinyal digital pada selang waktu tertentu. Kecepatan sampling dinyatakan dalam *sample per second* (sps).



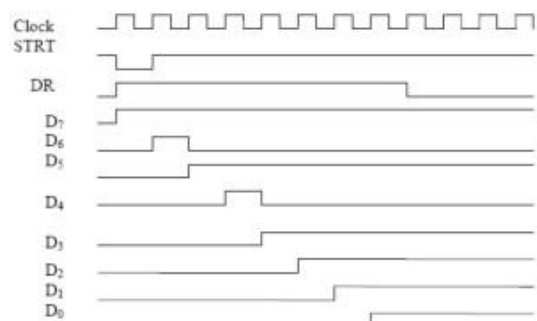
Gambar 2.3 Sampling ADC



Gambar 2.7 Blok Diagram SAR ADC

Pada gambar diatas ditunjukkan diagram ADC jenis SAR (*Successive Approximation Register*), yaitu dengan memakai konfigurasi yang hampir sama dengan *counter ramp* tetapi dalam melakukan *trace* dengan cara *tracking* dengan mengeluarkan kombinasi bit MSB = 1 =====> 1000 0000. Apabila belum sama (kurang dari tegangan analog input maka bit MSB berikutnya = 1 =====> 1100 0000) dan apabila tegangan analog input ternyata lebih kecil dari tegangan yang dihasilkan DAC maka langkah berikutnya menurunkan kombinasi bit =====> 10100000, untuk mempermudah pengertian dari metode ini diberikan contoh seperti pada timing diagram gambar 6. Misal diberi tegangan analog input sebesar 6,84 volt dan tegangan referensi ADC 10 volt sehingga apabila keluaran tegangan sbb :

- Jika D7 = 1 Vout = 5 volt
- Jika D6 = 1 Vout = 2,5 volt
- Jika D5 = 1 Vout = 1,25 volt
- Jika D4 = 1 Vout = 0,625 volt
- Jika D3 = 1 Vout = 0,3125 volt
- Jika D2 = 1 Vout = 0,1625 volt
- Jika D1 = 1 Vout = 0,078125 volt
- Jika D0 = 1 Vout = 0,0390625 volt



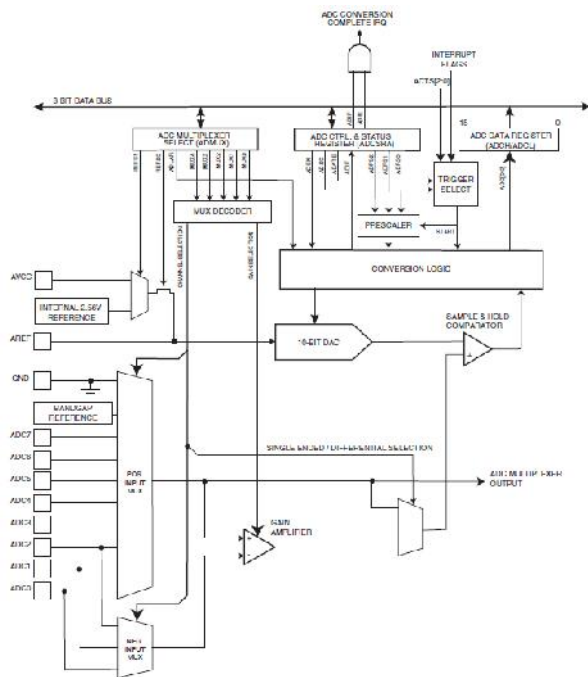
Gambar 2.8 Timing diagram urutan Trace SAR ADC

Setelah diberikan sinyal start maka konversi dimulai dengan memberikan kombinasi 1000 0000 ternyata menghasilkan tegangan 5 volt dimana masih kurang dari tegangan input 6,84 volt, kombinasi berubah menjadi 1100 0000 sehingga Vout = 7,5 volt dan ternyata lebih besar dari 6,84 sehingga kombinasi menjadi 1010 0000 tegangan Vout = 6,25 volt

kombinasi naik lagi 1011 0000 demikian seterusnya hingga mencapai tegangan 6,8359 volt dan membutuhkan hanya 8 *clock*.

Pada mikrokontroler ATmega16, berikut adalah karakteristik ADC :

- Resolusi ADC 10-bit
- 0.5 LSB *Integral Non-linearity*
- Tingkat akurasi ADC ± 2 LSB *Absolute*
- Waktu konversi data 13 μ s- 260 μ s
- Up to 15 kSPS *at Maximum Resolution*
- 8 *Multiplexed Single Ended Input Channels*
- 7 *Differential Input Channels*
- 2 *Differential Input Channels with Optional Gain of 10x and 200x*
- *Optional Left adjustment for ADC Result Readout*
- 0 – 5V *ADC Input Voltage Range*
- Tersedia referensi tegangan internal ADC 2.56V
- Mode pembacaan ADC *Free Running* atau *Single Conversion Mode*
- Mode *ADC Start Conversion* terdapat *Auto Triggering on Interrupt Sources*
- *Interrupt on ADC Conversion Complete*
- *Sleep Mode Noise Canceller*



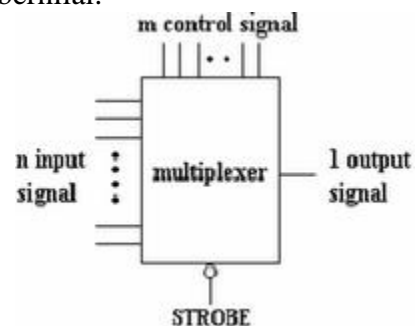
Gambar 2.9 Blok diagram ADC ATmega16

2.2 Teknologi Multiplexing

Multiplexing adalah teknik menggabungkan beberapa sinyal untuk dikirimkan secara bersamaan pada suatu kanal transmisi. Dimana perangkat yang melakukan multiplexing disebut multiplexer atau disebut juga dengan istilah *transceiver /Mux*, untuk di sisi penerima, gabungan sinyal - sinyal itu akan kembali di pisahkan sesuai dengan tujuan masing – masing. Proses ini disebut dengan demultiplexing. *Receiver* atau perangkat yang melakukan demultiplexing disebut dengan demultiplexer.

Multiplexer adalah suatu rangkaian yang mempunyai banyak input dan hanya mempunyai satu output, dengan menggunakan *selector* kita dapat memilih salah satu inputnya untuk dijadikan output. Sehingga dapat dikatakan bahwa multiplexer ini mempunyai n input, m selector , dan 1 output. Biasanya jumlah inputnya adalah 2m selektornya.

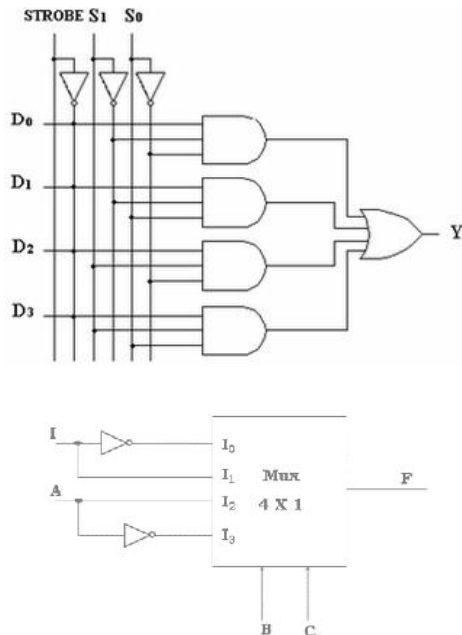
Berdasarkan gambar 3.2.berikut adalah simbol dari multiplexer 4x1 yang juga disebut sebagai “data selector” karena bit output tergantung pada input data yang dipilih oleh *selector*. Input data biasanya diberi label D_0 s/d D_n . Pada multiplexer ini hanya ada satu input yang ditransmisikan sebagai output tergantung dari kombinasi nilai selektornya. Contohnya, selector adalah S_1 dan S_0 , maka jika nilai : $S_1 S_0 = 00$, Maka outputnya (kita beri label Y) adalah : $Y = D_0$. Jika D_0 bernilai 0 maka Y akan bernilai 0, jika D_0 bernilai 1 maka Y akan bernilai 1.



Gambar 2.11 Simbol Multiplexer 4x1

Adapun rangkaian multiplexer 4x1

dengan menggunakan *strobe* atau *enable* yaitu suatu jalur bit yang bertugas mengaktifkan atau menonaktifkan multiplexer, dapat kita lihat pada gambar 3.3 berikut ini.



Gambar 2.12 Rangkaian Gerbang Logika Multiplexer 4x1

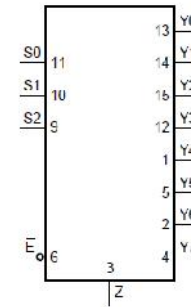
2.2.1 Analog Multiplexer 74HC4051

Perangkat ini merupakan sejenis sakelar analog yang dikontrol secara digital. Sakelar pada perangkat ini dapat berfungsi secara dua arah baik itu sebagai multiplexer atau sebagai demultiplexer.

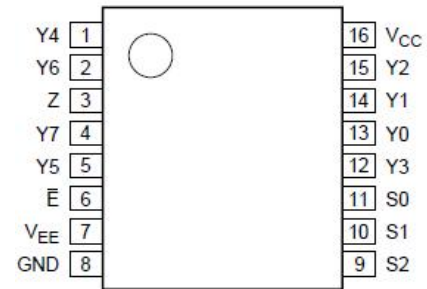
Berikut fungsi detail dari perangkat analog multiplexer/ demultiplexer 74HC4051 yang sangat mendukung dalam penelitian ini, antara lain:

- Rentang tegangan masukan yang lebar yaitu dari -5V sampai +5V
- Rentang suhu kerja yang lebar yaitu dapat beroperasi pada suhu minus 55° C sampai 125° C
- Jumlah kanal masukan yang banyak yaitu 8 kanal masukan

IC 74HC4051 termasuk ke dalam kategori Si-gate CMOS yang menyediakan fasilitas 8 kanal input untuk data analog (Y0 – Y7), yang memiliki 3 buah selector digital (S0 – S2), memiliki *range* tegangan Vcc to GND antara 2 – 10V.



Gambar 2.13 Simbol logika 74HC4051



Gambar 2.14 Pin Konfigurasi 74HC4051

Adapun beberapa penjelasan fungsi pin analog multiplexer yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2.1
Deskripsi Pin Analog Multiplexer

Symbol	Pin	Description
Γ	6	enable input (active LOW)
V _{EE}	7	supply voltage
GND	8	ground supply voltage
S0, S1, S2	11, 10, 9	select input
Y0, Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7	13, 14, 15, 12, 1, 5, 2, 4	independent input or output
Z	3	common output or input
V _{CC}	16	supply voltage

2.2 Mikrokontroler ATmega16

Mikrokontroler adalah perangkat elektronik yang merupakan miniatur dari suatu sistem komputer. Seperti halnya suatu komputer, mikrokontroler mempunyai kemampuan untuk diprogram sesuai keinginan. Namun mikrokontroler hanya dapat digunakan untuk aplikasi tertentu saja atau dapat dikatakan mikrokontroler hanya dapat menyimpan satu program saja.

Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Compute*) 8 bit berdasarkan arsitektur

Harvard. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, ATmega dan ATtiny. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fiturnya

Mikrokontroler AVR telah menjadi mikrokontroler yang paling banyak digunakan saat ini karena berbagai kelebihan yang dimilikinya. Mikrokontroler jenis ini memiliki fitur-fitur yang lengkap.

2.3 Software Isis Proteus

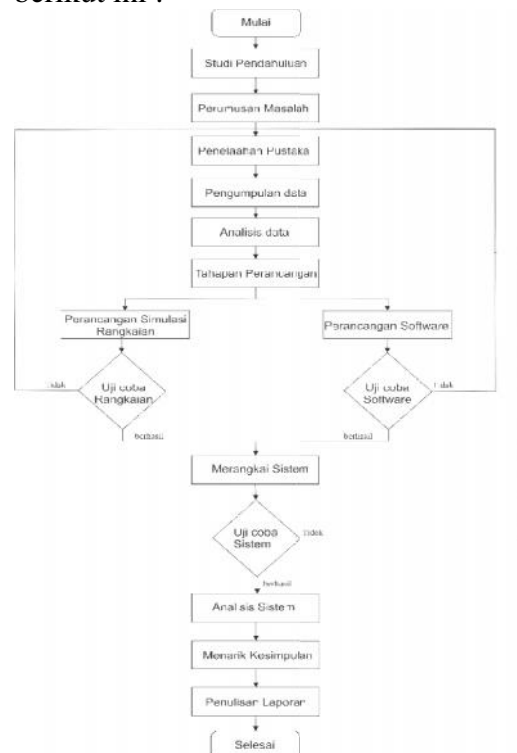
Proteus adalah sebuah *software* untuk mendesain PCB yang juga dilengkapi dengan simulasi rangkaian pada level skematik sebelum rangkaian skematik diupgrade ke PCB sehingga sebelum PCB nya di cetak kita akan tahu apakah PCB yang akan kita cetak sudah benar atau tidak. Proteus mengkombinasikan program ISIS untuk membuat skematik desain rangkaian dengan program ARES untuk membuat layout PCB dari skematik yang kita buat. Software ini bagus digunakan untuk desain rangkaian mikrokontroler. Proteus juga bagus untuk belajar elektronika seperti dasar dasar elektronika sampai pada aplikasi mikrokontroler. *Software* ini jika di install menyediakan banyak contoh aplikasi desain yang disertakan sehingga kita bisa belajar dari contoh yang sudah ada.

ISIS adalah sub-aplikasi dari proteus dan dipergunakan untuk keperluan perancangan simulasi rangkaian.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini, dilakukan penelitian tindakan. Proses penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sampai terbentuknya hasil akhir, mulai dari survey terhadap objek penelitian, mengidentifikasi dan membatasi masalah, mencari sumber literature, pengamatan di lapangan, hingga kemudian dilakukan pengolahan data dengan mempertimbangkan berbagai aspek, baik bentuk dan perhitungan-perhitungan lainnya, sehingga kita bisa mendapatkan kesimpulan dari hasil penelitian tersebut.

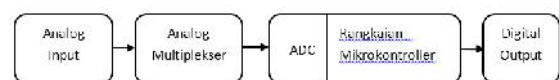
Tahapan mengenai proses penelitian ini bisa digambarkan melalui diagram alir berikut ini :



Gambar 3.1. Diagram Alir Perancangan

IV. PERANCANGAN

4.1 Perancangan Skematik dengan software isis Proteus



Gambar 4.1 Blok diagram rangkaian

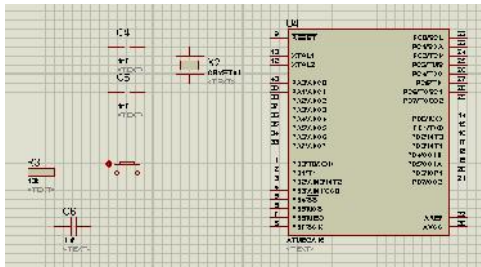
Analog input berfungsi sebagai simulasi sinyal input ADC, pada kenyataannya sinyal input ini bisa berupa cahaya, suhu, tegangan, frekuensi dan sinyal sinyal lainnya yang tergolong pada kategori sinyal analog. Blok analog multiplexer berfungsi untuk menggabungkan sinyal sinyal analog input menjadi satu saluran analog output yang nantinya menjadi input sinyal pada ADC mikrokontroler ATmega8. Blok Rangkaian mikrokontroler berfungsi untuk mengolah data input dari analog multiplexer sehingga nantinya dapat diolah

kedalam bentuk apapun yang kita kehendaki.

4.2 Perancangan Sistem Minimum

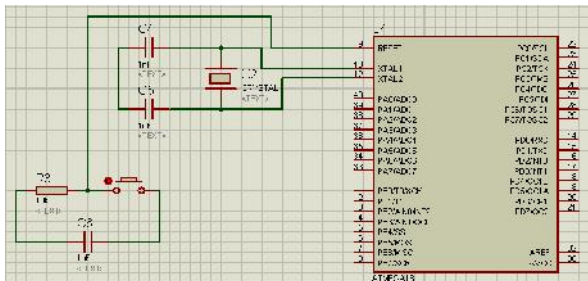
Langkah-langkah untuk merancang sistem minimum mikrokontroller atmega16 merujuk pada rangkaian skematik diatas adalah sebagai berikut :

1. Tempatkan komponen atmega16, kristal, kapasitor, resistor, push button, dengan cara klik devive, lalu tempatkan pada papan sirkuit.



Gambar 4.12 Peletakan komponen pada papan simulasi

2. Hubungkan pin antar rangkaian seperti gambar dibawah ini :

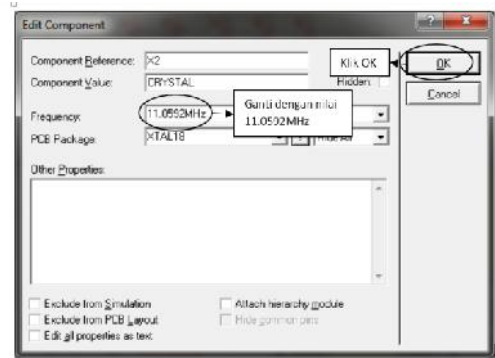


Gambar 4.13 Penyambungan komponen

3. Ganti nilai komponen sesuai dengan tabel berikut :

Nama Komponen	Nilai
Kristal (X2)	11.0592 MHz
Kapasitor (C4, C5)	22pF
Kapasitor (C6)	100nF
Resistor (R3)	10k

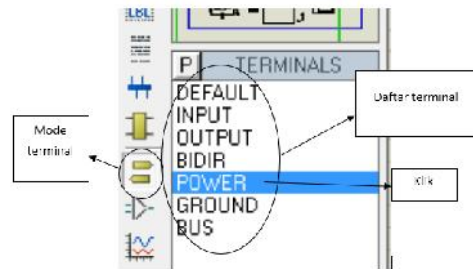
Cara mengganti nilai komponen yaitu dengan cara *double click* pada komponen, yaitu akan terdapat tampilan berikut ini :



Gambar 4.14 Edit property komponen kristal

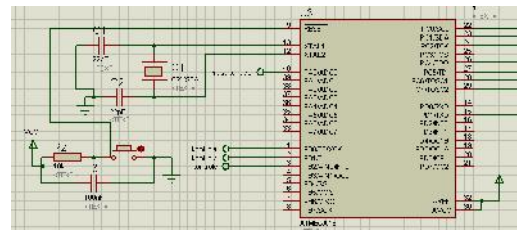
Lakukan hal yang sama pada resistor dan kapasitor sesuai tabel nilai komponen.

4. Tambahkan power dan ground pada terminal mode :



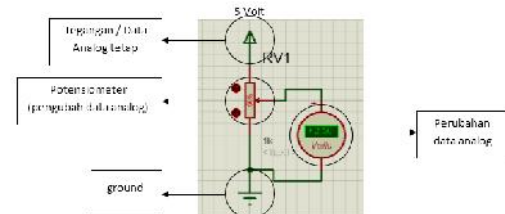
Gambar 4.15 Mode terminal

5. Rangkaian akhir skematik sistem minimum mikrokontroller



Gambar 4.16 Rangkaian akhir sistem minimum

4.3 Perancangan Rangkaian Analog Input

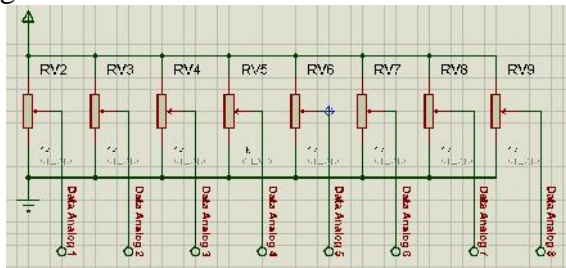


Gambar 4.17 Rangkaian analog input menggunakan potensiometer

Rangkaian analog input merupakan rangkaian yang berfungsi sebagai simulasi

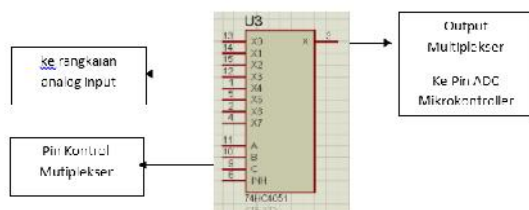
dari data analog. Penulis menggunakan komponen potensiometer yang akan memberikan data analog, komponen potensiometer dipilih penulis karena komponen tersebut dapat merekayasa data analog input dengan mudah serta level perubahannya dapat terukur dan mudah di analisa.

Penulis merangkai 8 buah komponen potensiometer secara parallel. Seperti gambar di bawah ini.



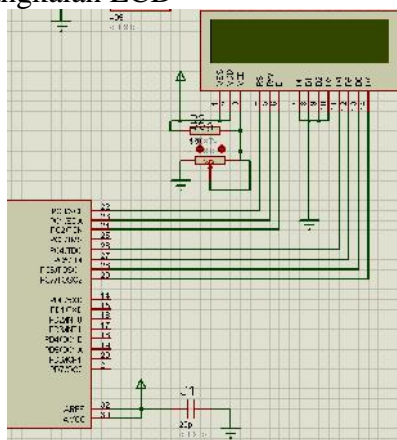
Gambar 4.18 Susunan rangkaian analog input dengan potensiometer

4.4 Rangkaian analog multiplexer 74HC4051



Gambar 4.19 Komponen analog multiplexer 74HC4051

4.5 Rangkaian LCD



Gambar 4.19 Rangkaian LCD

4.6 Pemrograman Mikrokontroler dengan aplikasi CodeVisionAVR

Perancangan program bahasa C yang dilakukan menggunakan software aplikasi codevision AVR. Pada aplikasi ini beberapa hal yang diperhatikan adalah :

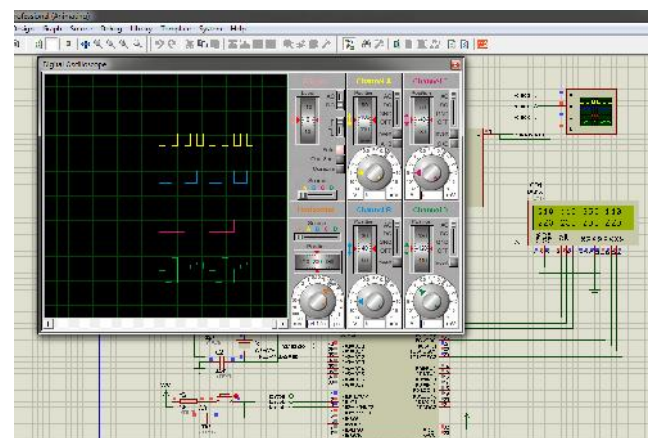
1. Pengaturan jenis mikrokontroler
2. Pengaturan clock
3. Penggunaan port ADC
4. Penggunaan port kontrol multiplexer

4.7 Menjalankan Simulasi rangkaian

Untuk menjalankan rangkaian simulasi, yaitu dengan menekan tombol *play* pada layar sebelah kiri bawah pada aplikasi ISIS.



Gambar 4.22 Tombol untuk memulai simulasi



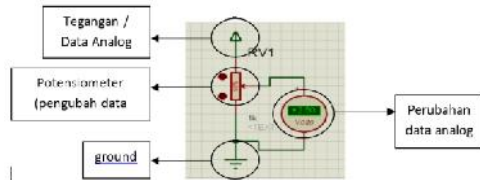
Gambar 4.23 Simulasi rangkaian yang dijalankan

V. HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN

Tahap pengujian merupakan rangkaian pelaksanaan kegiatan yang dilakukan setelah tahap perancangan sistem selesai dilaksanakan dengan tujuan yang ingin dicapai adalah dapat dioperasikannya hasil perancangan sistem yang dibuat.

5.1 Pengukuran Nilai Analog Input Potensiometer

Untuk menguji akurasi pembacaan data pada rangkaian ini, maka kita perlu memastikan bahwa data analog input yang berasal dari komponen potensiometer stabil, terukur, serta linear



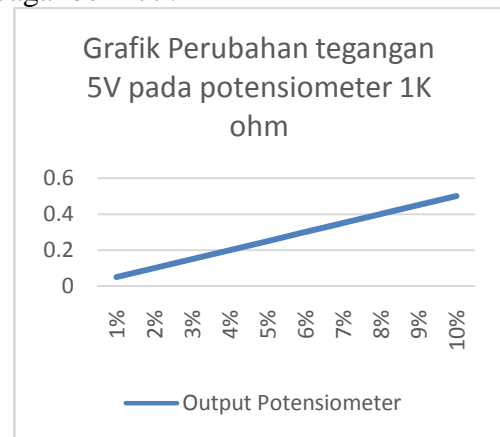
Gambar 5.1 Pengukuran Analog Input

Penulis telah melakukan pengujian dengan cara mengubah level potensiometer setiap 1% pada level 0 % – 10 %. lalu selanjutnya setiap 10% pada level 51 – 100 % setiap perubahan tegangan penulis catat dan cantumkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 5.1
Hasil Pengukuran Analog Input

Tegangan input (DC)	Skala Potensiometer 1K	Tegangan output (DC)
5V	0 %	0 V
5V	1 %	0.05 V
5V	2 %	0.10 V
5V	3 %	0.15 V
5V	4 %	0.20 V
5V	5 %	0.25 V
5V	6 %	0.30 V
5V	7 %	0.35 V
5V	8 %	0.40 V
5V	9 %	0.45 V
5V	10 %	0.5 V
5V	20 %	1 V
5V	30 %	1.5 V
5V	40 %	2 V
5V	50 %	2.5 V
5V	60 %	3 V
5V	70 %	3.5 V
5V	80 %	4 V
5V	90 %	4.5 V
5V	100 %	5V

Dari tabel diatas didapatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 5.2 Grafik Perubahan Tegangan

Dari grafik diatas, terlihat bahwa perubahan tegangan dari potensiometer yang digunakan bersifat linear.

5.2 Pengujian nilai analog output analog multiplexer.

Pengujian nilai analog dilakukan pada output analog multiplexer, untuk menguji keabsahan nilai output dari analog multiplexer, maka pengujian dilakukan satu per satu pada masing – masing input. Oleh karena itu perlu diperhatikan kembali tabel kebenaran dari perangkat analog multiplexer ini, yaitu sebagai berikut :

Tabel 5.2
Tabel Kebenaran Analog Multiplexer

Pin Kontrol Aktif			Output 74HC4051
0	0	0	X0
0	0	1	X1
0	1	0	X2
0	1	1	X3
1	0	0	X4
1	0	1	X5
1	1	0	X6
1	1	1	X7

5.2.1 Pengujian output analog multiplexer dengan voltmeter

Pengujian pertama dilakukan pada port input X0, sehingga port kontrol multiplexer di konfigurasi sebagai berikut :

```
#include <mega16.h>
```

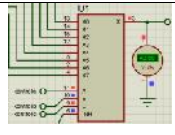
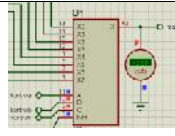
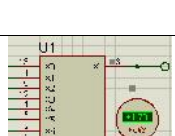
```
#include <stdio.h>
void main (void)
{
  DDRB = 0x07;
  while (1)
  {
    PORTB.0 = 0;
    PORTB.1 = 0;
    PORTB.2 = 0;
  }
}
```

Dari konfigurasi diatas, penulis membandingkan nilai tegangan analog input sebelum dan sesudah masuk analog multiplexer menggunakan DC Voltmeter. Selanjutnya pengujian dilakukan pada port analog input X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7 dengan cara yang sama, sehingga didapatkan tabel pengukuran sebagai berikut :

Tabel 5.3

Tabel Hasil Pengukuran Tegangan Output Analog Multiplexer

Pin Aktif	Tegangan input	Tegangan Output analog multiplexer
X0	2.40	2.40
X1	1.15	1.15
X2	0.85	0.85
X3	1.10	1.10
X4	2.15	2.15

X5	2.55		2.55
X6	2.80		2.80
X7	1.70		1.70

5.2.2 Pengujian output analog multiplexer

Penulis melakukan pengujian output tegangan analog multiplexer menggunakan fasilitas *osiloskop* pada aplikasi proteus. Sesuai dengan tabel pengaturan kanal *osiloskop*, terdapat 4 jenis gelombang ,gelombang berwarna kuning merupakan pulsa pin kontrol A analog multiplexer, gelombang berwarna biru merupakan pulsa pin kontrol B analog multiplexer, gelombang berwarna merah merupakan pulsa pin kontrol C analog multiplexer. Sedangkan gelombang berwarna hijau merupakan pulsa output analog multiplexer. Berikut tampilan pengukuran *osiloskop* dengan waktu gelombang 1ms/div dan skala tegangan 5V/div :

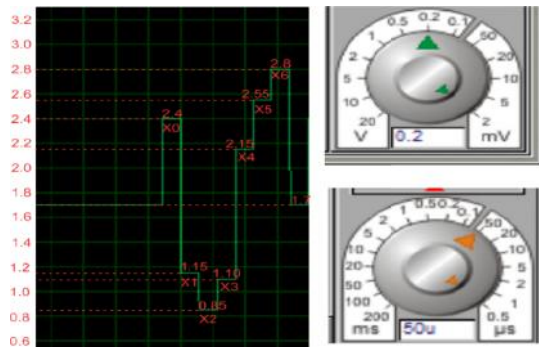


Gambar 5.4 Osiloskop pada Isis Proteus

Pada skala tersebut dapat disimpulkan bahwa interval pengambilan gelombang adalah sekitar 4,3 kotak dikali 1ms yaitu sekitar 4,3ms setiap interval. Namun pada skala tersebut nilai tegangan output pada analog multiplexer tidak jelas terlihat sehingga skala waktu gelombang di ganti

menjadi 20us/div :

Pada gelombang berwarna hijau (output analog multiplexer) terlihat perubahan gelombang digital yang memiliki puncak gelombang berbeda antara gelombang 1 dengan gelombang lainnya karena gelombang tersebut merupakan output analog multiplexer setiap input, sehingga penulis menandai setiap satu gelombang tersebut dengan X0, X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7 yang merupakan input analog multiplexer. Puncak gelombang merupakan nilai tegangan setiap input analog multiplexer. Namun dengan skala 1V/div nilai tegangan masih sukar untuk diukur secara akurat, sehingga skala tegangan penulis ganti menjadi 0.2mV agar lebih mudah diukur.



Gambar 5.5 Hasil Pengukuran Analog Multiplexer skala 0.2mV

Dengan menggunakan hasil pengukuran seperti gambar diatas, dapat terlihat dengan jelas nilai tegangan setiap gelombang.

Tabel 5.4

Pengukuran output Analog Multiplexer dengan Osiloskop

Pin Aktif	Tegangan input	Output analog multiplexer (V)
X0	2.40	2.40
X1	1.15	1.15
X2	0.85	0.85
X3	1.10	1.10
X4	2.15	2.15
X5	2.55	2.55
X6	2.80	2.80
X7	1.70	1.70

5.2.3 Pengujian dengan LCD Display Pengujian menggunakan LCD

display dilakukan untuk mengetahui nilai step bit ADC keluaran mikro-kontroller ATmega16 berdasarkan data masukan analog input X0 sampai X7. Berikut adalah nilai bit step ADC yang ditampilkan pada layar LCD :

No Port	Analog Input (V)	No Port	Analog Input (V)
X0	2.40	X4	2.15
X1	1.15	X5	2.70
X2	0.85	X6	2.80
X3	1.10	X7	1.70

Gambar 5.6 Hasil Pembacaan data analog input dengan LCD display

Dari data bit step ADC pada LCD, untuk mengetahui memastikan kesesuaian akurasi data tersebut dengan data analog input, maka perlu dibuat tabel konversi untuk menghasilkan nilai faktor pengali yang akan digunakan untuk mengkonversi bit step ADC kedalam bentuk awal data analog input. Tabel konversi data analog ke bit step ADC didapatkan dari penyesuaian perubahan data tegangan input pada tingkat perubahan 0.05V dengan nilai bit step ADC yang tampil pada ADC. Berikut adalah data tabel konversi data analog :

Tabel 5.5

Tabel konversi data analog ke step ADC

No	tegangan analog input (V)	Bit step ADC	faktor pengali = tegangan analog input / bit step ADC
1	0.05	10	0.005
2	0.1	20	0.005
3	0.15	31	0.00483871
4	0.2	41	0.004878049
5	0.25	51	0.004901961
6	0.3	61	0.004918033
7	0.35	72	0.004861111
8	0.4	82	0.004878049
9	0.45	92	0.004891304
10	0.5	102	0.004901961
11	0.55	113	0.004867257
12	0.6	123	0.004878049
13	0.65	133	0.004887218
14	0.7	143	0.004895105
15	0.75	154	0.00487013
16	0.8	164	0.004878049
17	0.85	174	0.004885057
18	0.9	184	0.004891304
19	0.95	195	0.004871795
20	1	205	0.004878049
21	1.05	215	0.004883721
22	1.1	225	0.004888899
23	1.15	236	0.004872881
24	1.2	246	0.004878049
25	1.25	256	0.004882813
26	1.3	266	0.004887218
27	1.35	276	0.004891304
28	1.4	287	0.004878049
29	1.45	297	0.004882155
30	1.5	307	0.004885993
31	1.55	317	0.00488959
32	1.6	328	0.004878049
33	1.65	338	0.004881657
34	1.7	348	0.004885057

No	tegangan analog input (V)	step ADC	faktor pengali = tegangan analog input / bit step ADC
35	1.75	358	0.00488268
36	1.8	369	0.004878049
37	1.85	379	0.004881266
38	1.9	389	0.004884319
39	1.95	399	0.004887218
40	2	410	0.004878049
41	2.05	420	0.004880952
42	2.1	430	0.004883721
43	2.15	440	0.004886364
44	2.2	451	0.004878049
45	2.25	461	0.004880694
46	2.3	471	0.004883227
47	2.35	481	0.004885655
48	2.4	492	0.004878049
49	2.45	502	0.004880478
50	2.5	512	0.004882813
51	2.55	522	0.004885057
52	2.6	532	0.004887218
53	2.65	543	0.004880295
54	2.7	553	0.004882459
55	2.75	563	0.004884547
56	2.8	573	0.004886562
57	2.85	584	0.004880137
58	2.9	594	0.004882155
59	2.95	604	0.004884106
60	3	614	0.004885993
61	3.05	625	0.00488
62	3.1	635	0.00488189
63	3.15	645	0.004883721
64	3.2	655	0.004885496
65	3.25	666	0.00487988
66	3.3	676	0.004881657
67	3.35	686	0.004883382
68	3.4	696	0.004885057
69	3.45	707	0.004879774
70	3.5	717	0.00488145
71	3.55	727	0.004883081
72	3.6	737	0.004884668
73	3.65	748	0.004879679
74	3.7	758	0.004881266
75	3.75	768	0.004882813

No	tegangan analog input (V)	step ADC	faktor pengali = tegangan analog input / bit step ADC
76	3.8	778	0.004884319
77	3.85	788	0.004885787
78	3.9	799	0.004881101
79	3.95	809	0.004882571
80	4	819	0.004884005
81	4.05	829	0.004885404
82	4.1	840	0.004880952
83	4.15	850	0.004882353
84	4.2	860	0.004883721
85	4.25	870	0.004885057
86	4.3	881	0.004880817
87	4.35	891	0.004882155
88	4.4	901	0.004883463
89	4.45	911	0.004884742
90	4.5	922	0.004880694
91	4.55	932	0.004881974
92	4.6	942	0.004883227
93	4.65	952	0.004884454
94	4.7	963	0.004880582
95	4.75	973	0.004881809
96	4.8	983	0.004883011
97	4.85	993	0.004884199
98	4.9	1004	0.004880478
99	4.95	1014	0.004881657
100	5	1023	0.004887586
Rata - rata faktor pengali			0.004885022

Dari tabel konversi diatas, didapat-kan rerata nilai faktor pengali 0.004885022. Faktor pengali tersebut akan dikalikan dengan step ADC untuk memastikan kesesuaian data output ADC dengan data analog input.

Tabel 5.6 Bit step ADC (V)

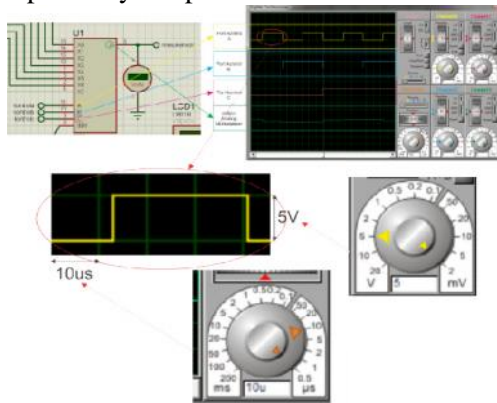
No	Data Analog Input (V)	Bit Step ADC	Faktor Pengali	Hasil kali (step ADC x Faktor pengali) (V)	Pembulatan 2 angka di belakang koma	Keterangan
X0	1.40	492	0.00488502	1.40147	1.40	Sesuai
X1	1.15	236		1.15286	1.15	Sesuai
X2	0.85	171		0.84999	0.85	Sesuai
X3	1.10	225		1.099125	1.10	Sesuai
X4	1.15	440		1.1494	1.15	Sesuai
X5	2.70	552		2.60653104	2.70	Sesuai
X6	1.80	171		1.799106	1.80	Sesuai
X7	1.70	348	1.69998	1.70	Sesuai	

Seperti terlihat pada tabel 5.6, setelah menghitung hasil kali bit step ADC dengan faktor pengali akan didapatkan hasil kali dalam bentuk satuan tegangan (V). Jika hasil kali tersebut dibulatkan dengan 2 angka dibelakang koma akan didapatkan nilai tegangan sama dengan data analog input X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7.

5.2.4 Pengujian respon kecepatan

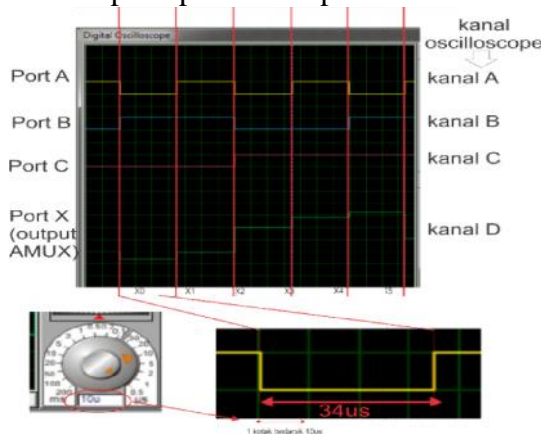
Metode pengujian respon 74HC4051 yang dilakukan adalah dengan mengukur perubahan pulsa yang di ubah oleh mikrokontroller yaitu port kontrol A, kontrol B,

kontrol C, serta hasil dari output analog multiplexer yaitu port masukan adc.



Gambar 5.7 Pengukuran respon kecepatan

Pengukuran osiloskop menampilkan 4 kanal yang berbeda yaitu kanal A,B,C (port kontrol A,B,C), kanal D (port X/ output analog multiplexer). Untuk mempermudah pengukuran ini, maka kanal yang diukur adalah kanal yang frekuensi perubahannya tertinggi. Seperti terlihat pada osiloskop, maka acuan pengukuran waktu respon diambil pada perubahan pulsa kanal A & D.



Gambar 5.8 Respon kecepatan analog multiplexer 74HC4051

Dari pengukuran diatas, penulis memperhatikan waktu saat perubahan pulsa pada kanal A dan kanal D. Dengan menghitung kotak pada oscilloscope (skala 1 kotak 10 mikro detik) maka kecepatan respon switch pada analog multiplexer adalah 34 mikro detik.

6. KESIMPULAN

1. Keterbatasan kanal ADC mikrokontroller dapat disiasati

menggunakan komponen analog multiplexer.

2. Penggunaan analog multiplexer tidak mempengaruhi nilai pembacaan data ADC dan kecepatan pembacaan data ADC.

3. Terdapat peningkatan efisiensi sebesar 800% dengan menggunakan 8 buah analog multiplexer untuk penambahan kanal ADC pada analog multiplexer. yaitu 8 kanal input ADC mikrokontroller ATmega16 dikali 8 input analog multiplexer yaitu menjadi 64 kanal input ADC.

4. Terdapat perbedaan kecepatan sakelar 74HC4051 yang tertera pada datasheet yang disebutkan bahwa pada kondisi ideal kecepatan sakelarnya 40ns tetapi pada kenyataannya kecepatan sakelar tersebut adalah 34µs yang diukur menggunakan osiloskop digital, jadi terdapat selisih 33.96 µs.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus Pratama,Ryan. *“Membaca Nilai ADC dengan IC 4051”*. <http://memberfa.wordpress.com>
- [2] Anonim. *“AVR ADC inputs scanning example”*. 20 desember 2011. <http://www.electronics-base.com>
- [3] Anonim, *“Pengertian dan kelebihan mikrokontroller”*. <http://elektronika-dasar.web.id>
- [4] Anotherorion. *“USART CodevisionAVR*
- [5] Atmel, 2010, *“8-bit AVR Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash”*, Atmel
- [6] Derry Arif Rachman. *“Data dan Sinyal”*. <http://www.academia.edu>
- [7] Didik Haryanto. *“Analog To Digital Converter”*. <http://staff.uny.ac.id>
- [8] Gammon, Nick. *“74HC4051 multiplexer / demultiplexer”*. 14 Maret 2013. <http://www.gammon.com.au>
- [9] Gray Nicholas, 2006, *“ABCs of ADCs Analog-to-Digital Converter Basics”*,

- National Semiconductor.
- [10] Labcenter electronic, 2002, "*Intelligent Schematic Input System (ISIS)*", Labcenter electronic
- [11] NXP Semiconductors, 2012, "*74HC4051;74HCT4051 8-channel analog multiplexer/demultiplexer*". NXP Semiconductors.
- [12] Rangkuti Syahban, 2011, "*Mikrokontroler ATMEL AVR, simulasi dan praktek menggunakan ISIS Proteus dan CodevisionAVR*", informatika bandung.
- [13] Richard H Barnett, Sarah Cox, and Larry O'cull, 2007, "*Embedded C Programming and the Atmel AVR, 2e*", Canada, Thomson Delmar Learning
- [14] Robotron,asis. "*Multiplexer 4051 Di Code Vision AVR*". <http://robotron-unm.blogspot.com>
- [15] *Programming and the Atmel AVR, 2e*, Canada, Thomson Delmar Learning