

RANCANG BANGUN ALAT PRAKTIKUM MIKROKONTROLER DI STMIK STIKOM INDONESIA

I Gusti Made Ngurah Desnanjaya¹ dan I Kadek Dwi Gandhika Supartha²

¹ STMIK STIKOM Indonesia
Denpasar, Indonesia
ngurah.desnanjaya@gmail.com

² STMIK STIKOM Indonesia
Denpasar, Indonesia
nakata_uuk@yahoo.com

Abstract

Ilmu pengetahuan dan teknologi dalam dunia sistem kendali dan otomatis semakin pesat, yang dapat dilihat pada kehidupan sehari-hari. Kebutuhan manusia yang semakin kompleks memungkinkan untuk dibuat IC yang bisa di program sesuai dengan kebutuhan. Berdasarkan kemajuan teknologi ini, maka berkembanglah suatu ilmu yang merupakan pengembangan dari dunia elektronika, salah satunya yakni dalam bidang mikrokontroler. STMIK STIKOM Indonesia sebagai kampus yang bergerak di bidang teknologi berkeyakinan membangun generasi muda yang dapat terjun langsung kemasyarakat untuk membuat atau mendisain sendiri teknologi yang dapat di kontrol atau bergerak secara otomatis. Dengan sebuah alat modul mikrokontroler diharapkan mahasiswa dapat lebih mengerti dan memahami bagaimana sistem kerja dari mikrokontroler. Mahasiswa dapat merancang dan membuat sistem kendali otomatis yang dapat membantu tugas manusia dalam melakukan aktivitasnya, ataupun melakukan suatu hal yang mungkin tidak bisa dilakukan oleh manusia. Maka dilakukan penelitian Rancang Bangun Alat Praktikum Mikrokontroler di STMIK STIKOM Indonesia.

Keywords: Sistem kendali, otomatis, teknologi, mikrokontroler.

1. Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam dunia kendali semakin pesat, hal ini ditandai dengan adanya berbagai peralatan yang diciptakan dan dapat dioperasikan secara otomatis. Berdasarkan kemajuan teknologi ini, maka berkembanglah suatu ilmu yang merupakan pengembangan dari dunia elektronika, salah satunya yakni dalam bidang mikrokontroler.

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip, di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori, dan perlengkapan input output. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta

kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya atau dapat disebut pengendali kecil. Melihat dari kemajuan teknologi yang semakin pesat ini STMIK STIKOM Indonesia sebagai sebuah kampus teknologi. Berkeyakinan membangun generasi muda yang dapat terjun langsung kemasyarakat untuk membuat atau mendisain sendiri teknologi yang dapat di kontrol atau bergerak secara otomatis. Dengan adanya mata kuliah mikrokontroler di harapkan dapat membangun generasi muda yang dapat bersaing di dunia global. Maka dirancang suatu modul mikrokontroler yg mudah di akses dan di ujicoba dengan sensor, yg dapat memudahkan penggunaan untuk mempelajari mikrokontroler dan membuat suatu sistem kendali yg berguna di masyarakat.

Berdasarkan permasalahan diatas maka dilakukan penelitian Rancang Bangun Alat Praktikum Mikrokontroler di STMIK STIKOM Indonesia. Dengan sebuah modul mikrokontroler diharapkan mahasiswa dapat lebih mengerti dan memahami bagaimana sistem kerja dari mikrokontroler. Mahasiswa dapat merancang dan membuat sistem kendali otomatis yang dapat membantu tugas manusia dalam melakukan aktivitasnya, ataupun melakukan suatu hal yang mungkin tidak bisa dilakukan oleh manusia.

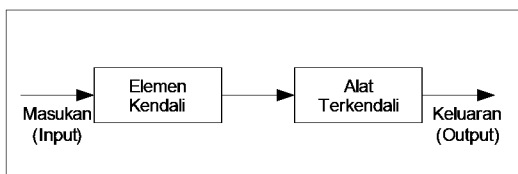
2. Sistem Kendali

Sistem kendali secara umum, merupakan suatu sistem yang berkaitan erat dengan metode, yang memungkinkan sebuah komputer, agar mampu berperan sebagai inti atau otak dari suatu sistem kendali. Komputer berguna mengontrol dan menerima input data dari alat terkendali. Metode inilah yang dikenal sebagai sistem kendali. Dalam sistem kendali dikenal istilah Sistem Kendali Loop Terbuka (Open Loop Control Sistem) dan Sistem

Kendali Loop Tertutup (Closed Loop Control Sistem). Masing-masing sistem mempunyai cara kerja dan prinsip yang berbeda, namun dapat saling mendukung [1].

2.1 Sistem Kendali Loop Terbuka

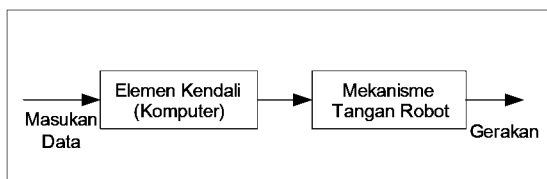
Sistem kendali loop terbuka adalah sistem kendali yang sinyal keluarannya tidak berpengaruh terhadap proses pengendalian. Hal ini dikarenakan di dalam sistem kendali loop terbuka tidak terdapat proses umpan balik sinyal output yang menuju sinyal input. Dengan demikian di dalam sistem kendali jenis ini tidak ada proses untuk membandingkan antara sinyal keluaran dengan masukan (loop back).



Gambar 1 Sistem Kendali Loop Terbuka

Dalam gambar 1 diperlihatkan input data masuk ke elemen kendali, dan elemen kendali akan memproses data masukan. Output dari elemen kendali akan mengendalikan alat terkendali. Gambar 1 juga menggambarkan bahwa keluaran yang dihasilkan tidak diumpan balik. Dengan kata lain elemen hanya memproses data masukan dan mengendalikan alat terkendali.

Contoh sistem kendali loop terbuka adalah sistem pengendalian tangan robot. Adapun gambaran sistem pengendalian tangan robot diperlihatkan pada gambar 2

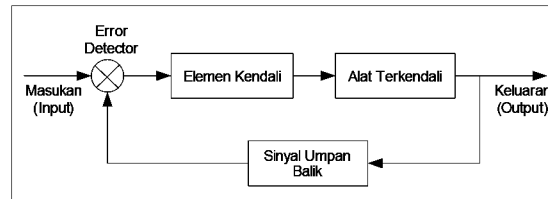


Gambar 2 Sistem Pengendalian Tangan Robot

Pada gambar 2 diperlihatkan masukan data akan masuk ke elemen pengendali (komputer) dan kemudian elemen kendali akan memprosesnya. Hasil dari proses pengolahan data akan digunakan untuk mengendalikan alat terkendali, yaitu mekanisme tangan robot. Tidak ada proses umpan balik dari output yang berupa gerakan. Contoh umpan balik pada aplikasi tangan robot ini adalah adanya proses untuk mengukur ketepatan derajat perputaran dan gerakan yang dihasilkan oleh tangan robot.

2.2 Sistem Kendali Loop Tertutup

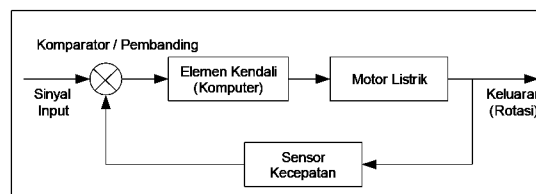
Sistem kendali loop tertutup adalah sistem kendali yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung terhadap proses pengendalian. Yang menjadi ciri utama dari sistem kendali loop tertutup adalah adanya sinyal umpan balik. Gambar 3 adalah gambar dari sistem kendali loop tertutup.



Gambar 3 Sistem Kendali Loop Tertutup

Gambar 3 menunjukkan sistem kendali loop tertutup. Input masuk ke elemen kendali untuk diproses dan output dari elemen kendali digunakan untuk mengendalikan alat terkendali. Alat terkendali akan melakukan aksinya dan hasil dari aksi ini akan diumpan balik menuju error detector (komparator) untuk dibandingkan guna meminimalisasi kesalahan. Umpan balik ini dapat berupa pemasangan sensor untuk melakukan proses pengukuran, dan hasil pengukuran tersebut diumpan balikkan ke error detector (komparator).

Yang dimaksud elemen kendali dalam loop tertutup adalah suatu bagian sistem pengendali yang bertugas untuk menerima sinyal kesalahan dari komparator. Sinyal kesalahan ini kemudian diolah dan diteruskan ke bagian alat terkendali. Alat terkendali adalah sebuah perangkat yang dikendalikan oleh elemen kendali. Piranti ini hanya melaksanakan tugas sesuai perintah elemen kendali, yang bertugas sebagai error detector adalah komparator. Komparator adalah suatu peranti yang digunakan untuk membandingkan dua besaran. Hasil output komparator ini nantinya akan diteruskan ke elemen kendali guna diproses lebih lanjut.



Gambar 4 Sistem Kendali Loop Tertutup Pada Motor Listrik

Pada pengendalian motor listrik loop tertutup, hasil rotasi motor listrik akan ditangkap oleh sensor kecepatan. Sensor kecepatan ini berfungsi sebagai umpan balik. Hasil dari proses sensor kecepatan akan masuk ke error detector yang berupa komparator. Komparator akan membandingkan sinyal input dengan sinyal yang dihasilkan oleh sensor kecepatan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah kecepatan motor listrik sama dengan kecepatan yang diterima sensor atau

tidak. Apabila putaran terlalu cepat maka komputer sebagai elemen kendali akan memperlambat putaran motor tersebut berdasarkan hasil komparasi pada komparator. Komparator disini berfungsi sebagai error detector. Sistem loop disini berfungsi untuk menstabilkan dan meningkatkan presisi putaran motor.

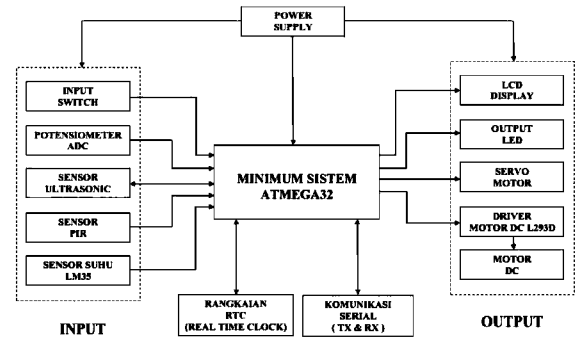
3. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional yang terkandung di dalam sebuah chip. Dengan kata lain, mikrokontroler merupakan suatu alat elektronika digital yang mempunyai input dan output I/O yang dapat dikendalikan dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini adalah mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler yang basis arsitektur AVR RISC (Reduced Instruction Set Computer) 8 bit yang berdasarkan arsitektur Harvard, yang dibuat oleh Atmel tahun 1996.

Mikrokontroler AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lainnya. Keunggulan mikrokontroler AVR yaitu kecepatan dalam eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar intruksi dieksekusi dalam 1 siklus clock, lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler MCS51 yang memiliki arsitektur CISC (Complex Instruction Set Computer).[2]. Selain itu mikrokontroler AVR memiliki fitur lengkap yaitu (ADC Internal, PWM, EEPROM Internal, Port I/O, Komunikasi Serial, I2C, timer/counter, dll.[3].

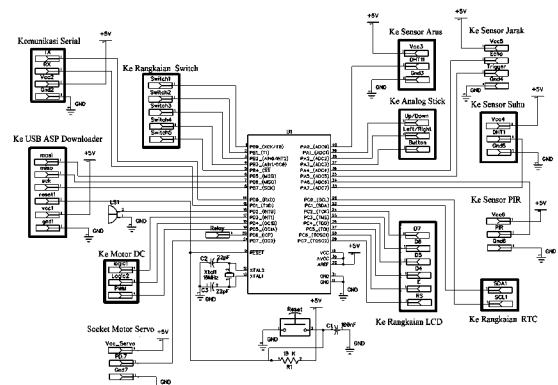
4. Perancangan Sistem

Secara keseluruhan perancangan sistem modul mikrokontroler ATmega32 sebagai I/O, ADC, RX, TX Pada Pengembangan Praktikum Mikrokontroler di STMIK STIKOM Indonesia dapat dilihat pada gambar 3.1. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega32 yang terdapat input dan output, yang digunakan sebagai input pada modul mikrokontroler ini adalah switch, potensiometer sebagai pengaturan ADC, sensor ultrasonic, sensor PIR, dan sensor suhu. Dan yang dipergunakan untuk output pada modul mikrokontroler ini adalah LCD 2x16, LED, motor servo, dan motor DC. Terdapat juga rangkaian real time clock dan komunikasi TX, RX, untuk mengaktifkan modul mikrokontroler ATmega32 ini menggunakan supply tegangan 12Volt



Gambar 5 Blok Diagram

Sistem Minimum merupakan inti dari modul perangkat keras ini. Sistem Minimum bertugas sebagai inti dari proses sistem mikrokontroler yang memberi intruksi kepada input atau output ke modul yang ingin di kendalikan. Rancangan sebuah Sistem Minimum mempengaruhi fungsi dari mikrokontroler yang ditanamkan dalam Sistem Minimum tersebut, kecepatan prosesing processor pada mikrokontroler dipengaruhi oleh pembangkit clock osilator, pada rangkaian ini digunakan kristal sebesar 16 MHZ, sehingga memungkinkan processor dalam mikrokontroler melakukan sampai 16 juta instruksi per detik (16 MIPS), kecepatan osilator juga mempengaruhi konfigurasi timer, delay, PWM (Pulse Width Modulation), Sistem minimum ini juga di lengkapi dengan reset agar dapat mengulang kembali intruksi pada kondisi awal dan terutama konfigurasi komunikasi USART yang akan digunakan dalam penelitian ini, berikut gambaran skema dari Sistem Minimum ATmega32.



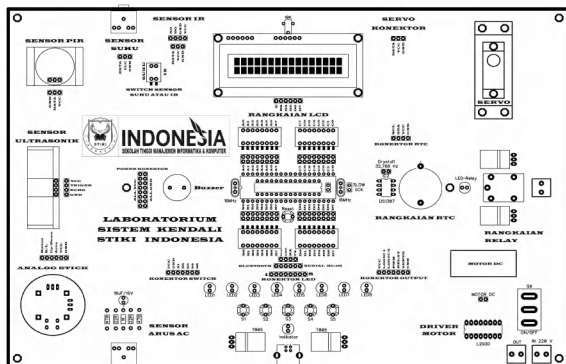
Gambar 6 Rancangan Keseluruhan Sistem

5. Pembahasan

5.1 Perancangan Implementasi

Sistem modul praktikum mikrokontroler ATmega32 implementasi dari suatu tindakan atau pelaksanaan rencana yang telah disusun dengan cermat dan rinci sesuai tahapan perakitan sistem sehingga mampu untuk dioperasikan. Tahapan ini menjelaskan proses perakitan kerangka dari alat pelarut PCB dan menjelaskan rangkaian

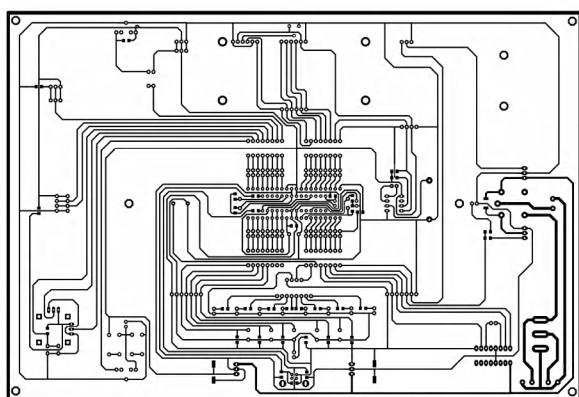
elektronika serta alat-alat yang digunakan dalam pelarut PCB. Hasil dari perancangan sistem yang dibuat ditunjukkan pada gambar 7 Sensor-sensor terdapat pada modul-modul yang sudah langsung tersambung dengan sistem pada mikrokontroler ATmega32. Untuk memudahkan pengguna dalam melakukan ujicoba sensor dan sistem yang diinginkan.



Gambar 7 Modul Paktikum Mikrokontroler

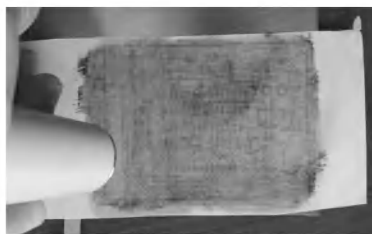
Pada tahap awal dimulai dari pembuatan rangkaian elektronika sampai pemasangan komponen elektronika pada alat modul praktikum mikrokontroler ATmega32, yaitu :

1. Rangkaian elektronika yang dibuat adalah papan mikrokontroler seperti pada Gambar 8. Pertama buat desain layout rangkaian, kemudian difotocopy diatas kertas HVS, kemudian disablon menggunakan lotion anti nyamuk diatas papan PCB sampai menempel.



Gambar 8 Desain Layout Rangkaian

2. Kemudian disablon menggunakan lotion anti nyamuk di atas lempengan tembaga PCB sampai menempel dengan sempurna seperti pada Gambar 9.



Gambar 9 Penyablonan

3. Setelah selesai penyablonan pada papan PCB, selanjutnya melarutkan PCB menggunakan larutan Feri Klorida. Untuk proses pelarutan menggunakan air panas yang mendidih dan dicampur dengan larutan feri klorida. Selanjutnya menggoyangkan penampang secara vertikal dan horisontal sampai lempengan tembaga larut semua seperti pada Gambar 10.



Gambar 10 Pelarutan PCB

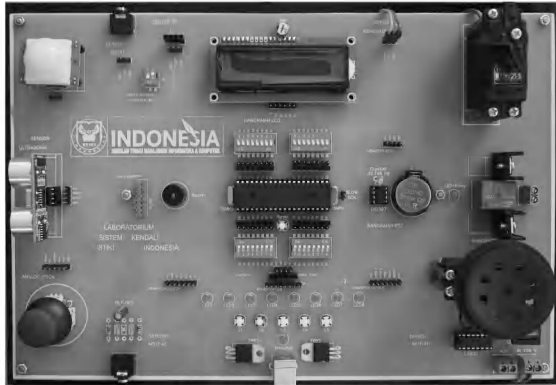
4. Hasil setelah selesai proses pelarutan PCB akan nampak jalur dari rangkaian yang dilarutkan. Setelah selesai pelarutan PCB, selanjutnya memotong papan PCB sesuai pola dan ukura. Kemudian melakukan pemotongan agar terlihat lebih rapi, kemudian mulai proses pengeboran untuk melubangi papan PCB sesuai dengan pola sablon seperti pada Gambar 11.



Gambar 11 Pengeboran Papan PCB

5. Setelah selesai pengeboran, langkah selanjutnya memeriksa jalur layout. Fungsi pengecekan jalur ini untuk mengetahui apakah jalur ada yang saling terhubung dengan jalur yang lainnya. Setelah pengecekan jalur layout, selanjutnya memasang dan menyolder komponen elektronika dipapan PCB sesuai jalur dari layout. Setelah pemasangan dan

penyolderan, selanjutnya pemasangan komponen modul praktikum mikrokontroler ATmega32 dengan benar agar dapat di pergunakan sesuai dengan fungsinya seperti gambar 12.



Gambar 12 Modul Mikrokontroler ATmega32

5.2 Uji Coba Modul Elektronika

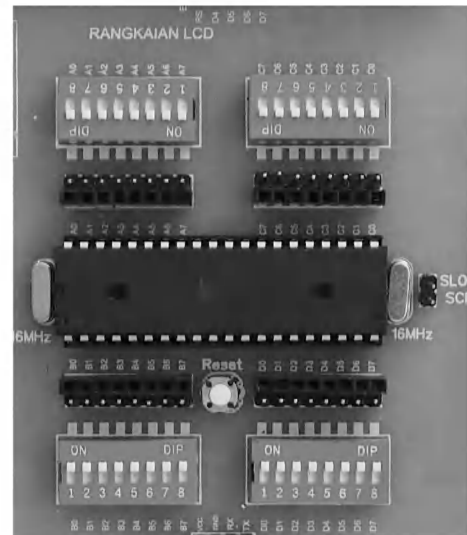
Uji coba dilakukan dengan beberapa perangkat pendukung, yaitu papan LED, DIP Switch dan papan Variable Resistor. Pengujian ini akan menguji modul- modul perangkat keras yang akan digunakan di dalam sistem. Modul perangkat keras yang akan di uji adalah Sistem Minimal. Modul ini merupakan komponen utama dari sistem perangkat keras. Modul ini merupakan perangkat yang akan menerima perintah dari PC, menterjemahkan kemudian akan melakukan eksekusi. Dan bila ada modul ini akan mengirimkan data ke PC. Berikutnya dilakukan pengujian papan relay. Papan ini berfungsi untuk menghubungkan sistem dengan instalasi tegangan 220 V pada rumah. Dan yang terakhir adalah pengujian pada konverter tegangan RS 232.

5.3 Pengujian Pada Sistem Minimal (Minimum System)

Pengujian ini dilakukan dalam beberapa tahap, yang pertama adalah pengujian terhadap Output dari masing-masing port. Pengujian dilakukan dengan menginstal dua jenis program pada modul. Yang pertama adalah program untuk memberi logika "1" atau "high" pada tiap port pada mikrokontroler. Dan berikutnya memberi logika "0" atau "low" pada tiap port mikrokontroler. Output dari tiap port akan dapat dilihat pada papan LED. Dimana LED pada papan LED akan menyala bila diberi logika "0" atau "low" dan mati bila diberi logika "1" atau "high". Hal ini dikarenakan LED pada papan LED diset aktif low. Pengujian kedua adalah dengan mengatur logika pada salah satu port dengan menggunakan DIP Switch. DIP switch ini akan memberikan logika "1" atau "0" sesuai dengan keinginan penulis. Logika yang diinputkan akan ditampilkan pada port yang lain. Pengujian kedua ini berguna untuk mengetes

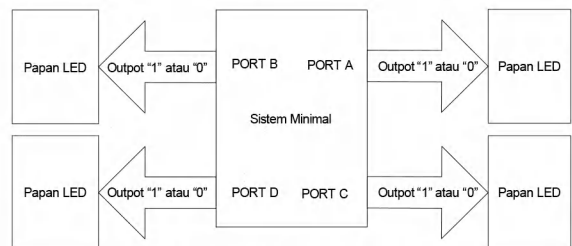
kemampuan input dari tiap port. Yang terakhir adalah pengujian terhadap ADC (Analog To Digital Converter). Pengujian ini dilakukan dengan melakukan pembacaan salah satu ADC dengan umpan tegangan diberikan oleh papan Variable Resistor. Data dari ADC akan ditampilkan pada port yang lain melalui papan LED.

Berikut adalah gambar dari sistem minimal yang akan diujikan:



Gambar 13 Sistem Minimal

1. Pengujian Output Pada Modul Sistem Minimal
Pengujian ini dilakukan dengan menginstal program yang akan memberikan output "1" atau "0" pada tiap port. Skema pengujian dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 5.8 Skema Percobaan Output Port

Pengujian pertama, setiap port diberikan perintah untuk mengeluarkan output berlogika "1". Berikut program yang digunakan untuk menguji :

```
.include "m32def.inc"

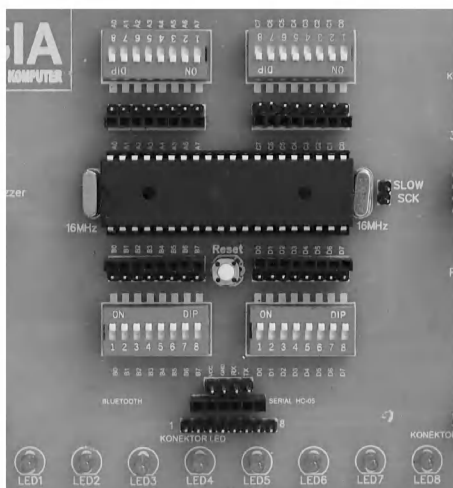
.org 0x0000
rjmp main

main:
ldi r16,0xff
out DDRA,r16
out DDRB,r16
out DDRC,r16
out DDRD,r16
```

```
out PORTA,r16
out PORTB,r16
out PORTC,r16
out PORTD,r16

henti:
rjmp henti
```

Hasil dari kode program di atas akan memberikan logika “1” ke rangkaian LED. Rangkaian LED bersifat aktif low, atau LED akan menyala bila diberi logika rendah, maka hasilnya LED pada rangkaian akan mati, karena rangkaian sistem minimal memberikan logika tinggi atau “high”. Gambar berikut menunjukkan rangkaian pengujian dan outputnya :



Gambar 14 Output High

Hasil dari pengujian di atas adalah :

Tabel 1 Hasil Percobaan Output Pertama Pada Sistem Minimal

Nomor Port	Data PORT	Output	Kondisi LED
0	1	1	Mati
1	1	1	Mati
2	1	1	Mati
3	1	1	Mati
4	1	1	Mati
5	1	1	Mati
6	1	1	Mati
7	1	1	Mati

Pengujian Kedua, setiap port diberikan perintah untuk mengeluarkan output berlogika “0”. Berikut program yang digunakan untuk menguji :

```
.include "m32def.inc"

.org 0x0000
rjmp main

main:
ldi r16,0xff
```

```
out DDRA,r16
out DDRB,r16
out DDRC,r16
out DDRD,r16

ldi r16,0x00
out PORTA,r16
out PORTB,r16
out PORTC,r16
out PORTD,r16

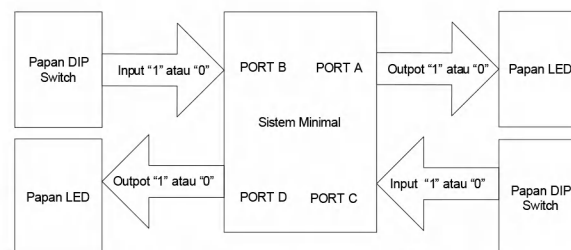
henti:
rjmp henti
```

Hasil dari kode program di atas akan memberikan logika “0” ke rangkaian LED. Rangkaian LED bersifat aktif low, atau LED akan menyala bila diberi logika rendah, maka hasilnya LED pada rangkaian akan menyala, karena rangkaian sistem minimal memberikan logika rendah atau “low”. Gambar berikut menunjukkan rangkaian pengujian dan outputnya :

Tabel 2 Hasil Percobaan Output Kedua Pada Sistem Minimal

Nomor Port	Data PORT	Output	Kondisi LED
0	0	0	Menyala
1	0	0	Menyala
2	0	0	Menyala
3	0	0	Menyala
4	0	0	Menyala
5	0	0	Menyala
6	0	0	Menyala
7	0	0	Menyala

2. Pengujian Input Pada Sistem Minimal
Pengujian dilakukan dengan menginstal program yang akan menerima input di salah satu port dan mengeluarkan nilai input tersebut ke port yang lain. Skema pengujian dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 15 Skema Percobaan Input

Pengujian akan dilakukan dengan memberikan logika, baik itu “1” maupun “0” pada port yang diset sebagai input yaitu port “B” dan port “C”. Kemudian nilai input ini akan dikeluarkan melalui port yang diset sebagai output yaitu port “A” dan port “D”. Output

yang dikeluarkan akan sama dengan logika yang diinputkan.

Berikut program yang digunakan untuk melakukan pengujian input ini:

```
.include "m32def.inc"
.org 0x0000
rjmp main

main:
ldi r16,0xff
out DDRA,r16
out DDRD,r16

ldi r16,0x00
out DDRC,r16
out DDRB,r16

eksekusi:
in r16,PINB
in r17,PINC
out PORTA,r16
out PORTD,r17
rjmp eksekusi
```

Papan DIP Switch akan diset mengirimkan logika "10101010" kemudian dirubah menjadi "01010101". Ouput dari sistem minimal akan dikeluarkan pada papan LED. LED bersifat aktif low, sehingga akan mati bila diberi logika "1" dan menyala bila diberi logika "0". Berikut gambar pengujian dan outputnya :

Tabel 3 Hasil Percobaan Input Pertama Pada Sistem Minimal

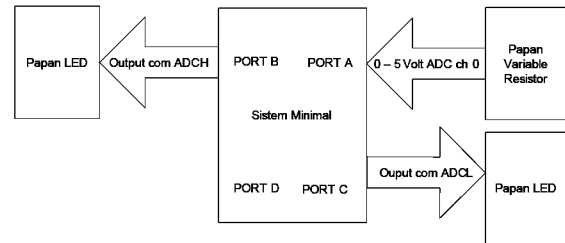
Nomor Port	Input	Output	Kondisi LED
0	1	1	Mati
1	0	0	Menyala
2	1	1	Mati
3	0	0	Menyala
4	1	1	Mati
5	0	0	Menyala
6	1	1	Mati
7	0	0	Menyala

Tabel 4 Hasil Percobaan Input Kedua Pada Sistem Minimal

Nomor Port	Input	Output	Kondisi LED
0	0	0	Menyala
1	1	1	Mati
2	0	0	Menyala
3	1	1	Mati
4	0	0	Menyala
5	1	1	Mati
6	0	0	Menyala
7	1	1	Mati

3. Pengujian ADC Pada Sistem Minimal
Pengujian dilakukan dengan menginstal program yang akan menerima input pada salah satu chanel ADC dan mengeluarkan nilai input

tersebut ke port yang lain. Skema pengujian dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 16 Skema Percobaan ADC

Pengujian akan dilakukan dengan memberikan tegangan yang bervariasi. Tegangan ini diberikan oleh papan variable resistor dan diterima oleh ADC chanel "0". Kemudian nilai input ini akan dikeluarkan melalui port yang diset sebagai output yaitu port "B" menampilkan data pada "ADCH" dan port "C" menampilkan data pada ADCL. Berikut program yang digunakan untuk melakukan pengujian ADC ini:

```
.include "m32def.inc"

.org 0x0000
rjmp main

main:
ldi r16,low(ramend)
out spl,r16
ldi r16,high(ramend)
out sph,r16

rcall init_port
rcall init_adc
rjmp prog_utama

prog_utama:
sbis ADCSRA,ADIF
rjmp prog_utama
rcall output
rjmp prog_utama
output:
in r16,ADCH
in r17,ADCL
com r16
com r17
out portb,r16
out portc,r17
ret

init_port:
ldi r16,0x00
out ddra,r16
out porta,r16
ldi r16,0xff
out ddrb,r16
out ddrc,r16
ret

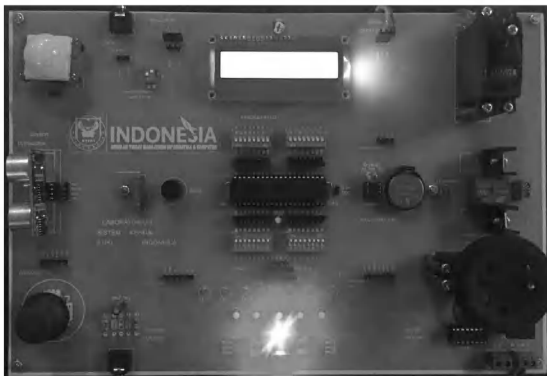
init_adc:
ldi r16,0
```

```

out ADMUX,r16
ldi
r16, (1<<ADEN) | (1<<ADSC) | (1<<ADATE) |
(5<<ADPS0)
out ADCSRA,r16
ret

```

Papan Resistor Variable akan disambungkan ke port A pada mikrokontroler yang merupakan input ADC. Input ini akan diproses oleh mikrokontroler sesuai dengan program yang diinstal. Output dari sistem minimal akan dikeluarkan pada papan LED. LED bersifat aktif low, sehingga akan mati bila diberi logika "1" dan menyala bila diberi logika "0". Pengujian dilakukan dengan memberikan input pada ADC pada sembarang level tegangan. Berikut gambar pengujian dan outputnya :



Gambar 17 Percobaan ADC

Perhitungan yang digunakan untuk melakukan pengujian ini adalah sebagai berikut:
 Tegangan Refrensi ADC = 5,09 Volt
 Nilai Maksimal ADC = 1024 Desimal = 111111111 (10 bit)
 Maka :

$$\text{Nilai ADC} = \frac{1024 \text{ Input Terukur}}{5,01 \text{ Volt}}$$

Dari pengujian didapat :

Tabel 5 Hasil Percobaan ADC Pada Sistem Minimal

Tegangan Input Terukur (mV)	Nilai Output Perhitungan	Nilai Biner	Output Minimum Sistem	Nilai Output
212	43	101010	101001	42
240	49	110001	101111	47
420	85	1010101	1010010	82
55	11	1011	1010	10
752	153	10011001	10011000	152

Dari hasil percobaan dapat dilihat bahwa rata-rata nilai keluaran dan masukan dari ADC berbeda 1 sampai 3 LSB (Less Significant Bit). Hal ini akan menyebabkan terjadi kesalahan pada hasil ADC dari 4 sampai 12 mVolt.

6. Kesimpulan

- Proses perancangan alat praktikum mikrokontroler diimplementasikan dengan menggunakan beberapa modul sensor.
- Metode rancang bangun menggunakan Proteus dan Diptrace sebagai tool untuk merancang desain rangkaian dan layout blok trainer, software CodeVision AVR, Bacom, dan IDE arduino sebagai tool agar dapat di pergunakan langsung pada saat praktikum mikrokontroler ATmega32.

7. Daftar Pustaka

- [1] Surasno. 2006. Teknik Sistem Control. Graha Ilmu : Jogjakarta
- [2] Adrianto, H. 2008. Pemrograman AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR). Bandung : Informatika
- [3] Atmel. 2010. ATmega16/32U4 Datasheet. [Cited 2013 Jan 28]. Available From: URL ; http://www.atmel.com/search.aspx?q=datasheet+ATmega16+&filter/7766S_2.pdf.

First Author: Menempuh pendidikan S1 di Universitas Udayana tahun 2006-2011 dan Pendidikan S2 Universitas Udayana tahun 2011-2013. Saat ini berstatus tenaga pendidik di STMIK STIKOM Indonesia.

Second Author: Menempuh pendidikan S1 di Universitas Udayana tahun 2003-2010 dan saat ini masih aktif sebagai mahasiswa S2 Universitas Udayana.