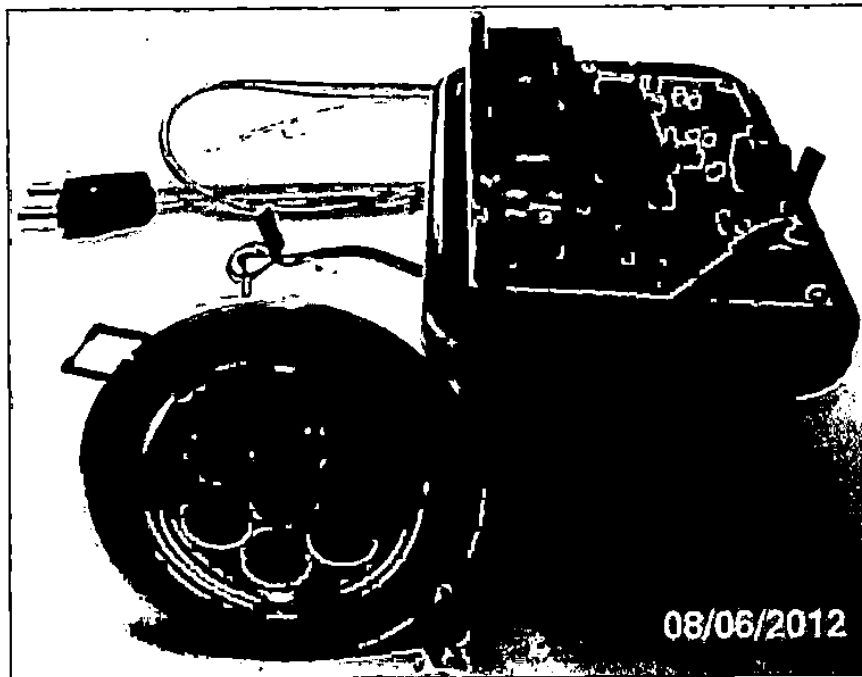


BAB IV

PRODUK AKHIR DAN PENGUJIAN

4.1 Spesifikasi Produk Akhir



Gambar 4.1 Produk Akhir Penelitian

Pada penelitian ini, produk yang dihasilkan adalah berupa :

- Lampu LED yang kinerjanya terotomatisasi oleh olahan data masukan dari sensor LDR di mikrokontroler ATMEGA16.
- Pendeteksian cahaya disekitar ruangan menggunakan sensor jenis LDR (*Light Dependent Resistor*) yang sangat sensitif.
- Pengoperasian lampu LED otomatis ini menggunakan catu daya AC 220 Volt yang diturunkan tegangannya sesuai dengan kebutuhan rangkaian kontroler,

- Rangkaian *switching regulator* ini memiliki dua keluaran. Keluaran pertama menjadi input tegangan bagi rangkaian kontroler, sedangkan keluaran kedua menjadi penambah tegangan bagi keluaran rangkaian kontrol. Keluaran pertama memiliki tegangan sebesar 11,91 Volt sesuai kebutuhan rangkaian kontroler, dan keluaran kedua memiliki tegangan sebesar 23,73 Volt.
- Pencahayaan yang dihasilkan oleh sistem kontroler berupa nyala lampu LED yang dapat diatur kondisinya; mati, redup, dan terang, sesuai kondisi pencahayaan yang diterima oleh sensor LDR di sekitar ruangan.

4.2 Pengujian

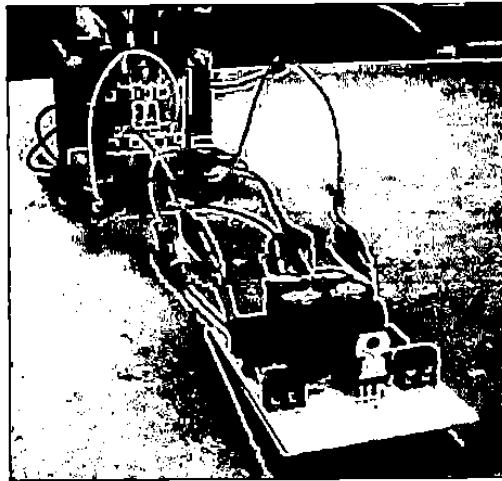
Pengujian produk hasil penelitian merupakan salah satu langkah penting yang mutlak harus dilakukan. Bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat telah sesuai dengan yang direncanakan. Hal ini dapat diketahui melalui hasil-hasil yang didapatkan selama pengujian sistem.

Disamping itu, pengujian bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat sudah bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan dan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari sistem yang sudah dibuat. Hasil-hasil pengujian tersebut selanjutnya akan dianalisa secara seksama untuk mendapatkan kesimpulan utuh mengenai kelebihan dan kekurangan dari sistem yang telah dibuat.

Pengujian dilakukan didalam dua tahapan. Tahap pertama pengujian dilakukan secara terpisah. Tahap selanjutnya baru dilakukan pengujian pada

4.2.1 Pengujian perangkat masukan

- Regulator catu daya



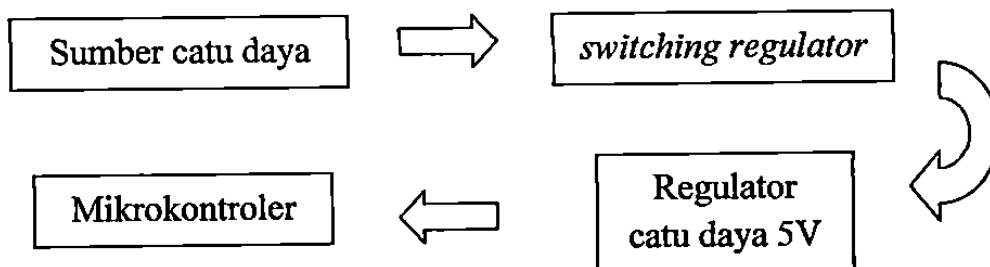
Gambar 4.2 Pengujian regulator catu daya

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan masukan yang diterima oleh mikrokontroler ATMEGA16

Peralatan yang dibutuhkan :

- *Switching Regulator*
- Sistem minimum mikrokontroler ATMEGA16 (rangkaiannya regulator catu daya).
- Multimeter

Rangkaian :



- Memasang rangkaian seperti yang ditunjukkan pada gambar blok pengujian regulator catu daya.
- Pastikan tidak terjadi kesalahan rangkaian pada sistem minimum ATMEGA16 karena akan menyebabkan kerusakan pada mikrokontroler.
- Siapkan multimeter untuk mengukur nilai tegangan masukan.

Tabel 4.1 Data Pengukuran Tegangan Masukan

Nilai input tegangan AC	Nilai tegangan setelah melalui adaptor	Nilai tegangan setelah diregulasi 5V
220 Volt	11,91 Volt	5,05 Volt

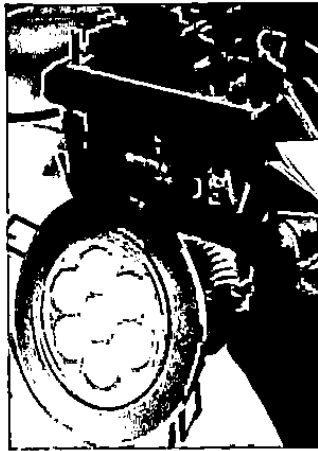
Analisa :

Sumber catu daya yang berasal dari listrik tegangan tinggi 220 Volt AC, terlebih dulu diturunkan tegangannya sesuai kebutuhan yang direncanakan, dan disearahkan menjadi DC oleh *switching regulator*. Hasilnya adalah sebesar 11,91 Volt sebagaimana yang terbaca oleh multimeter pada sisi keluaran dari *switching regulator* yang akan dipergunakan sebagai *input* tegangan bagi rangkaian kontroler.

Input sebesar 11,91 Volt tersebut masih diregulasi lagi oleh rangkaian regulator catu daya 5 Volt yang terdapat pada rangkaian

sebesar 5,05 Volt. Nilai *input* tegangan yang termasuk ideal untuk keamanan kinerja mikrokontroler ATMEGA16 yang berada pada *range* 4,5-5,5 Volt.

- **Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*)**



Gambar 4.4 Pengujian Sensor LDR

Pengujian sensor ini bertujuan untuk mengetahui nilai masukan dari sensor LDR. Data nilai masukan dari sensor LDR ditampilkan pada LCD.

Peralatan yang dibutuhkan :

- Sensor LDR
- Sistem minimum mikrokontroler ATMEGA16
- LCD 2*16 character
- Seperangkat *downloader* AVR dan program editor Code Vision AVR.

Rangkaian :



Persiapan :

- Memasang rangkaian seperti yang ditunjukkan pada gambar blok pengujian sensor LDR.
- Sensor LDR dihubungkan ke PORTA.0 atau (read_adc (0)), untuk mengirimkan data dari sensor ke mikrokontroler. Data dari sensor diolah dengan algoritma tertentu, sehingga menghasilkan data berupa data nilai masukan dari sensor ke dalam bentuk nilai ADC.
- Mengetikkan program pengujian pada Code Vision AVR bahasa C untuk program pada ATMEGA16 :

```
#define LDR read_adc(0)
lcd_gotoxy(0,1);
sprintf(lcd_buffer,"adc=%d  ",read_adc(0));
lcd_puts(lcd_buffer);
lcd_gotoxy(10,1);
sprintf(lcd_buffer,"%0.2fV ",0.0049*read_adc(0));
lcd_puts(lcd_buffer);

if (LDR<=20)                                {pwmA=0;
TCCR2=0x00;}
else if ((LDR>20)&&(LDR<=50))
    {pwmA=12.5;TCCR2=0x6E;}
else if ((LDR>50)&&(LDR<=100))
    {pwmA=25;TCCR2=0x6E;}
else          if ((LDR>100)&&(LDR<=150))
    {pwmA=37.5;TCCR2=0x6E;}
else          if ((LDR>150)&&(LDR<=200))
```

```

else          if          ((LDR>250)&&(LDR<=300))
    {pwmA=62.5;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>300)&&(LDR<=350))
    {pwmA=75;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>350)&&(LDR<=400))
    {pwmA=87.5;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>400)&&(LDR<=450))
    {pwmA=100;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>450)&&(LDR<=500))
    {pwmA=112.5;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>500)&&(LDR<=550))
    {pwmA=125;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>550)&&(LDR<=600))
    {pwmA=137.5;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>600)&&(LDR<=650))
    {pwmA=150;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>650)&&(LDR<=700))
    {pwmA=162.5;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>700)&&(LDR<=750))
    {pwmA=175;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>750)&&(LDR<=800))
    {pwmA=187.5;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>800)&&(LDR<=850))
    {pwmA=200;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>850)&&(LDR<=900))
    {pwmA=212.5;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>900)&&(LDR<=950))
    {pwmA=225;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>950)&&(LDR<=1000))
    {pwmA=237.5;TCCR2=0x6E;}
else if (LDR>1000)
    {pwmA=255;TCCR2=0x6E;}
else;

```

- Mendownload program dengan ISP Programmer Code Vision AVR.
- Menjalankan program uji
- Memahami dan mencatat data masukan yang dihasilkan sensor

Range PWM	Nilai ADC
200	825
212	880
225	910
237	976
255	1008

Analisa :

Nilai ADC pada tabel adalah desimalisasi dari bentuk biner hasil pengolahan data digital pada mikrokontroler ATMegal6 setelah sebelumnya dilakukan konversi dari data analog yang merupakan data masukan dari sensor LDR.

4.2.2 Pengujian Perangkat Keluaran

- LCD

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa modul LCD ini dapat bekerja dengan baik, yaitu dengan menampilkan data sensor dan data pendukung lain yang terdapat pada rangkaian sistem minimum ATMEGA16 ini.

Peralatan yang diperlukan :

- Modul LCD
- Sistem minimum mikrokontroler ATMEGA16

Rangkaian :



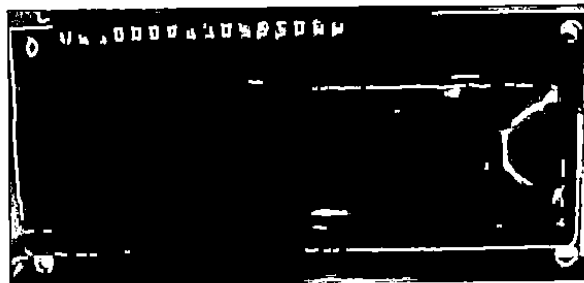
Gambar 4.6 Blok Diagram Pengujian LCD

Persiapan :

- Mengetikkan program pengujian untuk menampilkan data dari sensor pada Code Vision AVR bahasa C untuk program pada ATMEGA16 :

```
lcd_gotoxy(0,0);  
sprintf(lcd_buffer,"PWM=%d  ",pwmA);  
lcd_puts(lcd_buffer);  
lcd_gotoxy(10,0);  
sprintf(lcd_buffer,"%d  ",PINB.0);  
lcd_puts(lcd_buffer);  
  
lcd_gotoxy(0,1);  
sprintf(lcd_buffer,"adc=%d  ",read_adc(0));  
lcd_puts(lcd_buffer);  
  
lcd_gotoxy(10,1);  
sprintf(lcd_buffer,"%0.2fV  ",0.0049*read_adc(0));  
lcd_puts(lcd_buffer);
```

- Lihat hasil yang keluar pada LCD



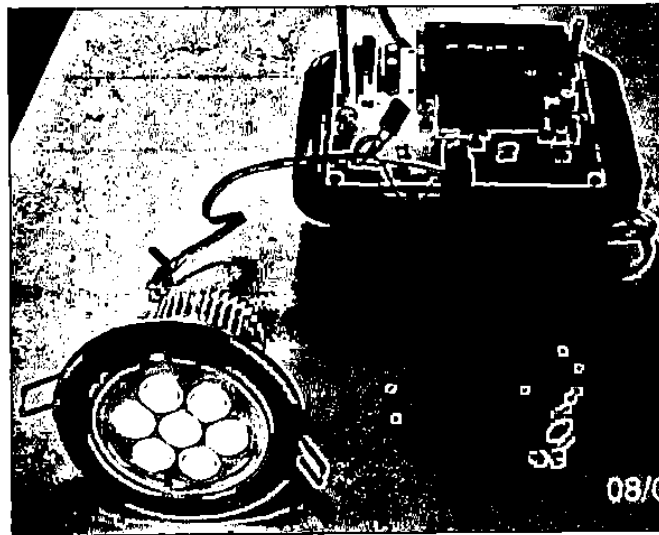
Gambar 4.7 Hasil data pada LCD

Analisa :

Pada LCD dapat menampilkan tiga data, yaitu data ADC hasil konversi dari data masukan sensor LDR, data keluaran berupa PWM, data tegangan keluaran dari mikrokontroler yang dibutuhkan untuk menyalakan LED.

Dari data yang ditampilkan tersebut, menunjukkan peran penting dari LCD untuk mengetahui bekerja atau tidaknya sistem yang sudah dibuat dalam pengambilan data pada saat pengujian.

- **Lampu LED**



Gambar 4.8 Pengujian Lampu LED

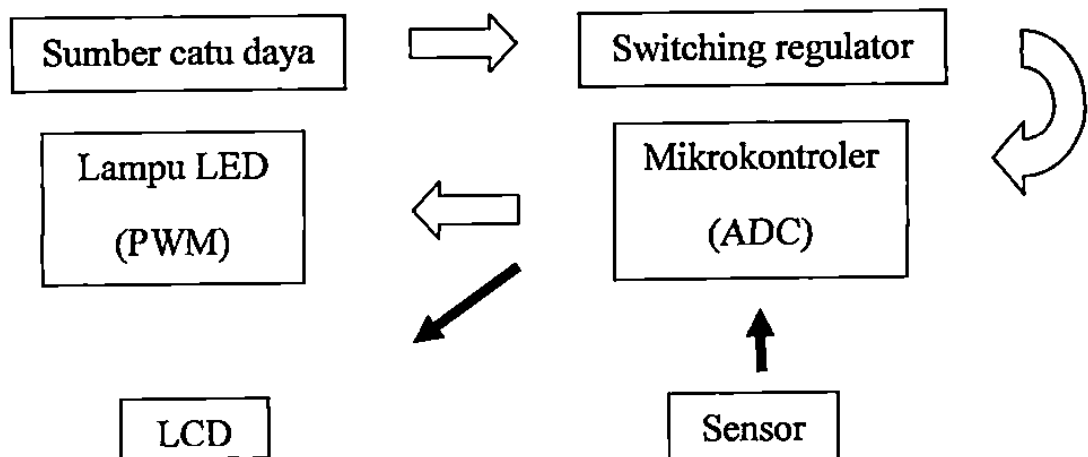
Pengujian ini adalah yang terpenting, karena bertujuan untuk mengetahui hasil akhir dari keseluruhan kinerja sistem minimum mikrokontroler ATMEGA16 dalam mengolah data masukan dari sensor LDR untuk menghasilkan keluaran yang berupa penerangan

Pengujian yang dilakukan yaitu mengukur nilai keluaran yang berupa PWM pada Oscilloscope, dan mengukur intensitas cahaya lampu pada Lux meter.

Peralatan yang dibutuhkan :

- *Digital Storage Oscilloscope* GW Insteck GDS-2102
- Lux meter
- *Switching regulator*
- Rangkaian sistem minimum ATMEGA16
- Sensor LDR
- Lampu LED 7 watt

Rangkaian



Gambar 4.9 Blok Diagram Pengujian Lampu LED

Persiapan :

- Mengetikkan program pengujian pada Code Vision AVR bahasa

```

// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>
#include <stdio.h>
#define ADC_VREF_TYPE 0x00

// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;
    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & 0x10)!=0);
    ADCSRA|=0x10;
    return ADCW;
}

#define pwmA OCR2
#define LDR read_adc(0)
// Declare your global variables here
char lcd_buffer[33];

void main(void)
{
    // Declare your local variables here

    // Input/Output Ports initialization
    // Port A initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
    Func1=In Func0=In

```

```

PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTB=0x01;
DDRB=0x00;

// Port C initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;

// Port D initialization
// Func7=Out Func6=In Func5=Out Func4=Out Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=0 State6=T State5=0 State4=0 State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0xB0;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;

```

```
OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Fast PWM top=0x00FF
// OC1A output: Non-Inv.
// OC1B output: Non-Inv.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0xA1;
TCCR1B=0x08;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 62,500 kHz
// Mode: Fast PWM top=0xFF
```

```
// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=0x00;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 1000,000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x84;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

// TWI initialization
// TWI disabled
```



```

TWCR=0x00;

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD menu:
// RS - PORTC Bit 0
// RD - PORTC Bit 1
// EN - PORTC Bit 2
// D4 - PORTC Bit 4
// D5 - PORTC Bit 5
// D6 - PORTC Bit 6
// D7 - PORTC Bit 7
// Characters/line: 16
lcd_init(16);

while (1)
{
// Place your code here
lcd_gotoxy(0,0);
sprintf(lcd_buffer,"PWM=%d  ",pwmA);
lcd_puts(lcd_buffer);
lcd_gotoxy(10,0);
sprintf(lcd_buffer,"%d  ",PINB.0);
lcd_puts(lcd_buffer);

    lcd_gotoxy(0,1);
    sprintf(lcd_buffer,"adc=%d  ",read_adc(0));
    lcd_puts(lcd_buffer);

    lcd_gotoxy(10,1);
    sprintf(lcd_buffer,"%0.2fV  ",0.0049*read_adc(0));
    lcd_puts(lcd_buffer);

    if (LDR<=20)                {pwmA=0; TCCR2=0x00;}

```

```

else          if          ((LDR>20)&&(LDR<=50))
{pwmA=12.5;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>50)&&(LDR<=100))
{pwmA=25;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>100)&&(LDR<=150))
{pwmA=37.5;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>150)&&(LDR<=200))
{pwmA=50;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>250)&&(LDR<=300))
{pwmA=62.5;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>300)&&(LDR<=350))
{pwmA=75;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>350)&&(LDR<=400))
{pwmA=87.5;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>400)&&(LDR<=450))
{pwmA=100;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>450)&&(LDR<=500))
{pwmA=112.5;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>500)&&(LDR<=550))
{pwmA=125;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>550)&&(LDR<=600))
{pwmA=137.5;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>600)&&(LDR<=650))
{pwmA=150;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>650)&&(LDR<=700))
{pwmA=162.5;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>700)&&(LDR<=750))
{pwmA=175;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>750)&&(LDR<=800))
{pwmA=187.5;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>800)&&(LDR<=850))
{pwmA=200;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>850)&&(LDR<=900))
{pwmA=212.5;TCCR2=0x6E;}

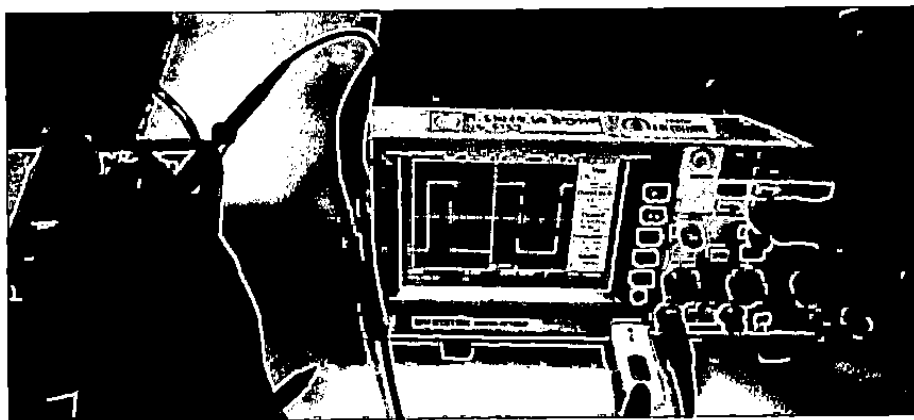
```

```

else          if          ((LDR>900)&&(LDR<=950))
{pwmA=225;TCCR2=0x6E;}
else          if          ((LDR>950)&&(LDR<=1000))
{pwmA=237.5;TCCR2=0x6E;}
else if (LDR>1000)
{pwmA=255;TCCR2=0x6E;}
else;
}
}

```

- Mengompile program pada Code Vision AVR
 - Mendownload program dengan ISP Programmer Code Vision AVR.
 - Menjalankan program uji
 - Mengamati dan mencatat data keluaran yang dihasilkan oleh lampu LED
- **Pengujian PWM**



Gambar 4.10 Pengujian PWM menggunakan *Oscilloscope*

Pengujian ini dilakukan menggunakan *Digital Storage Oscilloscope* GW Insteck GDS-2102 yang tersedia di

Industri Elektronik. Variabel pengujian berupa Vpp

(tegangan puncak ke puncak), Duty Cycle (tingkat kelebaran gelombang dalam prosentase), Periode, Frekuensi, dan +Width (tingkat kelebaran gelombang dalam waktu(s)). Dilakukan dua tahap pengujian, yaitu mengukur keluaran nilai PWM setelah melalui mikrokontroler, dan mengukur nilai PWM setelah melalui rangkaian penguat tegangan (MOSFET) yang memiliki *input* tegangan langsung dari *switching regulator*.

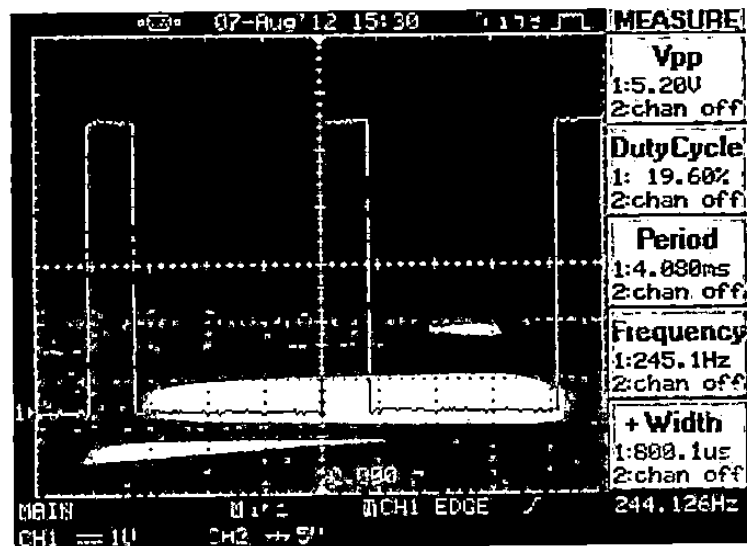
Pada pengukuran PWM setelah melalui mikrokontroler menggunakan Volt/Div sebesar 1 Volt, karena nilai *input* tegangan kecil. Sedangkan pada pengukuran PWM setelah melalui rangkaian penguat menggunakan Volt/Div sebesar 5 Volt, karena nilai *input* tegangan besar.

a. Pengukuran PWM setelah Melalui Rangkaian Mikrokontroler

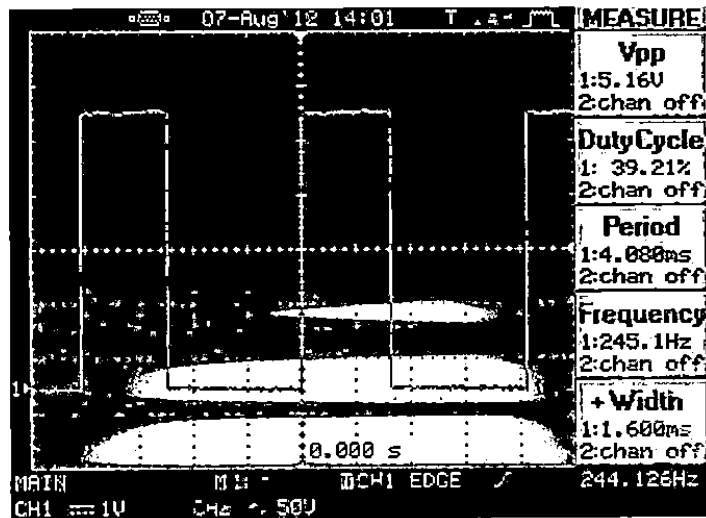
Tabel 4. 3 Pengukuran PWM 1

Range PWM	Vpp	Duty Cycle	Periode	Frekuensi	+Width
12	5,12 V	4,91 %	4,081 ms	245,1 Hz	200,1 us
25	5,16 V	9,81 %	4,080 ms	245,1 Hz	400,1 us
37	5,16 V	9,80 %	4,080 ms	245,1 Hz	399,8 us
50	5,20 V	19,60 %	4,080 ms	245,1 Hz	800,1 us
62	5,20 V	24,52 %	4,080 ms	245,1 Hz	1,000 ms
75	5,16 V	24,52 %	4,080 ms	245,1 Hz	1,000 ms
87	5,16 V	34,32 %	4,080 ms	245,1 Hz	1,400 ms

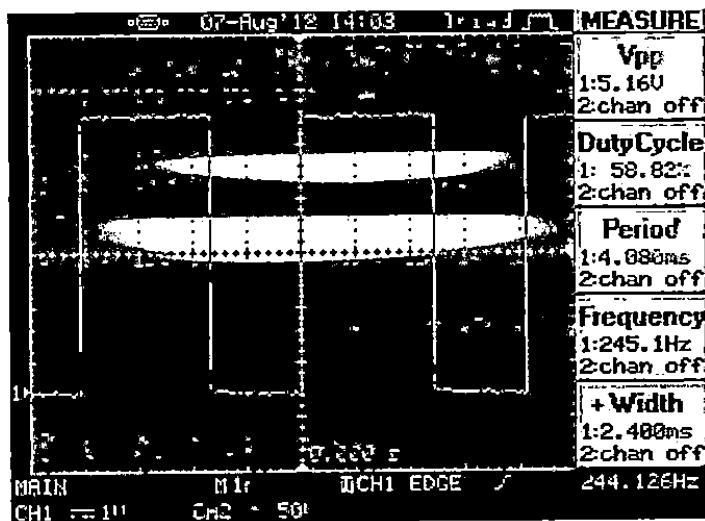
100	5,16 V	39,21 %	4,080 ms	245,1 Hz	1,600 ms
112	5,16 V	44,12 %	4,080 ms	245,1 Hz	1,800 ms
125	5,16 V	49,02 %	4,080 ms	245,1 Hz	2,000 ms
137	5,16 V	53,92 %	4,080 ms	245,1 Hz	2,200 ms
150	5,16 V	58,82 %	4,080 ms	245,1 Hz	2,400 ms
162	5,16 V	58,82 %	4,080 ms	245,1 Hz	2,400 ms
175	5,16 V	68,63 %	4,080 ms	245,1 Hz	2,800 ms
187	5,16 V	73,53 %	4,080 ms	245,1 Hz	3,000 ms
200	5,16 V	78,42 %	4,080 ms	245,1 Hz	3,200 ms
212	5,12 V	83,34 %	4,080 ms	245,1 Hz	3,400 ms
225	5,16 V	88,23 %	4,080 ms	245,1 Hz	3,600 ms
237	5,16 V	93,13 %	4,080 ms	245,1 Hz	3,800 ms
255	80 mV	?	?	?	?



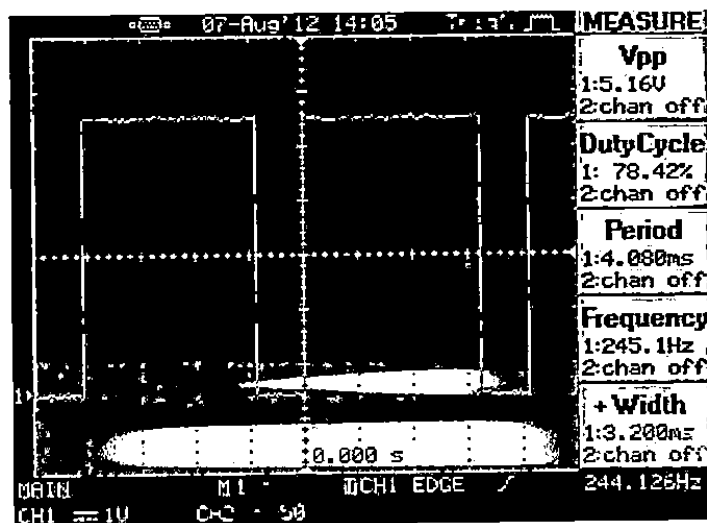
Gambar 4.11 Hasil Pengukuran di Range 50



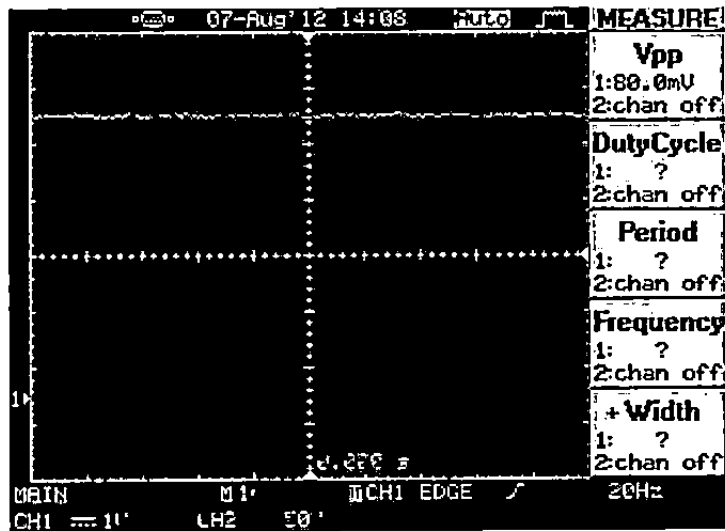
Gambar 4.12 Hasil Pengukuran di Range 100



Gambar 4.13 Hasil Pengukuran di Range 150



Gambar 4.14 Hasil Pengukuran di Range 200



Gambar 4.15 Hasil Pengukuran di Range 255

Analisa :

Dari data hasil pengukuran yang tertera pada tabel, beberapa hal yang dapat dianalisa antara lain :

- Nilai Vpp relatif stabil, karena mayoritas berada pada kisaran 5,16. Namun terdapat perubahan drastis pada saat mencapai *range* PWM 255 yang turun hingga mencapai 80 mV.
- Nilai Duty Cycle mengalami perubahan berbanding lurus dengan bertambahnya *range* PWM, yang bergerak naik dikisaran 5%. Hanya di *range* PWM 37, 75, dan 162 yang tidak mengalami perubahan, disebabkan kekurangcermatan penulis pada saat pengambilan data.
- Untuk Periode dan Frekuensi nilainya tetap. Nilai periode adalah 4,080 ms, dan Frekuensi adalah 245,1 Hz

berbanding lurus dengan bertambahnya *range* PWM, yang bergerak naik dikisaran 200 us. Hanya di *range* PWM 37, 75, dan 162 yang tidak mengalami perubahan, disebabkan kekurangcermatan penulis pada saat pengambilan data.

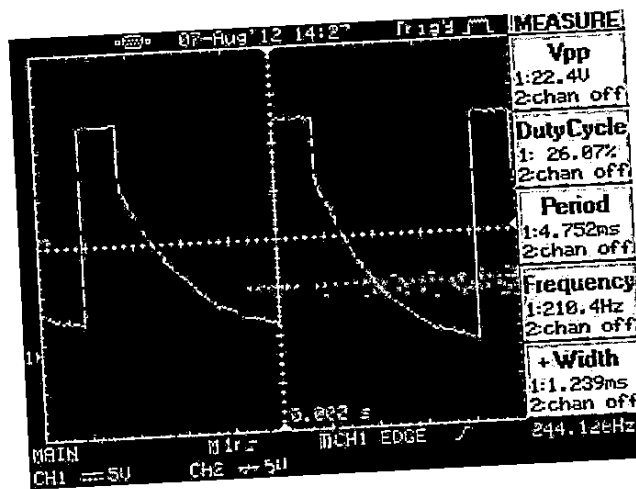
- Pada saat pengukuran mencapai *range* PWM 255, nilai Duty Cycle, Periode, Frekuensi, dan +Width tidak terbaca

b. Pengukuran PWM setelah Melalui Penguat Tegangan

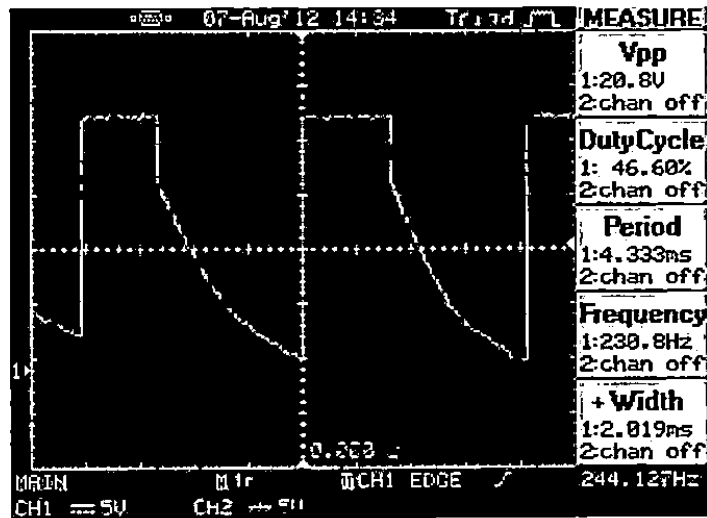
Tabel 4.4 Pengukuran PWM 2

Range PWM	V _{pp}	Duty Cycle	Periode	Frekuensi	+Width
12	25,6 V	13,63 %	3,520 ms	284,1 Hz	550,3 us
25	25,2 V	23,95 %	3,806 ms	302,5 Hz	826 us
37	24,8 V	29,88 %	3,419 ms	292,5 Hz	1,022 ms
50	22,4 V	26,07 %	4,752 ms	210,4 Hz	1,239 ms
62	22,0 V	31,31 %	4,726 ms	211,6 Hz	1,480 ms
75	22,8 V	38,76 %	4,102 ms	243,8 Hz	1,590 ms
87	23,2 V	41,06 %	4,331 ms	230,9 Hz	1,778 ms
100	20,8 V	46,68 %	4,333 ms	230,8 Hz	2,019 ms
112	21,8 V	52,93 %	4,100 ms	243,9 Hz	2,170 ms
125	21,8 V	57,94 %	4,107 ms	243,5 Hz	2,379 ms
137	21,4 V	62,22 %	4,081 ms	245,0 Hz	2,539 ms
150	20,6 V	65,62 %	4,080 ms	245,1 Hz	2,678 ms

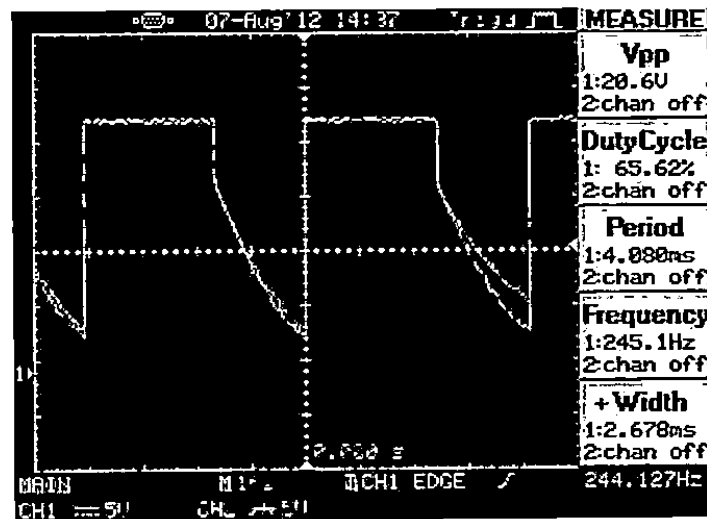
162	18,6 V	69,82 %	4,079 ms	245,2 Hz	2,848 ms
175	18,8 V	73,73 %	4,079 ms	245,2 Hz	3,008 ms
187	15,4 V	76,27 %	4,080 ms	245,1 Hz	3,111 ms
200	14,2 V	80,38 %	4,119 ms	242,8 Hz	3,311 ms
212	13,4 V	83,01 %	4,179 ms	245,2 Hz	3,451 ms
225	11,4 V	88,64 %	4,120 ms	242,7 Hz	3,653 ms
237	9,60 V	93,34 %	4,122 ms	242,6 Hz	3,847 ms
255	9,20 V	92,44 %	4,120 ms	242,7 Hz	3,809 ms



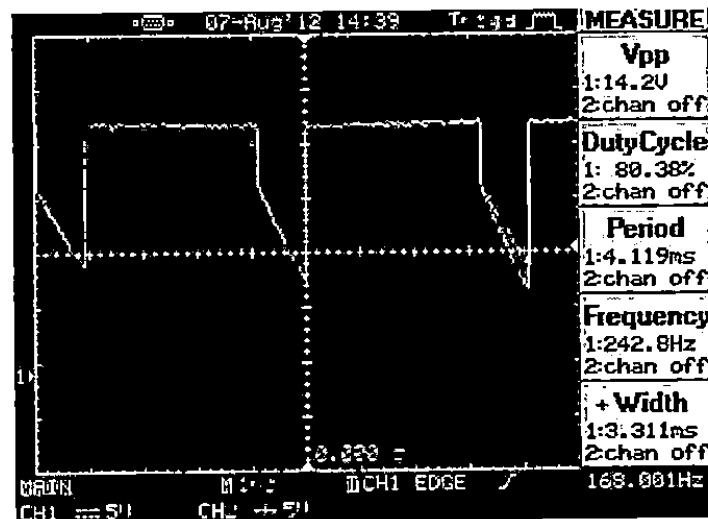
Gambar 4.16 Hasil Pengukuran di Range 50



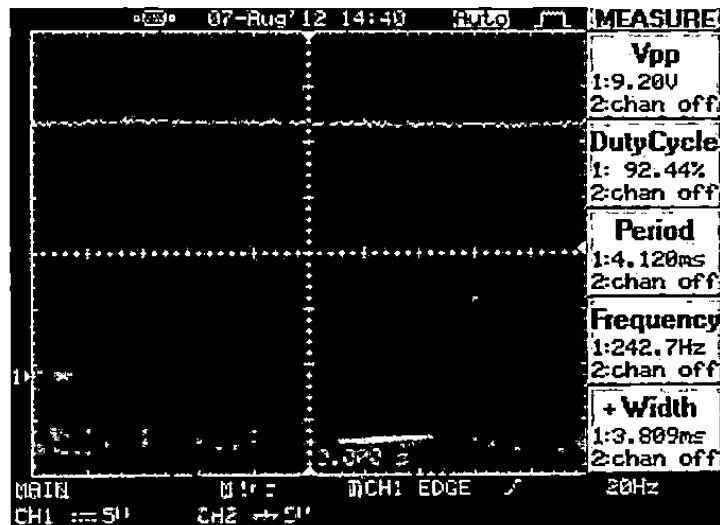
Gambar 4.17 Hasil Pengukuran di Range 100



Gambar 4.18 Hasil Pengukuran di Range 150



Gambar 4.19 Hasil Pengukuran di Range 200



Gambar 4.20 Hasil Pengukuran di Range 255

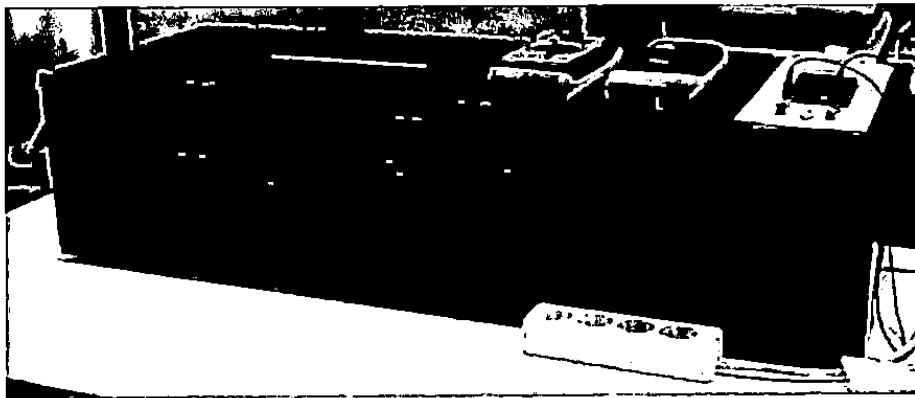
Analisa :

Dari data hasil pengukuran yang tertera pada tabel, beberapa hal yang dapat dianalisa antara lain :

- Nilai Vpp mengalami perubahan berbanding terbalik dengan bertambahnya *range* PWM, yang bergerak turun hingga mencapai 9,20 Volt pada *range* 255 dari yang awalnya 25,6 Volt pada *range* 12.
- Nilai Duty Cycle mengalami perubahan berbanding lurus dengan bertambahnya *range* PWM, yang bergerak naik dikisaran 5%. Namun terjadi anomali pada saat mencapai *range* 255 yang justru turun menjadi 92,44 %, meski di *range* 237 sudah mencapai 93,34%.
- Periode berada pada kisaran 4,xx ms dan Frekuensi berada pada kisaran nilai 2xx Hz.

berbanding lurus dengan bertambahnya *range* PWM, yang bergerak naik dikisaran 200 us. Namun terjadi anomali pada saat mencapai *range* 255 yang justru turun menjadi 3,809 ms, meski di *range* 237 sudah mencapai 3,847 ms.

- **Pengujian Intensitas Cahaya**



Gambar 4.21 Luxmeter

Pengujian ini dilakukan menggunakan Luxmeter yang tersedia di Laboratorium Teknik Elektro. Pengambilan data pengujian dilakukan dengan cara memasukkan lampu LED yang menjadi objek pengujian ke dalam kotak Luxmeter yang kedap cahaya. Pengukuran diambil pada jarak 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, dan 50 cm. Ketelitian pengukuran berada pada skala 200, 2000, dan 20.000 Lux. Skala yang akhirnya dipilih adalah pada 20.000 lux, sebab dengan skala 200 dan 2000, Lux dari lampu LED tidak terbaca.

Pengujian hanya dilakukan untuk keadaan lampu LED

menjadi objek pengujian ke dalam kotak Luxmeter yang menjadi alat

pengujian merupakan alat uji yang kedap cahaya, dan dimaksudkan untuk perbandingan dengan lampu lain yang dianggap setara.



Gambar 4.22 Pengujian menggunakan Luxmeter

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Intensitas Cahaya pada Lampu LED

No	Jarak (m)	Fluxs cahaya (lumens)	Kuat penerangan (lumens/m ²)
1	0,1	144000	14400
2	0,2	58000	11600
3	0,3	22666,67	6800
4	0,4	10875	4350
5	0,5	3800	1900

Analisa :

Hasil pengujian lampu LED pada Luxmeter menunjukkan

hasilnya semakin rendah jika jaraknya semakin jauh. Hal ini dikarenakan cahaya lampu LED pada

rentang pengukuran 10 cm sampai dengan 50 cm. Lampu LED yang bertipe *downlight* sangat berpengaruh terhadap kuatnya intensitas cahaya yang dihasilkan, karena cahaya yang dihasilkan terfokus pada satu titik. Selain itu pada dasarnya, nilai flux cahaya yang dimiliki oleh lampu LED sudah besar, yaitu 500 Lumen atau 72 Lm/W.

4.3 Perbandingan dengan Lampu Lain

Dalam pengujian ini, hasil penelitian penulis yang berupa lampu LED otomatis ini diperbandingkan dengan lampu lain sebagai pembuktian dari alasan penulis menggunakan lampu LED sebagai objek penelitian. Bahan perbandingan yang digunakan adalah lampu TL 11 Watt (setara 60 Watt) hemat energi yang dianggap setara dengan lampu LED yang digunakan pada penelitian ini. Materi perbandingan berupa intensitas cahaya, konsumsi daya, suhu warna, dan sudut penerangan.



Q zoom

Product Name: 7w led down light

>Product Description:

- Power: 5w
- Luminous Flux: 500LM
- Color temperatures: 2,700 to 7,000K
- Voltages: 100 to 240V AC
- Frequency: 50/60Hz
- CRI: 75Ra ± 5%
- Viewing angle: 15, 30, 45 and 60°
- Working temperatures: -20 to 40°C
- Lifespan: >30,000 hours
- Size: Ø106 x 72mm

- Perbandingan Intensitas Cahaya, Usia Lampu, Konsumsi Daya, Suhu Warna Lampu, dan Sudut Penerangan.

Untuk mengetahui nilai intensitas cahaya dari lampu TL dilakukan pengujian menggunakan Luxmeter. Hasil dari pengujian tersebut selanjutnya dijadikan sebagai bahan pembandingan dengan lampu LED hasil penelitian.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Intensitas Cahaya pada Lampu TL

No	Jarak (m)	Fluxs cahaya (lumens)	Kuat penerangan (lumens/m ²)
1	0,1	21900	2190
2	0,2	2840	568
3	0,3	866,67	260
4	0,4	347,5	139
5	0,5	165	82,5

Analisa :

Hasil pengujian tersebut menunjukkan lemahnya intensitas cahaya yang dihasilkan oleh lampu TL, meski jarak pengujian baru dikisaran 10 cm hingga 50 cm.

Jika dibandingkan dengan Lampu LED yang menjadi objek pengujian, nilai flux cahaya yang dimiliki oleh lampu TL yang hanya sebesar 480

Untuk perbandingan usia dari kedua lampu ini dapat diketahui melalui data dibawah ini :

Umur lampu LED : 30.000 jam = 3 tahun 5 bulan

Umur lampu TL : 6.000 jam = 8 bulan 10 hari

Harga lampu LED : Rp. 110.000,-

Harga lampu TL : Rp. 22.500,-

Dari data di atas dapat diketahui usia lampu LED jauh lebih lama dari lampu TL, yaitu 30.000 jam : 6.000 jam atau 5 : 1. 30. Sehingga dapat diambil kesimpulan, lama pemakaian 1 lampu LED setara dengan lama pemakaian 5 lampu TL.

Selanjutnya diketahui perbandingan harga dari kedua lampu, yaitu harga lampu LED sebesar Rp. 110.000,-, dan lampu TL Rp. 22.500,-. Pengeluaran awal yang harus dikeluarkan untuk membeli lampu LED memang terasa jauh lebih besar jika dibandingkan dengan membeli lampu TL, yaitu Rp. 110.000,- : Rp. 22.500,-, atau 4,89 : 1.

$$hemat = (harga\ lampu\ TL \times 5) - (harga\ lampu\ led \times 1)$$

$$hemat = (Rp. 22.500 \times 5) - (Rp. 110.000 \times 1)$$

$$hemat = Rp. 2.500$$

Dari sisi ekonomis, pengeluaran yang dapat dihemat dari pemakaian lampu LED jika dibandingkan dengan lampu TL, yaitu sebesar Rp.2.500,-. Tidak terlalu besar perbedaannya. Namun, dari usia lampu yang lebih lama (5 : 1) penghematan lain yang diperoleh dari lampu LED

jam yang sama dengan 3 tahun 5 bulan dibandingkan dengan lampu TL yang 8 bulan 10 hari sudah harus diganti.

Selanjutnya dari perbandingan konsumsi daya listrik yang dibutuhkan oleh kedua lampu adalah sebagai berikut :

Daya lampu LED : 7 W

Daya lampu TL : 11 W

TDL : Rp. 790,-/kWh

Rumus perhitungan :

$$P = (\text{daya lampu} \times \text{usia lampu})$$

(perhitungan dengan menggunakan usia lampu TL)

$$P(\text{led}) = 7 \text{ W} \times 6000 \text{ jam} = 42 \text{ kWh}$$

$$P(\text{tl}) = 11 \text{ W} \times 6000 \text{ jam} = 66 \text{ kWh}$$

$$\text{penghematan } P(\text{led}) = \frac{P(\text{led})}{P(\text{tl})} \times 100\% = \frac{42 \text{ kWh}}{66 \text{ kWh}} \times 100\% = 63,64\%$$

(perhitungan dengan menggunakan usia lampu LED)

$$P(\text{led}) = 7 \text{ W} \times 30000 \text{ jam} = 210 \text{ kWh}$$

$$P(\text{tl}) = 11 \text{ W} \times 30000 \text{ jam} = 330 \text{ kWh}$$

$$\text{penghematan } P(\text{led}) = \frac{P(\text{led})}{P(\text{tl})} \times 100\% = \frac{210 \text{ kWh}}{330 \text{ kWh}} \times 100\% = 63,64\%$$

Dengan menggunakan dua metode perhitungan, yaitu dengan menggunakan usia lampu TL dan dengan menggunakan usia lampu LED, hasil perhitungan yang didapatkan sama, yaitu penghematan konsumsi

(perhitungan dengan menggunakan usia lampu TL)

$$\text{cost} = P(\text{led}) \times TDL = 42 \text{ kWh} \times \text{Rp. 790} = \text{Rp. 33.180}$$

$$\text{cost} = P(\text{led}) \times TDL = 66 \text{ kWh} \times \text{Rp. 790} = \text{Rp. 52.140}$$

$$\begin{aligned} \text{penghematan cost (led)} &= \frac{\text{cost(led)}}{\text{cost (tl)}} \times 100\% = \frac{\text{Rp. 33.180}}{\text{Rp. 52.140}} \times 100\% \\ &= 63,64\% \end{aligned}$$

(perhitungan dengan menggunakan usia lampu LED)

$$\text{cost} = P(\text{led}) \times TDL = 210 \text{ kWh} \times \text{Rp. 790} = \text{Rp. 165.900}$$

$$\text{cost} = P(\text{led}) \times TDL = 330 \text{ kWh} \times \text{Rp. 790} = \text{Rp. 260.700}$$

$$\begin{aligned} \text{penghematan P(led)} &= \frac{\text{cost(led)}}{\text{cost(tl)}} \times 100\% = \frac{\text{Rp. 165.900}}{\text{Rp. 260.700}} \times 100\% \\ &= 63,64\% \end{aligned}$$

Dengan menggunakan dua metode perhitungan, yaitu dengan menggunakan usia lampu TL dan dengan menggunakan usia lampu LED, hasil perhitungan yang didapatkan sama, yaitu penghematan biaya pemakaian listrik dari lampu lebih hemat 63,64% jika dibandingkan dengan lampu TL.

Suhu Warna yang dihasilkan yang dihasilkan oleh lampu LED pun lebih rendah, yaitu sebesar 2700K (hingga 7000K pada pemakaian untuk durasi panjang). Sedangkan lampu TL menghasilkan suhu warna sebesar 6400K. Perbedaan mendasar yang dapat diketahui adalah pada lampu TL lebih terasa cepat panas meski baru sebentar dipakai.

Sudut pencahayaan yang dihasilkan oleh lampu TL relatif lebih

lebih rendah (180°)

Sedangkan pada lampu LED sudut pencahayaannya lebih kecil (max 60°), sebab lampu LED yang digunakan adalah jenis *downlight* LED yang memiliki pencahayaan terfokus.

4.4 Pelajaran yang Diperoleh

Penelitian yang telah dilakukan ini memberikan pengetahuan tambahan bagi penulis. Dalam proses penelitian menuntut perencanaan yang matang dan didukung dengan studi yang memadai sehingga penelitian dapat berjalan lancar sesuai harapan. Ketekunan, kesabaran, pantang berputus asa, dan rasa tanggung jawab adalah hal penting yang dibutuhkan dalam proses penelitian.

Terdapat cobaan dan permasalahan yang sempat dialami penulis dalam melakukan penelitian ini. Hal tersebut diantaranya; dalam perancangan dan pembuatan sistem kendali lampu LED otomatis ini, permasalahan yang dialami berupa kekurangbisaan penulis dalam mengoperasikan software Proteus, baik Proteus ISIS maupun Proteus ARES, dan Code Vision AVR. Oleh karenanya dibutuhkan waktu yang tidak sebentar untuk mempelajari dan memahami terlebih dahulu.

Dalam pembuatan, dari percobaan-percobaan yang telah dilakukan hasilnya tidak selalu sesuai dengan yang direncanakan. Hasil percobaan yang sempat direalisasikan penulis, mengalami kegagalan saat memasuki tahap akhir menjelang pengujian. Hal tersebut menyebabkan penulis mesti kembali menganalisa dan mendata ulang kekurangan yang harus dilengkapi dan diperbaiki