

DESIGN OF TIME CONTROL IN GENERAL LIGHTING ROAD TO IMPROVE EFFICIENCY ELECTRICITY ENERGY BASED ON MICROCONTROLLER ATMEGA 328P

RANCANG BANGUN PENGENDALI WAKTU PADA PENERANGAN JALAN UMUM UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI ENERGI LISTRIK BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA 328P

Budi Prastyo¹, Dody Wahjudi²

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Wijayakusuma Purwokerto
Kampus UNWIKU Jl. Beji Karangsalam PO BOX 185 Purwokerto 53152

Email :

ABSTRACT

One technology that needs to improve efficiency is the Public Street Lighting (PJU) system. Public Street Lighting System (PJU) with automatic control using a light switch (photocell) has not been able to reduce the waste of electrical energy. So it is necessary to have a time controller that can be used as electrical energy efficiency on public street lighting. For this reason, it is necessary to design an atmega 328p microcontroller-based time controller that is biased as well as to conduct electrical energy efficiency. This tool has advantages over the others is resistant to moisture, dust, the risk of insect entry. Equipped with RTC DS3231 with very small time shifts. Easy installation process. Equipped with an LCD to monitor. Equipped with a menu / button control buttons for the process of operating settings. Increases the efficiency of electrical energy. Improve the efficiency of operational costs for maintenance or maintenance.

Keyword : Timer, Microcontroller, Efficiency

ABSTRAK

Salah satu teknologi yang perlu peningkatan efisiensi adalah sistem Penerangan Jalan Umum (PJU). Sistem Penerangan Jalan Umum (PJU) dengan kendali otomatis menggunakan saklar cahaya (*photocell*) belum mampu mengurangi pemborosan energi listrik. Sehingga perlu adanya suatu pengendali waktu yang bias digunakan sebagai efisiensi energi listrik pada penerangan jalan umum. Untuk itu perlu dirancang pengendali waktu berbasis mikrokontroler atmega 328p yang bias sekaligus untuk melakukan efisiensi energi listrik. Alat ini mempunyai keunggulan dibanding yang lain adalah Tahan terhadap kelembapan, debu, resiko masuknya serangga. Dilengkapi dengan RTC DS3231 dengan pergeseran waktu yang sangat kecil. Mudah dalam proses pemasangan. Dilengkapi dengan LCD untuk memonitor. Dilengkapi dengan tombol kontrol menu/pilihan untuk proses pengaturan operasi. Meningkatkan efisiensi energi listrik. Meningkatkan efisiensi biaya operasional pemeliharaan atau perawatan.

Kata kunci : waktu, mikrokontroler, efisiensi

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Energi listrik sekarang ini menjadi salah satu kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia. Dalam setiap aktifitas manusia membutuhkan energi listrik yang cukup besar, mengingat hal tersebut perlu adanya efisiensi dalam penggunaannya sehingga dapat ditekan hilangnya energi yang tidak termanfaatkan dengan seharusnya. Hal tersebut akan bermuara pada penghematan dari biaya.

Salah satu teknologi yang perlu peningkatan efisiensi adalah sistem Penerangan Jalan Umum (PJU). Sistem Penerangan Jalan Umum (PJU) dengan kendali otomatis menggunakan saklar cahaya (*photocell*) belum mampu mengurangi pemborosan energi listrik karena beberapa hal, antara lain:

1. Umur pemakaian *photocell* rendah atau pendek.
2. Zona atau daerah operasi terbatas.
3. Adanya drop tegangan yang sampai ke lampu.
4. Efisiensi pemakaian listrik sulit diukur.

Perumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sebuah sakelar waktu otomatis yang akan digunakan sebagai alat kendali Penerangan Jalan Umum (PJU)?
2. Apakah rancang bangun sakelar waktu otomatis dapat meningkatkan tingkat efisiensi energi listrik pada sistem Penerangan Jalan Umum (PJU)?

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegaard's Risc Processor*) ATmega328P merupakan seri mikrokontroler *Complementary Metal Oxide Semiconductor* (CMOS) 8-bit buatan Atmel berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi pada program dieksekusi dalam satu siklus *clock*. ATmega328P mempunyai *8 Kbyte in-System Programmable Flash* yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang (*read/write*) dengan koneksi secara serial yang disebut *Serial Peripheral Interface* (SPI). AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan mikrokontroler AVR yaitu memiliki kecepatan dalam mengeksekusi program yang lebih cepat, karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock* (lebih cepat dibandingkan mikrokontroler keluarga MCS 51 yang memiliki arsitektur *Complex Intrukstion Set Compute*). ATmega 328P mempunyai *throughput* mendekati *1 Millions Instruction Per Second* (MIPS) per MHz,

sehingga membuat konsumsi daya menjadi rendah terhadap kecepatan proses eksekusi perintah.



Gambar 1. Mikrokontroler ATmega328P (ATMEL, 2012).

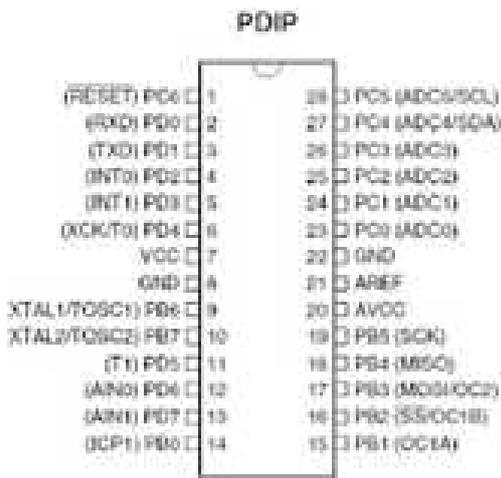
Fitur Mikrokontroler ATmega 328p

ATmega328P adalah mikrokontroler keluaran dari Atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Mikrokontroler ATmega328P memiliki beberapa fitur antara lain:

1. Memiliki 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.
2. Memiliki kecepatan eksekusi mencapai 16 MIPS dengan *clock* 16 MHz.
3. Memiliki Flash Memory 32 Kb.
4. Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1 Kb sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
5. Memiliki SRAM (*Static Random Access Memory*) sebesar 2 Kb.
6. Memiliki 23 pin I/O digital.

Konfigurasi Pin ATmega328P

ATmega328P mempunyai kaki standar 28 pin yang mempunyai fungsi masing-masing. Untuk lebih jelasnya tentang konfigurasi pin ATmega328P dapat dilihat pada Gambar 2.2 seperti berikut (ATMEL, 2012):



Gambar 2. Konfigurasi pin ATmega328P (ATMEL, 2012).

Adapun rincian dan fungsi dari susunan pin ATmega328P adalah sebagai berikut:

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. GND merupakan pin Ground.
3. Port B (PB0 – PB7) merupakan pin masukan/keluaran dua arah (full duplex) dan dengan masing-masing port memiliki fungsi khusus.
4. Port C (PC0 – PC6) merupakan pin masukan/keluaran dua arah (full duplex) dan dengan masing-masing port memiliki fungsi khusus.
5. Port D (PD0 – PD7) merupakan pin masukan/keluaran dua arah (full duplex) dan dengan masing-masing port memiliki fungsi khusus.
6. RESET merupakan pin yang digunakan untuk mengatur ulang mikrokontroler.
7. XTAL1 dan XTAL2, merupakan pin masukan external clock.
8. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC (Analog-Digital Converter).
9. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi untuk ADC.

METODE PENELITIAN

Perencanaan Fungsi-fungsi Kendali

Saklar waktu otomatis dalam Tugas Akhir berfungsi untuk mengendalikan operasi lampu PJU secara otomatis. Bagian saklar waktu otomatis:

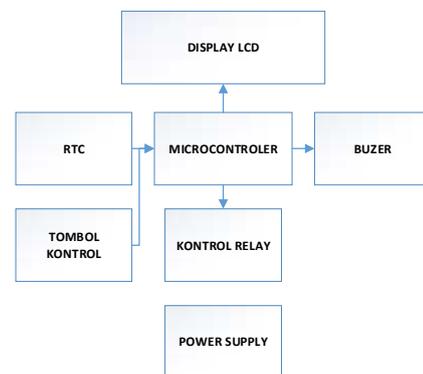
1. Terminal input dan output, yaitu sebuah titik sambung dengan bagian lain, menggunakan komponen terminal blok dengan 3 terminal. Yang direncanakan sebagai *VCC in* dan *output*.

2. Layar dan tombol kontrol yang digunakan untuk memonitor/melihat status dan mengatur kerja saklar. Dengan fungsi tombol kontrol untuk mengatur jam operasi dengan format 24 jam dan mengatur waktu *ON* dan *OFF*.

Terdapat 3 buah tombol yaitu difungsikan :

- a. Tombol *Menu / Mode* untuk memilih menu yang akan diatur.
 - b. Tombol *UP* untuk mengatur menu yang telah dipilih.
 - c. Tombol *DOWN* untuk mengatur menu yang telah dipilih.
3. *Cassing* menggunakan model tempel dengan cara disekrup pada media yang akan ditempel sehingga kedap dari debu, air dan bebas pengaruh serangga.

Blok Diagram Rangkaian

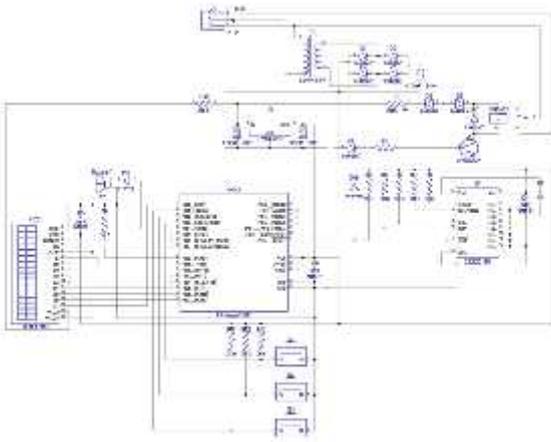


Gambar 3. Blok diagram

1. *Power supply* merupakan blok penyedia sumber tegangan *DC* untuk seluruh rangkaian.
2. *Microcontroller* merupakan *IC* yang digunakan sebagai pengendali rangkaian dan menyimpan program.
3. *RTC* adalah jam elektronik berupa *chip* yang dapat menghitung waktu dengan akurat dan menjaga data waktu secara *real time*.
4. Tombol kontrol terdiri dari tombol *up*, *down* dan *menu/mod*
5. *Buzer* merupakan komponen sinyal berupa suara.
6. Kontrol *relay* sebagai kendali menggunakan saklar transistor.
7. *Display LCD* merupakan bagian yang menunjukkan informasi status jam, waktu menyala, padam dan setelan pengaturan waktu.

Rangkaian Saklar Waktu Otomatis

Dari perencanaan kebutuhan fungsi input output, kendali dan diagram blok rangkaian maka dibuatlah rangkaian saklar waktu otomatis berbasis mikrokontroler Atmega328P sebagai kendali penerangan jalan umum seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4. Rangkaian waktu otomatis berbasis mikrokontroler Atmega328P sebagai kendali penerangan jalan umum

A. Power Supply

Power supply menggunakan spesifikasi sebagai berikut :

1. Tegangan kerja input adalah 220 VAC
2. Tegangan kerja output adalah 20 VAC
3. Jumlah terminal output adalah 0 Volt dan 20 Volt
4. Jenis fisik trafo menggunakan mounting bracket karena memerlukan dudukan pada PCB.

Rangkaian tersebut memiliki cara kerja yaitu tegangan input 220 V diturunkan menjadi 20 VAC, kemudian disearahkan dengan 4 buah dioda yang dirangkai secara *bridge*. Hasil penyearahan dihaluskan dengan C1 dan sudah tersedia DC murni 20 Volt yang siap digunakan untuk rangkaian kontrol *relay*.

IC LM7805 digunakan untuk menurunkan dan menstabilkan tegangan dari 20 VDC menjadi 5 Volt DC yang halus serta stabil. Tegangan 5 Volt digunakan untuk rangkaian IC mikrokontroler dan RTC.

B. Rangkaian Kontrol Relay

Rangkaian kontrol *relay* menggunakan komponen yang mengacu pada *power supply* serta input sinyal yang tersedia dengan data yang tersedia adalah :

1. Power supply DC 20 Volt dan 5 Volt dengan trafo 300 mA
2. Beban yang akan ditanggung *relay* adalah paling besar 10 Amper AC berupa kontaktor AC 1 Fasa coil 220 V.
3. Sinyal input yang berasal dari IC mikrokontroler adalah 0 V dan 5 V
4. Relay akan dibuat ON dalam waktu gelap berarti sekitar 12 Jam relay setiap hari akan hidup.

C. Rangkaian RTC

Jenis RTC menggunakan RTC DS3231, karena dari beberapa referensi seri IC RTC DS3231 mempunyai kestabilan yang tinggi dan selisih waktu dalam satu tahun sangat kecil. Komunikasi Mikrokontroler dengan chip RTC, MCU1 berkomunikasi dengan UI melalui jalur I2C (pin ADC4/SDA dan pin ADC5/SCL), untuk membaca waktu saat ini, dan untuk mengeset waktu.

D. Komunikasi Microcontroller dengan LCD

Dalam rangkaian mikrokontroler memerlukan tegangan VCC sebesar 5 Volt yang didapatkan dari blok *power supply*.

Hubungan mikrokontroler dengan komponen kontrol *relay* adalah jika pin PC0 MCU1 "high" (5 VDC), arus mengalir melewati D8, R2, masuk ke Basis Q1, Q1 akan aktif (arus dari Kolektor mengalir ke Emitor), coil Relay dialiri arus, Relay menjadi aktif (pin NO terhubung dengan pin Common), output timer menjadi ada tegangan (220 VAC).

Jika pin PC0 MCU1 "low" (0 VDC), tidak ada arus mengalir ke Basis Q1, Q1 menjadi non aktif (arus dari Kolektor tidak mengalir ke Emitor), coil Relay tidak dialiri arus, Relay menjadi non aktif (pin NO terputus dari pin Common), output timer menjadi tidak ada tegangan.

E. Rangkaian Tombol Kontrol dan Buzzer

Tombol kontrol digunakan untuk sarana penyetelan jam dan waktu hidup/waktu nyala serta padam. Digunakan 3 tombol kontrol, yaitu Mode/Menu, Up dan Down. Buser berbunyi dengan durasi 0,25 sampai 1 detik detik bila:

F. Pengisian Software IC Atmega328P.

Software timer yang digunakan sudah tercompile dan dalam format intel hex, file tersebut diisikan ke dalam IC Atmega328P menggunakan perangkat USB ASP serta board Arduino Uno. Program digunakan AVRdude jenis command line interface dan portable dari <https://www.nongnu.org/avrdude/>, agar USB ASP

terbaca oleh PC. *Driver* yang di gunakan adalah *Zadig USB driver* dari <https://zadig.akeo.ie/>. Cara penginstalan *Zadig USB driver* dengan menancapkan *USB ASP* pada *port USB PC*, setelah *USB ASP* terdeteksi oleh PC, kemudian menjalankan *file installer Zadig USB driver*, saat *USB ASP* sudah terdeteksi oleh *intaller Zadig USB driver*, memilih jenis *driver libusb-win32 (v1.2.6.0)*, kemudian memilih *install driver* dan mengkonfirmasi penginstalan setiap ada konfirmasi dari Windows.

Sebelum *IC Atmega328P* diisi *software timer*, perlu dikonfigurasi terlebih dahulu untuk menentukan *clock speed*. Sumber *clock speed internal* atau *external* beserta *startup time*, aktivasi dan mengatur *Level Brown Out Detection (BOD)*, konfigurasi serial program *downloading (SPI)*, status isi *EEPROM* pada setiap pengisian *software*, serta mengatur aktivasi *Watch Dog Timer (WDT)*. Untuk mempermudah dalam mengkonfigurasi *IC Atmega 328P*, dengan menggunakan kalkulator fuse AVR online di <http://www.engbedded.com/fusecalc/>. Konfigurasi pada *Atmega 328P* untuk *timer* adalah:

1. *Clock speed 8 Mhz* menggunakan sumber *internal oscillator*, dengan *startup time 65* mili detik.
2. Isi keseluruhan *EEPROM* selalu terhapus dalam setiap pengisian *software*.
3. Serial program *downloading (SPI)* diaktifkan.
4. *Watch Dog Timer (WDT)* diaktifkan.
5. *Bown Out Detection (BOD)* diaktifkan pada level 4,3V.

Dari hasil kalkulasi <http://www.engbedded.com/fusecalc/>, didapatkan nilai masing-masing *fuse* untuk konfigurasi diatas adalah:

1. *Low fuse* : E2
2. *High fuse* : C9
3. *Extended fuse* : 04

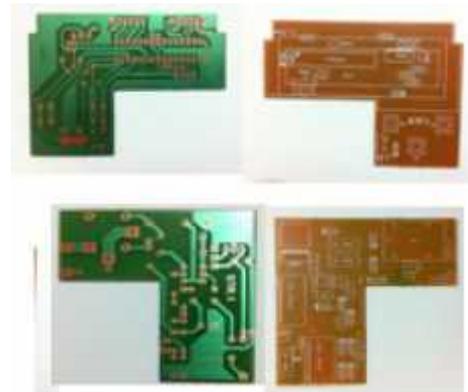
Dari nilai-nilai *fuse* tersebut, perintah untuk *AVRdude* yang perlu diketik adalah: “*avrdude.exe -c usbasp -p m328p -U lfuse:w:0xe2:m -U hfuse:w:0xc9:m -U efuse:w:0x04:m -v*”. Setelah *AVRdude* berhasil mengkonfigurasi *fuse* pada *IC Atmega328P*, selanjutnya adalah mengisikan *file software* dalam format intel hex ke dalam *IC Atmega328P*, dengan menggunakan perintah : *avrdude.exe -c usbasp -p m328p -u -U flash:w:NAMA_FILE_SOFTWARE.cpp.hex*.

Setelah proses pengisian selesai, proses terakhir yang dilakukan adalah mengunci *IC Atmega328P* agar *software* tidak dapat disalin oleh pihak lain,

serta isi *EEPROM* tidak dapat dimanipulasi dari *external*, perintah yang digunakan untuk mengunci *IC Atmega 328* adalah: *avrdude.exe -c usbasp -p m328p -U lock:w:0x3C:m -v*.

G. Pembuatan PCB

Terdiri dari 2 buah yaitu PCB A menghadap langsung dengan muka casing untuk pemasangan LCD, *Atmega 328P* dan tombol kontrol. PCB B digunakan untuk memasang *relay* dan rangkaian *power supply*.



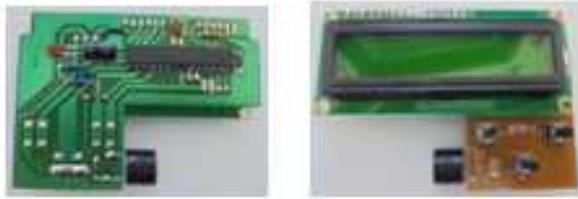
Gambar 5. PCB A dan PCB B

Pemasangan Komponen Pada PCB

1. PCB A

Komponen yang digunakan pada PCB A adalah sebagai berikut :

1. *IC Atmega 328P* x 1 buah.
2. Resistor $\frac{1}{4}$ Watt 1 % 5 K6 x 5 buah, 3K3 x 1 buah.
3. Dioda germanium 1N 4148 x 3 buah.
4. Elko 100 uF 16 V x 1 buah.
5. Kapasitor 100 Kp x 4 buah.
6. *Tag switch* kecil tinggi 8 mm x 3 buah untuk fungsi *Down, Up* dan *Set up*.
7. *LCD* 16 x 2 karakter x 1 buah.
8. *Buzer* 5 V aktif x 1 buah.
9. *KIT RTC* dan *baterai*.



Gambar 6. Bentuk PCB A yang sudah isi komponen dan modul RTC DS 3231

2. PCB B

Komponen yang digunakan pada PCB B adalah sebagai berikut :

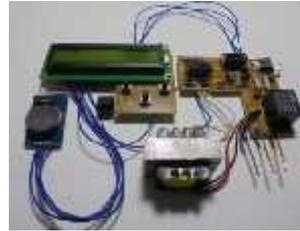
1. Relay 5 pin 12 V 10 Ampere dengan pin coil, com, no dan nc.
2. Resistor 1 Watt 5 % 180 Ohm x 3 buah.
3. Resistor ¼ Watt 1 % 1 K x 2 buah.
4. Dioda silikon 1N 4007 x 11 buah.
5. Transistor 2N2222A x 2 buah.
6. IC regulator 7805 x 1 buah
7. Kapasitor keramik 100 Kp x 1 buah.
8. Kapasitor Elko 470 uF 35 V x 2 buah.



Gambar 7. Bentuk PCB B

3. Penyambungan Antar PCB.

Penyambungan dilakukan dengan memperhatikan titik sambung yang sudah disiapkan. Berikut gambar seluruh PCB yang sudah dirangkai menjadi satu rangkaian penuh.



Gambar 8. Bentuk sisi atas seluruh rangkaian PCB yang sudah tersambung

4. Penyiapan Casing.

Casing atau wadah rangkaian dipersiapkan menggunakan kotak universal yang sudah ada dipasaran, dipilih ukuran yang paling tepat sesuai kebutuhan.



Gambar 9. Bentuk casing

ANALISA DAN PENGUKURAN

4.1. Pengujian RTC.

4.1.1. Pengujian Akurasi

Uji Akurasi antara RTC DS3231 dilakukan selama 30 hari, terhitung dari jam 13.00 WIB tanggal 15 Oktober 2018 sampai jam 13.00 WIB tanggal 14 November 2018.

Akurasi RTC berdasar spesifikasi RTC DS3231 : 2ppm (2 per satu juta atau 0,0002%)

Dari data spesifikasi RTC , ekspektasi pergeseran maksimum setelah 30 hari ($30 \times 24 \times 60 \times 60 = 2.592.000$ detik) adalah untuk RTC DS3231 : $0,0002\% \times 2.592.000$ detik = 6 detik

4.1.2. Pengujian RTC Terhadap Waktu Akurat.

Pengujian dilakukan mulai jam 13 tepat lebih 30 detik WIB tanggal 15 Oktober 2018, dan semua tegangan baterai diukur pada saat sebelum dipasang untuk mengetahui setelah 30 hari seberapa penurunan tegangan baterai. Pada saat sebelum dipasang, semua baterai menunjukkan 3,3VDC.

Hasil pengamatan pergeseran waktu setelah 30 hari (jam operator pada ponsel *Android* aplikasi *Google Clock* menunjukkan jam 13 lebih 1 menit lebih 40 detik WIB tanggal 14 November 2018):

1. Timer yang menggunakan RTC DS3231 (1) : Menunjukkan jam 13 lebih 1 menit lebih 37 detik.
2. Timer yang menggunakan RTC DS3231 (2) : Menunjukkan jam 13 lebih 1 menit lebih 36 detik

Dari hasil pengamatan tersebut didapatkan bahwa RTC DS3231 hanya bergeser 3 detik sampai 4 detik selama 30 hari, dapat diperkirakan untuk satu tahun perkiraan pergeseran waktu sekitar 36 detik sampai 48 detik, atau jika dihitung berdasar spesifikasi, pergeseran maksimum untuk satu tahun adalah sekitar 72 detik.

4.2. Percobaan Seluruh Rangkaian Dengan Papan Percobaan

Pengujian keseluruhan rangkaian saklar waktu otomatis pada papan percobaan dengan diberi sumber daya dari listrik PLN pada input dan diberi beban lampu 220V 5-20Watt pada bagian output.

1. Pengamatan pada tampilan LCD, lampu latar LCD, dan berjalanya waktu (detik).
2. Pengujian tombol-tombol tekan dan *relay*, dengan menekan tombol “UP” selama 3 detik, maka lampu beban menyala, dan LCD akan menampilkan tulisan “LAMPU MANUAL NYALA -10:00” disertai bunyi *buzzer*, setelah dua menit, pada tampilan akan menjadi “LAMPU MANUAL NYALA -09:58” berarti timer berfungsi normal untuk manual ON, kemudian dengan menekan tombol “DOWN” selama 3 detik, maka lampu beban padam, dan LCD akan menampilkan tulisan “LAMPU MANUAL padam” disertai bunyi *buzzer*, berarti timer berfungsi normal untuk manual OFF.
3. Pengujian penyimpanan “jam saat ini”, dengan menekan tombol “UP” dan “DOWN”, sehingga timer masuk menu pengaturan “jam saat ini” dan LCD menampilkan tulisan “JAM SEKARANG:” dan menampilkan angka jam dan menit saat ini yang dapat dirubah dengan menekan tombol “UP” untuk menaikkan angka, dan tombol “DOWN” untuk mengurangi angka, serta tombol “MENU/MODE” untuk menggeser selektor (“[]”) pada jam, atau menit yang akan diset/dirubah, setelah jam dan menit dirubah, tombol “MENU/MODE” ditekan sehingga

selektor (“[]”) berada pada posisi tanda “<-“, dan menekan tombol “UP” untuk menyimpan pengaturan dan keluar dari menu pengaturan “jam saat ini”, jika tampilan jam “jam saat ini” menjadi sesuai pengaturan yang dilakukan dan detik terus berjalan, berarti rangkaian timer pada bagian pengaturan dan penyimpanan “jam saat ini” berfungsi normal.

4. Pengujian penyimpanan “jam nyala” dan “jam padam”, dengan menekan tombol “MENU/MODE”, sehingga timer masuk menu pemilihan “jam nyala dan jam padam” dan LCD menampilkan tulisan “JAM NYALA” dan “JAM PADAM”, kemudian “MENU/MODE” ditekan sehingga selektor (“[]”) berada pada “JAM NYALA”, dan menekan tombol “UP” sehingga timer masuk menu pengaturan “jam nyala” dan menampilkan angka jam dan menit lampu beban menyala yang dapat dirubah dengan menekan tombol “UP” untuk menaikkan angka, dan tombol “DOWN” untuk mengurangi angka, serta tombol “MENU/MODE” untuk menggeser selektor (“[]”) pada jam, atau menit yang akan diset/dirubah, setelah jam dan menit dirubah, tombol “MENU/MODE” ditekan sehingga selektor (“[]”) berada pada posisi tanda “<-“, dan menekan tombol “UP” untuk menyimpan pengaturan dan keluar dari menu pengaturan “jam nyala” dan kembali ke menu pemilihan “jam nyala dan jam padam”. Kemudian “MENU/MODE” ditekan sehingga selektor (“[]”) berada pada “JAM PADAM”, dan menekan tombol “UP” sehingga timer masuk menu pengaturan “jam nyala” dan menampilkan angka jam dan menit lampu beban menyala yang dapat dirubah dengan menekan tombol “UP” untuk menaikkan angka, dan tombol “DOWN” untuk mengurangi angka, serta tombol “MENU/MODE” untuk menggeser selektor (“[]”) pada jam, atau menit yang akan diset/dirubah, setelah jam dan menit dirubah, tombol “MENU/MODE” ditekan sehingga selektor (“[]”) berada pada posisi tanda “<-“, dan menekan tombol

“UP” untuk keluar dari menu pemilihan “jam nyala dan jam padam”, jika tampilan jam “JAM NYALA” dan “JAM PADAM” menjadi sesuai pengaturan yang dilakukan, berarti rangkaian timer pada bagian pengaturan dan penyimpanan “jam nyala dan padam” berfungsi normal.



Gambar 10. Tampilan Jam Padam

5. Menunggu “jam saat ini” mencapai “jam nyala” atau mengatur “jam nyala” mendekati “jam saat ini”, jika pada saat “jam saat ini” mencapai “jam nyala” (jam dan menit sama persis), maka lampu beban menyala, dan LCD akan menampilkan tulisan “LAMPU WAKTUNYA NYALA” disertai bunyi *buzzer*.



Gambar 11. Tampilan Jam nyala

6. Menunggu “jam saat ini” mencapai “jam padam” atau mengatur “jam padam” mendekati “jam saat ini”, jika pada saat “jam saat ini” mencapai “jam padam” (jam dan menit sama persis), maka lampu beban padam, dan LCD akan menampilkan tulisan “LAMPU WAKTUNYA PADAM” disertai bunyi *buzzer*.



Gambar 12. Papan *display* dan percobaan

Komponen papan percobaan adalah :

1. APP PLN.
2. MCB box panel utama.
3. Pewaktu timer.
4. Kontaktor Sneider.
5. MCB Group lampu.
6. Dua group lampu PJU.

KESIMPULAN

Saklar waktu otomatis berbasis mikrokontroler *Atmega328P* sebagai kendali penerangan jalan umum mempunyai beberapa keunggulan:

1. Tahan terhadap kelembapan, debu, resiko masuknya serangga.
2. Dilengkapi dengan RTC DS3231 dengan pergesaran waktu yang sangat kecil.
3. Mudah dalam proses pemasangan.
4. Dilengkapi dengan LCD untuk memonitor.
5. Dilengkapi dengan tombol kontrol menu/pilihan untuk proses pengaturan operasi.
6. Meningkatkan efisiensi energi listrik.
7. Meningkatkan efisiensi biaya operasional pemeliharaan atau perawatan.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional SNI, Peraturan Umum Instalasi Listrik PUIL 2011 pembaruan, Indonesia 2012

WEB <https://sawijiningdina.wordpress.com/2014>

WEB www.teknikelektronika.com, Indonesia, 2015

WEB [https://id.wikipedia.org/wiki/Relai Indonesia](https://id.wikipedia.org/wiki/Relai_Indonesia), 2017

WEB www.hantek.com/en/, China, 2017

WEB www.rajalistrik.com, Indonesia, 2012

Penjelasan dan data www.delab.com.my/product-ZCT.php, Mexico 2013

Data sheet <https://www.digikey.com/.../ct-c-ct-and-zct-series-current-se> 2015

Data sheet dari www.ti.com/product/LM324, English 2016

<http://www.djk.esdm.go.id/index.php/std-ketenagalistrikan/sni-dir-produk-mcb> Indonesia 2014.