

PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM MIKROKONTROLER (AVR) MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK PROTEUS PROFESSIONAL v7.5 SP3

Kadarisman Tejo Yuwono & Suprpto
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika F.T. UNY

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk (1) menghasilkan produk modul mikrokontroler yang sesuai dengan kompetensi mata kuliah mikrokontroler, dan (2) mengetahui kelayakan modul mikrokontroler menggunakan Proteus Professional v7.5 SP3.

Penelitian ini merupakan penelitian rancang bangun melalui tahap analisis kebutuhan, desain, implementasi dan pengujian. Pengujian unjuk kerja modul menggunakan alpha testing dan pengujian kelayakan modul menggunakan beta testing sesuai kaidah rekayasa perangkat lunak. Teknik analisis data dengan analisis deskriptif, pemakaian skala likert untuk uji instrumen yang kemudian dideskripsikan dalam pengertian secara kualitatif.

Hasil unjuk kerja modul ini sangat memadai sesuai dengan kompetensi yang akan dicapai di jurusan elektronika terutama dalam mata kuliah praktikum mikrokontroler. Pengujian secara simulasi hardware cukup memadai. Sedangkan untuk pengujian secara software sangat memuaskan karena program-program dasar sebagai penunjang kompetensi mata kuliah mikrokontroler berjalan dengan baik. Uji kelayakan/kemanfaatan untuk semua item (12 item) pada kategori cukup layak, dengan catatan item kelancaran teknis saat digunakan dan item tingkat fleksibilitas untuk dimodifikasi pada kategori layak prosentasenya tidak terlalu tinggi.

Kata Kunci: modul mikrokontroler, proteus professional

Pendahuluan

Piranti elektronika diaplikasikan secara luas hampir di segala bidang kehidupan terutama dunia industri. Pemanfaatan piranti elektronika terutama penggunaan mikrokontroler sebagai prosesor sistem merupakan piranti yang terus berkembang secara pesat. Mata kuliah mikrokontroler telah dikembangkan dalam kurikulum Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika. Mata kuliah ini diaplikasikan secara luas dalam sistem elektronika. Hal ini disebabkan dengan pemakaian mikrokontroler dalam sistem elektronika menjadikan sistem tersebut dapat diprogram ulang (*programmable*) *software*-nya sehingga pengembangannya menjadi lebih mudah tidak perlu desain ulang secara keseluruhan terutama *hardware*, dan cukup bagian tertentu yang diperlukan saja. Mata kuliah ini membutuhkan banyak pengalaman aplikasi. Mahasiswa tidak cukup hanya dengan belajar konsep-konsep dasarnya saja, seperti yang selama ini dilakukan di Program Studi Teknik Elektronika. Pengalaman dalam Ujian Proyek Akhir yang mengaplikasikan mikrokontroler tersebut dalam berbagai bidang, nampak kalau mahasiswa kurang memahami bahwa pemakaian mikrokontroler tersebut dapat diaplikasikan secara lebih luas lagi. Bahkan hampir rata-rata tidak memahami aplikasi sistem mikrokontroler secara mendalam. Kenyataan ini juga didukung oleh dosen penguji lain yang merasakan hal yang sama, padahal apabila

ditinjau dari silabus yang dikembangkan secara konseptual kurikulumnya sangatlah memadai.

Mengingat pentingnya mata kuliah ini maka dilakukan upaya meningkatkan pemahaman aplikasi mikrokontroler dengan menggunakan perangkat lunak Proteus Professional v7.5 SP3. Perangkat lunak ini menyediakan banyak fasilitas untuk desain dan simulasi mikrokontroler sehingga diharapkan mahasiswa mudah berlatih mengaplikasikan mikrokontroler dalam berbagai pemecahan masalah. Pengembangan modul ini juga diharapkan dapat menambah pemahaman dan keterampilan secara luas aplikasi mikrokontroler dalam banyak bidang. Untuk itu perlu dibuat modul yang diharapkan akan memperluas pengetahuan dan keterampilan, sehingga peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul: Pengembangan Modul Praktikum Mikrokontroler (AVR) Menggunakan Perangkat Lunak Proteus Professional V7.5 Sp3.

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan modul mikrokontroler menggunakan perangkat lunak Proteus Professional v7.5 SP3 yang sesuai dengan kompetensi mata kuliah praktikum mikrokontroler. Selain itu juga dapat mengetahui kelayakan modul mikrokontroler menggunakan perangkat lunak Proteus Professional v7.5 SP3 sebagai modul praktikum mikrokontroler.

Pembelajaran berfungsi membawa peserta didik dari tidak tahu menjadi tahu. Untuk itu maka tugas seorang pengajar harus

melakukan beberapa hal seperti mengkondisikan lingkungan belajar sehingga pembelajaran menjadi menyenangkan, membawa peserta didik aktif mengikuti pembelajaran, memanfaatkan komponen-komponen pembelajaran dengan baik, mendesain strategi, metode mengajar sehingga sesuai dengan karakteristik peserta didik, serta menggunakan media yang tepat. Modul pembelajaran dengan perangkat lunak komputer merupakan salah satu pilihan media pembelajaran dalam praktikum.

Menurut Tan Seng Che (2003) hubungan antara teori belajar dan *computer-mediated tools* seperti pada berikut:

<i>General Orientations</i>	<i>CMT</i>
<i>Stimulus and response Student remember and respond Teachers present and provide for practice and feedback</i>	<i>Individual instructive tools (computer-based learning)</i>
<i>Information transmission and processing Students remember strategies, rules and patterns Teachers plan for cognitive learning strategies</i>	<i>Informative tools, computer-based tutorial (tutorial and information databases)</i>
<i>Personal discovery of knowledge Students discover relationships between concepts Teachers provide instructional context and guide students to discover</i>	<i>Individuals constructive tools (simulations organizational tools)</i>
<i>Learning is a social construction, mediated by different perspectives Through authentic projects, students discuss, negotiate and discover meaning Teachers provide for facilitation and scaffolds among the students</i>	<i>Social communicative / constructive tools (e-mails; bulletin boards)</i>

Dari ringkasan di atas pembelajaran berbasis komputer dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran. Untuk mengembangkan modul praktikum ini dibutuhkan *Computer-Based Instruction* (CBI) yang bersifat *tutorial, simulation, problem solving, dan instructional tools*.

Mata kuliah mikrokontroler mempunyai bobot 4 SKS yang terdiri dari 2 SKS teori dan 2 SKS praktik. Dengan demikian pelaksanaan riil tatap muka adalah 2 x 50 menit teori dan 4 x 50 menit praktikum. Jam tatap muka seperti di atas sesungguhnya tidak begitu leluasa untuk mencapai kompetensi / subkompetensi mata kuliah mikrokontroler. Mata kuliah mikrokontroler terdiri dari pemahaman *hardware* dan pemahaman *software*. Pemahaman *hardware* berupa arsitektur mikroprosesor dan segala register maupun memori yang dipakai, bagaimana transfer data antar register maupun memori yang ada. Pemahaman *software* yang merupakan inti dari *programmable system* berupa program komputer dengan bahasa tertentu yang digunakan untuk mengembangkan sistem dengan kebutuhan tertentu.

Pemanfaatan perangkat lunak pengembangan sistem mikrokontroler ini merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran mikrokontroler. Modul mikrokontroler dapat memperdalam pemahaman mahasiswa dalam menggunakan perangkat lunak dengan mengembangkan

sistem tertentu sesuai dengan rancangan yang diharapkan memanfaatkan fitur simulasi perangkat lunak ini, sehingga dengan strategi tersebut maka kompetensi dan sub kompetensi yang ditetapkan dapat dicapai.

Modul mikrokontroler ini menggunakan perangkat Proteus Professional v7.5 SP3. Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk berbagai aplikasi sehingga dapat membentuk suatu sistem tertentu sesuai dengan yang dikehendaki. Modul ini dilengkapi dengan: Unit sistem minimum mikrokontroler, unit keypad, unit tampilan LCD, unit LED, unit tampilan *sevent segment display*, unit motor DC, dan unit masukan ADC.

Unit-unit ini dipilih untuk mewakili materi pokok dalam rangka mencapai kompetensi / sub kompetensi yang telah ditetapkan. Modul ini disertai *labsheet* untuk masing-masing percobaan. Setiap topik akan disertakan proyek untuk memperdalam pengetahuan yang telah dipraktikkan.

Proteus Professional v7.5 SP3 adalah suatu perangkat lunak yang digunakan untuk Pemodelan Sistem Virtual (*Virtual System Modelling*) dan program Aplikasi Simulasi Rangkaian (*Circuit Simulation Application*). Perangkat ini mengkombinasikan mode pencampuran simulasi rangkaian SPICE, animasi komponen, dan model-model mikroprosesor sebagai kelengkapan fasilitas desain-desain rangkaian berbasis mikroprosesor. Proteus juga mampu

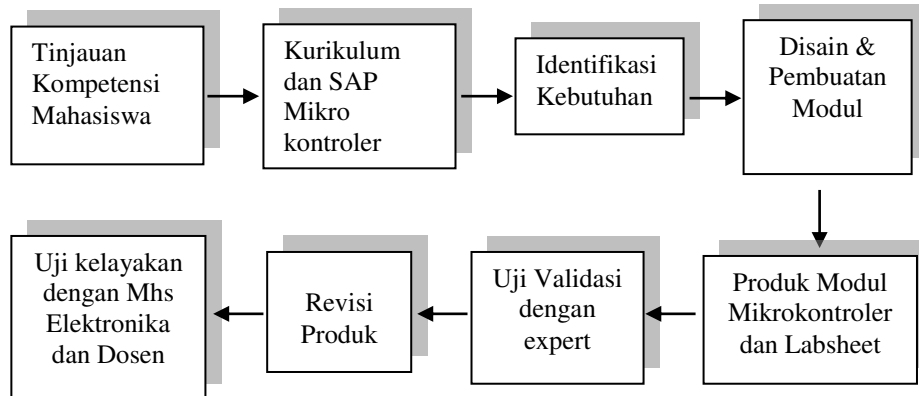
melakukan simulasi interaksi antara perangkat lunak yang berjalan di mikrokontroler dan rangkaian analog maupun digital yang terhubung dengan mikrokontroler itu. Selain itu bisa juga digunakan untuk simulasi *input/output port, interrupts, timers, USARTs* dan semua *peripheral* yang terhubung ke prosesor.

Penggunaan simulasi untuk mikroprosesor dan mikrokontroler tidak terbatas pada satu jenis saja tapi dapat diganti-ganti sesuai yang dikehendaki. Kemampuan lain yang sangat menarik bahwa dalam simulasi ini mikrokontroler bisa diprogram langsung seperti pada saat memprogram mikro yang sesungguhnya, sehingga proses ini merupakan edukasi mengenai prosedur pemrograman mikrokontroler. Apalagi bahasa yang dipergunakan untuk memprogram mikrokontroler dapat menggunakan bahasa tingkat tinggi seperti bahasa C, bahasa BASIC dan yang lainnya, sehingga bisa meningkatkan produktifitas pembuatan aplikasi rangkaian elektronika yang berbasis mikrokontroler.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian rancang bangun yang bertujuan untuk mendapatkan rancangan atau produk modul mikrokontroler serta mengetahui tingkat kelayakan modul mikrokontroler ini jika digunakan untuk modul praktikum mikrokontroler di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika UNY. Modul

mikrokontroler ini dikembangkan melalui tahapan: analisis kebutuhan, desain, implementasi dan pengujian.



Gambar 1. Desain Pembuatan Modul Mikrokontroler

Desain pembuatan modul mikrokontroler pertama ditinjau kompetensi mahasiswa dan dilanjutkan telaah kurikulum dan SAP mata kuliah Mikrokontroler. Hasilnya akan didapatkan identifikasi kebutuhan yang meliputi ragam praktikum beserta kebutuhan unit-unit yang akan dikembangkan. Dari kebutuhan yang telah diidentifikasi kemudian dibuatlah rancangan modul dan proses pembuatannya. Selanjutnya dilakukan uji validitas isi dan konstruksi oleh tim ahli yang merupakan rekan sejawat dalam mengampu mata kuliah mikrokontroler. Hasil uji validitas digunakan untuk revisi produk. Produk yang sudah direvisi diuji cobakan kepada sasaran program yaitu mahasiswa yang mengambil mata kuliah

mikrokontroler untuk dilihat sejauh mana modul tersebut dapat digunakan. Hasil akhir berupa produk dengan spesifikasi yang jelas dengan segala kelebihan dan kekurangannya.

Objek yang diteliti dalam penelitian ini adalah modul mikrokontroler menggunakan perangkat lunak Proteus Professional v7.5 SP3 yang dilengkapi dengan labsheet sebagai modul praktikum mata kuliah praktik mikrokontroler.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan melalui dua tahapan yaitu:

a. Pengujian dan Pengamatan

Pengujian dalam hal ini terdiri dari dua macam *alpha testing* dan *beta testing*. *Alpha testing* digunakan untuk pengamatan terhadap unjuk kerja modul itu sendiri. *Beta testing* digunakan untuk pengujian kelayakan yang dilakukan dengan memberikan angket penelitian kepada dosen sesama pengampu mata kuliah praktik mikrokontroler serta kepada mahasiswa elektronika pemakai modul ini.

Pengujian dan pengamatan ini dimaksudkan untuk memperoleh hasil unjuk kerja dari modul mikrokontrol sebagai modul praktikum mikrokontroler.

b. Angket

Angket merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan memberi seperangkat pertanyaan atau

pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya (Sugiyono, 2006: 199). Dalam penelitian ini angket digunakan untuk menilai kelayakan yang digunakan untuk pembelajaran pada mata kuliah praktik mikrokontroler. Responden yang dilibatkan dalam pengambilan data adalah ahli dalam materi pembelajaran dan mahasiswa yang mengambil mata kuliah mikrokontroler. Hasil penelitian kemudian diuji dan dianalisis.

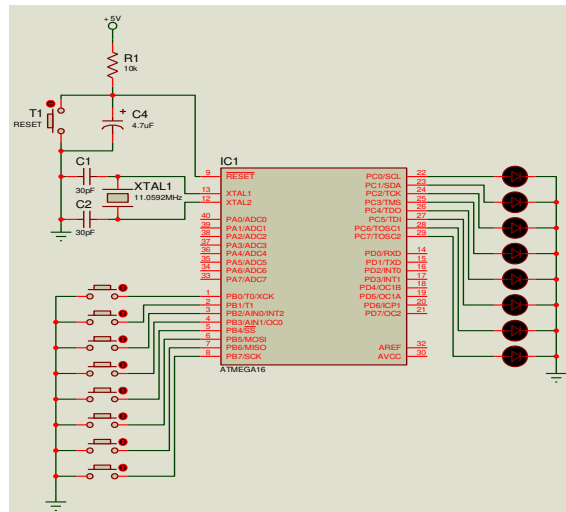
Untuk memperoleh data tentang pengujian dan pengamatan maka hasil simulasi perangkat lunak tersebut sebagai indikator unjuk kerja modul. Sedangkan untuk mengetahui kelayakan modul praktikum mikrokontroler digunakan instrumen berupa angket.

Analisis data unjuk kerja modul praktikum mikrokontroler dilaporkan apa adanya untuk dijadikan spesifikasi dari modul praktikum. Data uji kelayakan dianalisis secara deskriptif. Penentuan kategori kelayakan modul praktikum mikrokontroler menggunakan skala pengukuran 1,2,3,4,5. Dengan "*skala likert*", data yang diperoleh berupa angka kemudian ditafsirkan dalam deskripsi kualitatif.

Hasil dan Pembahasan

Pengujian unjuk kerja dilakukan dengan mencoba program tersebut untuk simulasi beberapa rangkaian mikrokontroler sesuai dengan kompetensi dalam mata kuliah mikrokontroler.

1. Pengujian output dan input mikrokontroler dengan menghubungkan LED (*Light Emitting Diode*) pada *port C* dan tombol pada *port B*. *Port C* untuk mikrokontroler tertentu seperti ATmega16, Atmega32 dan beberapa lagi mempunyai spesifikasi khusus. Operasional *port C* hanya akan berfungsi normal apabila fuse bit JTAGEN dalam mikrokontroler diaktifkan. Oleh karena alasan inilah maka percobaan output dilakukan pada *port C*. Sedangkan input dimasukkan melalui *port B* dengan pertimbangan *port A* biasa dipakai untuk keperluan khusus yaitu ADC (*Analog to Digital Converter*) atau komparator, karena hanya *port A* yang dapat dipakai untuk hal ini *port* lain tidak bisa.



Gambar 2. Rangkaian Input-Output

Program yang dipakai untuk menguji rangkaian ini seperti berikut:

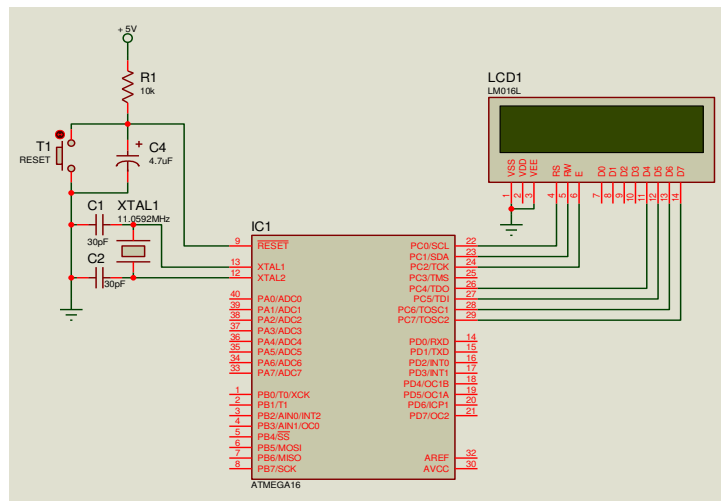
```
#include <mega16.h>
void main(void)
{
    unsigned char data;
    // Port B initialization
    PORTB=0x00;
    DDRB=0x00;

    // Port C initialization
    PORTC=0x00;
    DDRC=0xFF;
    while (1)
    {
        // Place your code here
        data = PINB;
        PORTC = data;
    };
}
```

Hasil pengujian seperti diharapkan yaitu setiap bit pada *port* B apabila ditekan akan menghidupkan bit pada posisi yang sama pada *port* C. Dengan demikian maka *port-port* terkait dapat digunakan untuk proses input maupun output.

2. Pengujian menggunakan LCD dilakukan dengan LCD 16x2 dan menggunakan *port* C. LCD jenis ini merupakan LCD yang paling sering digunakan karena selain harga yang murah juga kebutuhan layar *portabel* untuk monitor tidak terlalu besar.

Sedangkan dipilihnya *port C* sebagai koneksi LCD karena ada *software* dengan bahasa pemrograman tertentu mengharuskan menggunakan *port* tersebut sebagai contoh CodeVision C Compiler, tidak dapat menggunakan *port* lain kecuali membuat *method* sendiri. Selain itu hubungan antar bit *port* ke LCD tersebut juga harus mengikuti aturan yang telah ditetapkan tidak boleh sembarang. Hal ini tentu saja akan mempengaruhi desain rangkaian mikrokontroler pada saat akan diaplikasikan untuk sistem tertentu. Contoh ini bisa menjadi perhatian pada saat merancang sistem yang menggunakan LCD sehingga berfungsi dengan benar. Rangkaian lengkap seperti berikut:



Gambar 3. LCD 16x2

Rangkaian ini diuji dengan program seperti berikut ini:

```
#include <mega16.h>
// Alphanumeric LCD Module functions
#asm
    .equ __lcd_port=0x15 ;PORTC
#endasm
#include <lcd.h>
void main(void)
{
    PORTC=0x00;
    DDRC=0x00;
    // LCD module initialization
    lcd_init(16);
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("Halo...");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("Nama Saya Aris");
    while (1)
    {
        // Place your code here
    };
}
```

Pengujian ini merupakan pengujian standar untuk LCD, hanya pada huruf yang akan ditampilkan dimodifikasi. Output program ini akan terlihat dimonitor LCD baris 1 tulisan Halo... dan pada baris 2 akan muncul tulisan Nama Saya Aris

3. Pengujian ketiga yaitu ADC (*Analog to Digital Converter*) piranti ini sangat penting karena piranti inilah yang akan mengubah sinyal analog menjadi digital. Hampir semua alat elektronika menggunakan sistem digital sedangkan sinyal diluar (dunia


```
.equ __lcd_port=0x15 ;PORTC
#endasm
#include <lcd.h>
#define ADC_VREF_TYPE 0x60
// Read the 8 most significant bits
// of the AD conversion result
unsigned char read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input|ADC_VREF_TYPE;
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;
    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & 0x10)!=0);
    ADCSRA|=0x10;
    return ADCH;
}
// Declare your global variables here
char buf[33];
LCD
void main(void)
{
    // Declare your local variables here
    unsigned char dtadc;

    PORTA=0x00;
    DDRA=0x00;

    PORTC=0x00;
    DDRC=0x00;

    // ADC initialization
    // ADC Clock frequency: 691.188 kHz
    // ADC Voltage Reference: AVCC pin
    // ADC High Speed Mode: Off
    // ADC Auto Trigger Source: None
```

```
// Only the 8 most significant bits of
// the AD conversion result are used
ADMUX=ADC_VREF_TYPE;
ADCSRA=0x84;
SFIOR&=0xEF;

// LCD module initialization
lcd_init(16);
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("Data ADC ch.0:");

while (1)
{
    // Place your code here
    dtadc=read_adc(0);
    lcd_gotoxy(0,1);
    sprintf(buf,"%x h %i d",dtadc,dtadc);
    lcd_puts(buf);
};
}
```

Hasil dari pengujian ADC, suhu dari sensor LM35 yang masuk melalui ADC kanal 0 ditampilkan di LCD. Pengaturan pengukuran suhu bisa diatur di piranti LM35. LCD menampilkan data baik secara heksa maupun secara desimal, namun ini bukan hasil kalibrasi jadi bilangan murni dari sensor suhu.

Sedangkan uji yang kedua yaitu kemanfaatan melalui uji kelayakan dengan angket ke mahasiswa yang mengambil mata kuliah mikrokontroler. Butir-butir indikator uji kelayakan seperti berikut:

No	Butir Penilaian	Skala Penilaian				
		5	4	3	2	1
1.	Relevansi dengan kurikulum yang dipakai					
2.	Kualitas grafik, teks, tata letak, warna, serta animasi program					
3.	Kesesuaian dengan kenyataan yang ada (mikrokontroler langsung)					
4.	Kelancaran teknis pada saat digunakan (jarang <i>hang</i> , <i>crash</i> dll.)					
5.	Kemudahan dipelajari					
6.	Kemudahan digunakan					
7.	Tingkat fleksibilitas untuk dimodifikasi					
8.	Kemudahan menjalankan simulasi					
9.	Kebebasan melakukan interaksi dengan program					
10.	Ketepatan umpan balik					
11.	Mendorong pengembangan pengambilan keputusan / proses berpikir					
12.	Mendorong peningkatan motivasi belajar					

Hasil angket di atas berupa angka yang menunjukkan skala pada masing-masing indikator. Angka tersebut diskor dengan skala *Likert* sebagai berikut:

Jawaban	Skor	Prosentase (%)
5	Sangat layak	81% - 100%
4	Layak	61%-80%
3	Cukup layak	41%-60%
2	Kurang layak	21%-40%
1	Sangat tidak layak	< 20%

Hasil selengkapnya angket uji kelayakan modul praktikum mikrokontroler yang diberikan kepada 40 responden setelah dikelompokkan berdasarkan skor dapat dilihat pada tabel berikut ini:

No. Indikator	Skor1	Skor2	Skor3	Skor4	Skor5	Total
1.	0	0	15	21	4	40
2.	0	1	20	17	2	40
3.	0	4	14	20	2	40
4.	1	8	20	10	1	40
5.	0	5	23	11	1	40
6.	0	1	24	13	2	40
7.	0	3	26	10	1	40
8.	0	2	20	17	1	40
9.	0	3	16	20	1	40
10.	0	4	22	14	0	40
11.	0	0	20	19	1	40
12.	0	0	20	17	3	40

Data hasil uji kelayakan modul praktikum mikrokontroler dianalisis dengan prosentase untuk masing-masing indikator. Kemudian dilihat berapa prosentase yang didapat untuk kategori cukup layak atau skor ≥ 3 pada masing-masing butir indikator. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel prosentasi uji kelayakan/kemanfaatan berikut:

No. Indikator	Σ Skor1 (%)	Σ Skor2 (%)	Σ Skor3 (%)	Σ Skor4 (%)	Σ Skor5 (%)	Kategori cukup layak(%)
1	0	0	37.5	52.5	10	100
2	0	2.5	50	42.5	5	97.5
3	0	10	35	50	5	90
4	2.5	20	50	25	2.5	77.5

5	0	12.5	57.5	27.5	2.5	87.5
6	0	2.5	60	32.5	5	97.5
7	0	7.5	65	25	2.5	92.5
8	0	5	50	42.5	2.5	95
9	0	7.5	40	50	2.5	92.5
10	0	10	55	35	0	90
11	0	0	50	47.5	2.5	100
12	0	0	50	42.5	7.5	100

Hasil tabulasi prosentase terlihat secara umum modul cukup layak untuk digunakan. Walaupun tidak sangat layak namun modul ini dapat digunakan sebagai alternatif pembelajaran praktikum mikrokontroler. Analisis beberapa indikator perlu diberi catatan atau perhatian khusus untuk kategori layak sebagai contoh indikator kelancaran teknis saat digunakan (indikator 4), dan indikator tingkat fleksibilitas untuk dimodifikasi (indikator 7), prosentase dua kategori ini sangat rendah. Jika melihat uraiannya mungkin hal ini dikarenakan responden baru pertama kali menggunakan perangkat lunak Proteus, sehingga dalam menggunakan modul perangkat lunak ini berpikir dua kali yaitu cara menggunakan dan materi mikrokontroler itu sendiri. Untuk selanjutnya akan lebih baik kalau dilatih cara menggunakan perangkat lunak itu dulu baru kemudian menggunakan modul ini untuk praktikum mikrokontroler.

Simpulan

1. Modul Praktikum Mikrokontroler menggunakan perangkat lunak Proteus Professional v7.5 SP3 dapat digunakan sebagai media belajar alternatif dalam praktik mikrokontroler. Hasil pengujian dengan pakar menunjukkan bahwa perangkat lunak ini memenuhi syarat unjuk kerja mikrokontroler secara sempurna. Meskipun begitu untuk versi ini masih ada kekurangan yaitu tombol *reset* tidak dapat difungsikan, akan tetapi versi yang baru sudah dapat digunakan sebagaimana mestinya.
2. Pengujian dengan pengguna dalam hal ini mahasiswa yang mengambil mata kuliah mikrokontroler menunjukkan hasil baru cukup layak, namun modul ini dapat digunakan sebagai alternatif pembelajaran praktik mikrokontroler karena dengan perangkat lunak lebih mudah untuk dimodifikasi baik dalam desain sistem maupun pengembangan algoritmanya. Selain itu dengan menggunakan perangkat lunak akan lebih murah, karena tidak setiap saat membeli komponen elektronika. Harapan selanjutnya dengan modul ini mahasiswa elektronika dapat mencapai kompetensi mikrokontroler yang diharapkan karena materi ini merupakan pembangun pokok bidang elektronika.

Daftar Pustaka

..... (2009). *Kurikulum Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika*. Yogyakarta: FT UNY

..... (2009). *Proteus Professional v7.5 SP3*. Labcenter Electronic, Ltd.

Sugiyono. (2006). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta

Tan Seng Che, Wong Angela F.L. (2003). *Teaching and Learning with Technology: an Asia-Pasific Perspective*. Singapore: Prentice Hall