

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PROTEKSI PETIR MENGUNAKAN MIKROKONTROLLER DAN BERBASIS WEB

Elvianto Dwi Hartono

Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
elvianto.evh@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Kebutuhan akan informasi melalui sistem monitoring proteksi petir yang semakin tinggi untuk dapat mengetahui lebih dini adanya sambaran petir pada head protector. Sedangkan instalasi penangkal petir yang tanpa menggunakan alat monitoring maka akan sulit untuk mengetahui efektifitas dari instalasi penangkal petir tersebut. Untuk mengetahui instalasi penangkal petir yang terpasang tanpa menggunakan sistem monitoring biasanya dengan rusaknya atau hancurnya ujung penangkal petir tersebut. Penelitian ini merupakan pengembangan dari sistem lightning counter yang dirancang untuk memonitoring dan mendeteksi adanya sambaran petir melalui jarak jauh. Dengan menggunakan Arduino Uno, Ethernet shield, Sensor Arus dan SIM800L. Informasi yang ditampilkan dalam Web adalah informasi cuaca, data kejadian sambaran petir yang meliputi tanggal, waktu dan besaran arus sambaran, serta grafik terjadinya sambaran dalam setiap bulannya sehingga akan mendapatkan suatu trend pola sambaran petir pada suatu daerah tersebut. Dengan adanya pengembangan alat tersebut akan lebih mempermudah bagi teknisi gedung dalam melakukan pengecekan serta perbaikan. Dari hasil perancangan ini dapat disimpulkan bahwa dengan dilakukannya monitoring terhadap sambaran petir, antisipasi dan penanganan gangguan dapat dilakukan dengan lebih cepat. Sehingga jika terjadi permasalahan akibat dampak sambaran petir dapat segera dilakukan perbaikan

Kata Kunci: Arduino Uno, Ethernet Shield, Sensor Arus, SMS Gateway, Web Browser

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Petir merupakan gejala alam yang bisa kita analogikan / gambarkan dengan sebuah kondensator raksasa, seperti halnya kapasitor yang bisa menyimpan energi sesaat (*energy storage*). Petir dapat juga terjadi dari awan ke awan (*intercloud*), yang mana salah satu awan bermuatan negatif dan awan lain bermuatan positif.

Petir adalah pelepasan listrik yang disebabkan oleh ketidakseimbangan antara awan badai dan tanah, atau di dalam awan itu

sendiri. Kebanyakan petir terjadi di dalam awan.

Lightning counter merupakan alat penghitung sambaran petir yang berfungsi sebagai alat pencatat adanya sambaran petir yang menyambar ujung penangkal petir yang terpasang. Untuk mengetahui apakah instalasi penangkal petir yang terpasang berfungsi atau tidak, maka diperlukan alat yang kita sebut *lightning counter*. Cara kerja lightning counter ini yaitu alat ini akan menghitung jumlah sambaran petir yang menyambar ujung penangkal petir, sehingga kita bisa mengetahui

efektif atau tidaknya instalasi penangkal petir yang telah terpasang

Untuk mengetahui instalasi penangkal petir yang terpasang tanpa menggunakan alat *lightning counter* biasanya dengan rusaknya atau bahkan hancurnya ujung penangkal petir (*head protector*). Mekanisme kerja *lightning counter* sendiri dengan menggunakan power dan induksi yang ditimbulkan adanya sambaran petir yang mengenai ujung penangkal petir yang melewati *down konduktor* (kabel induktor) sehingga kumparan yang terdapat dalam *lightning counter* akan bergerak dengan indikator angka.

Penelitian ini merupakan pengembangan dari sistem *lightning counter*, dengan memperbaiki sistem kinerja alat (hanya menggerakkan indikator angka) menjadi informasi yang dapat ditampilkan dalam Web, seperti cuaca, data kejadian sambaran petir yang meliputi tanggal, waktu dan besaran arus sambaran tersebut berupa grafik kejadiannya.

Sistem monitoring pada proteksi petir ini dilakukan dengan memasang sebuah sensor arus pada konduktor penyalur arus petir (*down conductor*), dengan tujuan untuk mengetahui kapan dan berapakah sambaran petir tersebut terjadi. Selanjutnya, keluaran sensor dibaca oleh Arduino dan dikirimkan ke server menggunakan jalur internet dan di *database*kan data sambaran tersebut.

Informasi yang ditampilkan dalam Web adalah informasi cuaca, data kejadian sambaran petir yang meliputi tanggal, waktu dan besaran arus sambaran, serta grafik terjadinya sambaran dalam setiap bulannya. Selain informasi dari Web juga terdapat notifikasi melalui SMS yang dapat menampilkan tanggal, waktu dan besaran arus sambaran petir.

Informasi tersebut akan sangat berguna sekali bagi teknisi gedung dalam melakukan perencanaan pengecekan gronding gedung dan head protector secara berkala ataupun perbaikan pada sistem proteksi petir eksternal tersebut.

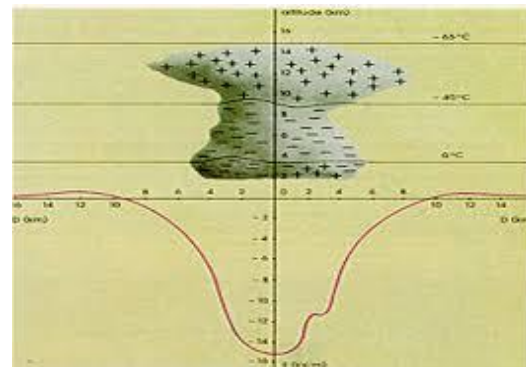
Pada hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Bahan studi perbandingan dan pertimbangan untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut
2. Memperkenalkan metode rancang bangun monitoring pada sistem proteksi petir menggunakan sms gateway dan berbasis Web
3. Memberikan solusi kemudahan dalam pemantauan sambaran petir dari jarak jauh.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Proses Terjadinya Petir

Rincian proses pengisian masih dipelajari oleh para ilmuwan, tetapi ada kesepakatan umum tentang beberapa konsep dasar dari elektrifikasi badai. Area pengisian utama dalam badai terjadi di bagian tengah badai di mana udara bergerak ke atas dengan cepat dengan suhu berkisar dari -15 hingga -25 Celcius.

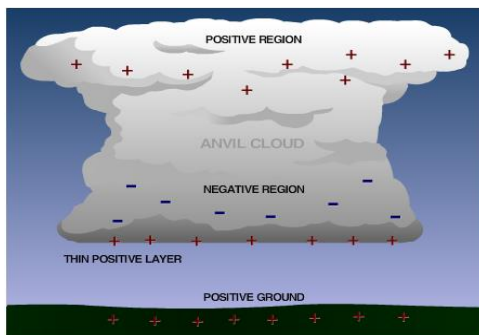


Gambar 1. Pembentukan Awan Petir

Udara yang bergerak ke atas dengan cepat tersebut membawa tetesan awan dan kristal es yang sangat

kecil ke atas. Pada saat yang sama, hujan es yang lembut, jauh lebih besar dan lebih padat, cenderung jatuh atau tertahan di udara yang naik.

Perbedaan dalam pergerakan peristiwa jatuhnya air tersebut akan menyebabkan terjadinya tabrakan. Ketika kristal es yang menumpuk bertabrakan dengan udara yang bergerak dengan cepat ke atas, sehingga kristal es menjadi bermuatan positif dan udara yang bergerak keatas tadi menjadi bermuatan negatif. Arus udara keatas yang membawa kristal es bermuatan lebih positif akan menuju bagian atas awan badai. Sehingga hujan es yang lembut cenderung menjadi lebih besar dan lebih padat.



Gambar 2. Proses Ionisasi dan Pembentukan Awan

2.2 Mikrokontroler Arduino

Arduino adalah mikrokontroler *singleboard* yang dirancang untuk memudahkan penggunaanya karena sifatnya yang *open-source*. Mikrokontroler jenis Atmel AVR adalah mikrokontroler yang digunakan pada arduino. Mikrokontroler AVR menggunakan basis arsitektur AVR RISC (*Reduced Intrution Set Computer*) mengacu pada arsitektur Harvard, yang dibuat oleh Atmel tahun 1996. Adapun kelebihan yang dimiliki adalah (Arduino, 2016):

1. Lintas *platform* yaitu *software* arduino dapat dijalankan pada sistem operasi windows, macintosh

OSX dan linux, sementara *platform* lain umumnya terbatas hanya pada windows.

2. Sangat mudah dipelajari dan digunakan karena bahasa pemrogramannya masih sama seperti bahasa C.
3. *Open source*, baik dari sisi *hardware* maupun *software*nya.
4. Memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada board arduino yaitu *shield* GSM/GPRS, GPS, Ethernet, SD Card dan lain-lain.

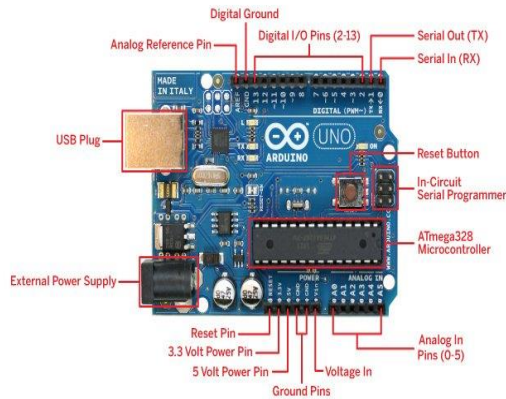
2.2.1 Arduni Uno

Arduino bertindak sebagai otak dari sistem program yang dirancang untuk dapat diakses ke berbagai macam aplikasi lain. Dengan Arduino bisa menjadikan sebuah proyek program yang berdiri sendiri, ataupun untuk dapat berkomunikasi dengan perangkat lunak lain yang berjalan melalui sebuah komputer.

Ada banyak manfaat dari Arduino uno, selain cukup murah dari pada menggunakan platform mikrokontroler lainnya. Arduino uno dapat beroperasi melalui berbagai sistem operasi (OS) yang digunakan oleh komputer. Selain itu, Arduino uno diterbitkan sebagai alat sumber terbuka, dan bahasanya bisa diperluas melalui pustaka C++.

Arduino uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroller Atmega328, dengan menampilkan 14 pin input / 6 output digital yang dapat digunakan sebagai output PWM, breakout Input / Output, 6 input analog, hingga 16MHz resonator keramik, koneksi USB, ke colokan listrik, ke header ICSP, voltase tombol regulator dan reset, elemen-

elemen ini sangat penting untuk mendukung mikrokontroler di mana arduino dapat dengan mudah dihubungkan ke komputer. Berikut gambar tampak atas dari arduino uno.



Gambar 3. Arduino Uno

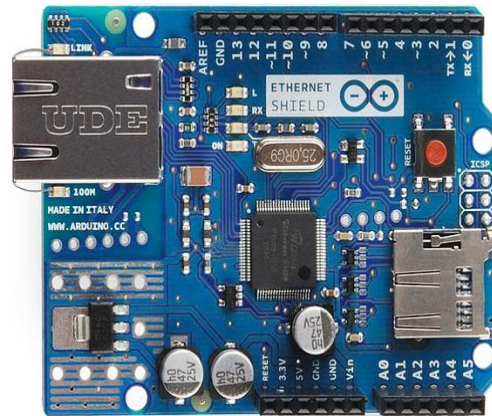
2.2.2 Arduni IDE

Arduino IDE merupakan *software* yang dapat digunakan untuk membuat kode program dilengkapi dengan fitur pada *toolbar* memiliki fungsi yang dapat membantu dalam menghubungkan program dengan mikronontroler arduino. Program yang dibuat dengan arduino IDE disebut dengan *sketches*. File *sketches* yang dibuat selanjutnya akan disimpan dengan menggunakan format *.ino*. Berbagai fitur yang dapat digunakan dalam membuat kode program seperti *copy, paste, cut, searching* dan *replace text*. *Sketches* yang sudah dibuat akan diperiksa dan menampilkan pesan *error* saat proses *exporting*. Pesan *error* juga memberikan informasi letak dari kesalahan pada *sketches*. Arduino IDE juga dilengkapi dengan pilihan jenis mikrokontroler yang digunakan nantinya. Fitur-fitur lainnya seperti *verify, upload, new, open, save* dan *serial monitor* memiliki fungsinya masing-masing (Arduino, 2016).

2.3 Modul Ethernet Shield

Modul Ethernet Shield ini menggunakan chip W5100 yang menyediakan satu set protokol TCP / IP, MAC (Media Access) dan PHY (Physical Interface) dalam satu chip jaringan, dengan dukungan untuk antarmuka bus SPI.

Ethernet library digunakan untuk membuat program (*sketch*) untuk koneksi ke internet. Modul ini dapat terhubung dengan board arduino menggunakan header yang dapat ditumpuk (*stackable header*). Dengan header ini layout pin akan tetap terjaga dan memungkinkan untuk shield lain ditumpukkan di atasnya. Berikut tampilan tampak atas arduino Ethernet Shield R3

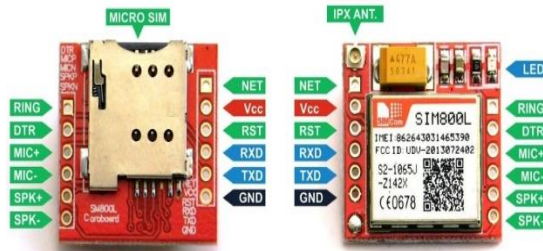


Gambar 4. Ethernet Shield

2.4 Modul SIM800L GSM/GPRS

SIM800L adalah sebuah modem komunikasi seluler. Dikeluarkan oleh SIMCOM bekerja pada frekuensi 850 – 1900 MHz untuk menggambarkan protokol dalam jaringan seluler digital generasi kedua (2G) yang digunakan oleh ponsel dan sekarang menjadi standar global standar untuk komunikasi bergerak, beberapa fitur diantaranya GPRS multi slot class 12, mendukung kode GPRS CS-1 sampai dengan CS-4, memiliki pin GPIO,

ADC 10 bit, PWM, serta masih banyak lagi.

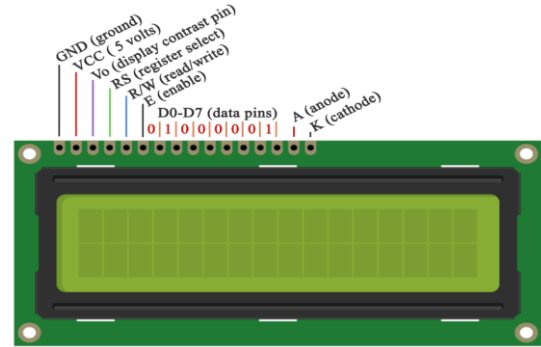


Gambar 5. Modul SIM 800L

2.4 LCD (Liquid Crystal Display)

Display LCD adalah sebuah liquid cristal atau perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. Ada dua jenis utama layar LCD yang dapat menampilkan numerik dan menampilkan teks *alfanumerik*.

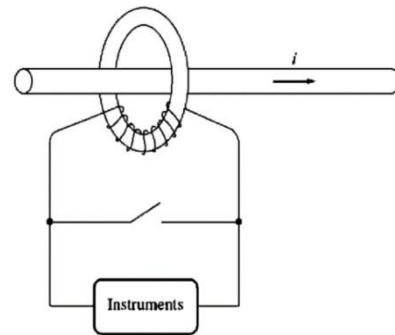
Didalam membangun komunikasi antar perangkat yang baik, unit tampilan memainkan peran penting. LCD bekerja dengan prinsip dasar yang sama dalam berbagai unit, seperti unit LCD 16x1 dan 16x2. Unit tampilan 16x1 akan memiliki 16 karakter dan dalam satu baris. LCD 16x2 akan memiliki 32 karakter dengan total 16in 1st line dan 16 lainnya di baris ke-2. Di sini kita harus memahami bahwa di setiap karakter ada $5 \times 10 = 50$ piksel sehingga untuk menampilkan satu karakter, semua 50 piksel harus bekerja bersama. Tapi kita tidak perlu khawatir tentang itu karena ada pengontrol lain (HD44780) di unit tampilan yang melakukan tugas mengendalikan piksel, seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah. LCD ini mudah dihubungkan dengan mikrokontroler keluarga AVR seperti Atmega32.



Gambar 6. Tampilan LCD 16x2

2.5 Sensor Arus SCT 019

Splilt-core Current Transformer adalah sensor arus yang menggunakan konsep kinerja dari trafo arus. Transformator arus dirancang untuk menghasilkan nilai arus sekunder yang lebih kecil dibandingkan sisi primernya. Trafo arus mengubah nilai arus pada suatu saluran transmisi ke nilai yang lebih kecil sehingga lebih aman untuk dilakukan pengukuran. Gambar 2.20 akan menjelaskan cara kerja dari trafo arus.



Gambar 7. Skema Transformator Arus

Trafo arus terdiri dari lilitan sekunder yang terdapat pada cincin *ferromagnetic*, dengan lilitan primer yang melewati bagian tengah dari cincin. Cincin *ferromagnetic* menahan sedikit fluks dari lilitan primer. Fluks ini menginduksikan tegangan dan arus ke dalam lilitan sekunder. Rasio trafo arus antara lilitan primer dan sekunder mempengaruhi arus yang dihasilkan. Rasio transformator arus biasanya

berkisar antara 600:5, 800:5 atau 1000:5 ampere dengan rasio standar pada lilitan sekunder sebesar 5 ampere (Stephen, 2005).



Gambar 8. Sensor Arus SCT 019

Gambar 11 adalah jenis trafo arus SCT 019-000 dengan batas maksimum arus yang dapat diukur sebesar 200 ampere. Transformator arus ini menggunakan magnet permanen sebagai cincin ferromagnetic (YHDC, 2011)

3. METODOLOGI PENELITIAN

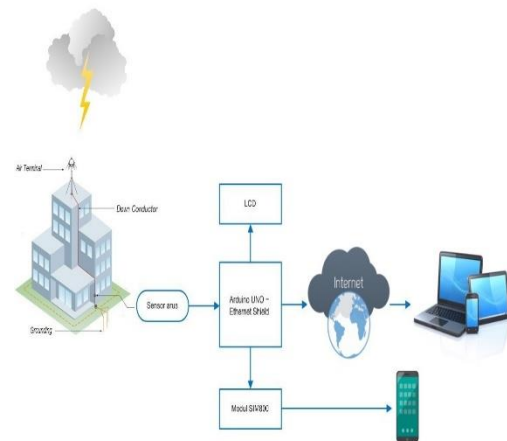
Objek penelitian ini adalah perancangan alat monitoring pada sistem proteksi petir berbasis web dengan sms gateway. Tujuan perancangan alat tersebut adalah untuk mengetahui kapan dan berapakah sambaran petir tersebut terjadi yang dapat dimonitor secara *real time* serta di analisa melalui web browser.

3.1 Diagram Blok

Sensor arus akan mendeteksi adanya arus yang melewati konduktor penyalur petir (*down conductor*) ketika terjadi sambaran petir (*lightning strike*) yang mengenai penangkal petir (*head protector*) yang terpasang lalu akan terhubung ke Arduino untuk diprogram, mikrokontroler digunakan untuk mengolah informasi kemudian akan dikirimkan informasi melalui LCD untuk ditampilkan besaran

sambaran arus serta notifikasi SMS melalui modul GSM SIM800L, informasi-informasi tersebut secara *real time* juga dapat di akses melalui internet.

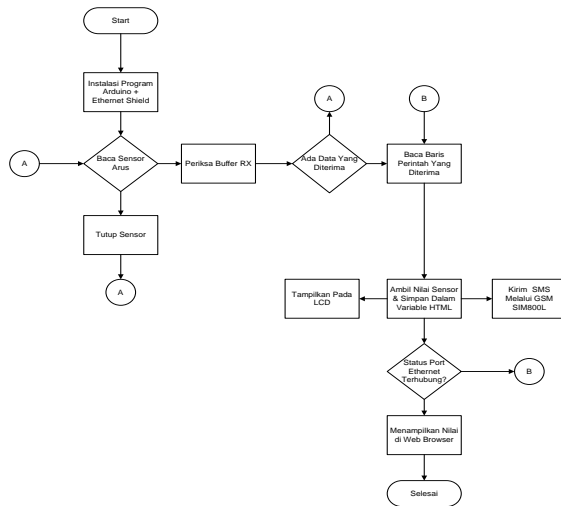
Ethernet Shield akan tersambung dengan mikrotik yang mana mikrotik telah dikonfigurasi sehingga memiliki jalur VPN dan internet yang terkoneksi dengan virtual mikrotik pada laptop sehingga mampu untuk membuka tampilan web ethernet shield untuk mengetahui informasi arus yang tercatat oleh sensor arus.



Gambar 9. Diagram Blok

3.2 Diagram Alir

Pada saat alat mulai berjalan inialisasi program dilakukan pada Arduino Uno untuk membaca status dari sensor arus SCT 019 yang dipasang, kemudian data di olah menjadi program webserver kemudian di transmisikan menggunakan Ethernet Shield lalu di tampilkan pada web browser. Berikut adalah diagram alir dalam perancangan alat.



Gambar 10. Flow Chart Simulasi & Perancangan Alat

3.3 Rangkaian Perangkat

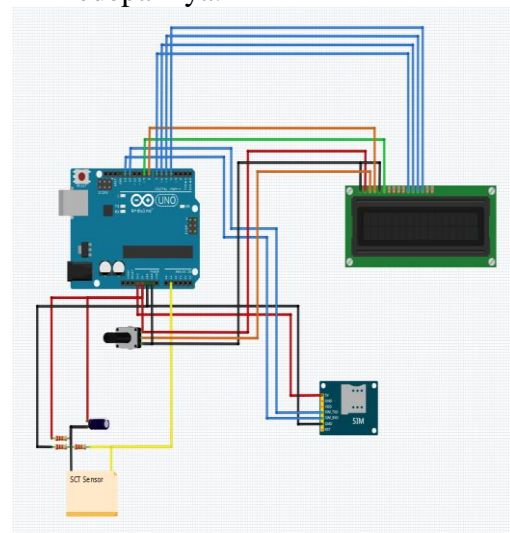
Perancangan alat sistem monitoring proteksi petir berbasis Web, yang terdiri dari rangkaian perangkat keras dan rangkaian perangkat lunak yang saling berkesinambungan agar dapat menghasilkan alat yang diharapkan.

3.3.1 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras pada rangkaian alat monitoring pada sistem proteksi petir *early streamer emission* dengan sms gateway dan berbasis Web, terdiri dari Arduino Uno, Ethernet Shield, Sensor Arus, SIM800L dan LCD. Dalam pemilihan komponen pada sistem-sistem ini maka sangatlah penting untuk memperhatikan beberapa hal berikut:

1. Menggunakan mikrokontroler dengan platform open source, sehingga untuk pengembangannya

2. Menggunakan jaringan ethernet, sehingga dapat terhubung baik secara jaringan LAN internal maupun terhubung ke jaringan internet
3. Menggunakan komponen-komponen yang tersedia di pasaran, sehingga harganya murah, mudah di dapat jika ada komponen yang suatu saat rusak
4. Rangkaian yang sederhana sehingga mudah untuk dilakukan pengembangan lebih lanjut kedepannya.



Gambar 11. Rangkaian Sistem Proteksi Petir

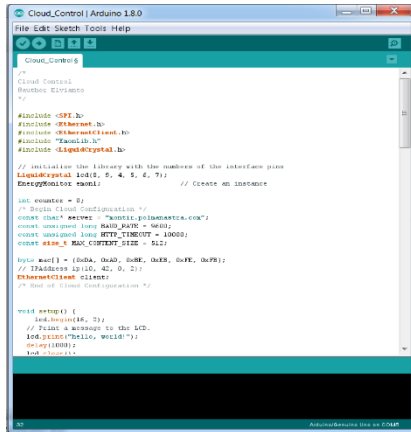
3.3.1 Perancangan Perangkat Lunak

Setelah proses rangkaian selesai dibuat langkah selanjutnya adalah membuat perangkat lunak. Spesifikasi perangkat lunak yang akan dirancang meliputi:

- Perangkat lunak/program arduino IDE untuk keperluan komunikasi mikrokontroler dengan komputer PC
- Perangkat lunak/program PPH sebagai tampilannya

3.3.1.1 Aplikasi Program Arduino IDE

Setelah proses rangkaian selesai dibuat langkah selanjutnya adalah membuat program pada aplikasi program arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Buka program aplikasi arduino IDE kemudian bentuk tampilan kerja aplikasi arduino IDE sketch terlihat seperti gambar berikut



Gambar 12. Program Arduino IDE

Selanjutnya menghubungkan arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB (*Universal Serial Bus*). Kemudian kita dapat mengetikkan program pada lembar kerja *sketch* dan *compile* untuk mengecek atau memeriksa apakah kode sudah benar sebelum dikirim ke papan arduino, program tersebut dapat diketik seperti dibawah ini :

```

/*
Cloud Control
@author Elvianto
*/
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <EthernetClient.h>
#include "EmonLib.h"
#include <LiquidCrystal.h>

int counter = 0;
/* Begin Cloud Configuration */
const char* server =
"montir.polmanastra.com";
const unsigned long BAUD_RATE = 9600;

```

```

const unsigned long HTTP_TIMEOUT =
10000;
const size_t MAX_CONTENT_SIZE = 512;

byte mac[] = {0xDA, 0xAD, 0xBE, 0xEB,
0xFE, 0xFB};

void setup() {
  lcd.begin(16, 2);
  // Print a message to the LCD.
  lcd.print("Monitoring Sambaran Petir");
  delay(1000);
  lcd.clear();
  initSerial();
  emon1.current(1, 111.1);
  initEthernet();
}

void loop() {
  double current = emon1.calcIrms(1480);

  Serial.print(current*230.0);
  Serial.print(" ");
  Serial.println(current);
  if (current > 0.07){
    lcd.clear();
    if (connect(server)) {
      client.print("GET ");
      client.print("/api/petir/post/?value=");
      client.print(current);
      client.println(" HTTP/1.0");
      client.print("Host: ");
      client.println(server);
      client.println("Connection: close");
      client.println();

      Serial.print("GET ");
      Serial.print("/api/petir/post/?value=");
      Serial.print(current);
      Serial.print("Host: ");
      Serial.println(server);
      Serial.println("Connection: close");
      Serial.println();
      counter = counter + 1;
      lcd.print("Arus: ");
      lcd.print(current);
      lcd.setCursor(0, 2);
      lcd.print("Count: ");
      lcd.print(counter);
    }
    disconnect();
  }
  wait(1);
}

void initSerial() {

```



```

Serial.begin(BAUD_RATE);
while (!Serial) {

}
//Serial.println("Serial ready");
}

void initEthernet() {
  if (!Ethernet.begin(mac)) {
    Serial.println("Failed to configure Ethernet");
    return;
  }
  //Serial.println("Ethernet ready");
}

bool connect(const char* hostName) {
  //Serial.print("Connect to ");
  //Serial.println(hostName);

  bool ok = client.connect(hostName, 80);

  //Serial.println(ok ? "Connected" : "Connection Failed!");
  return ok;
}

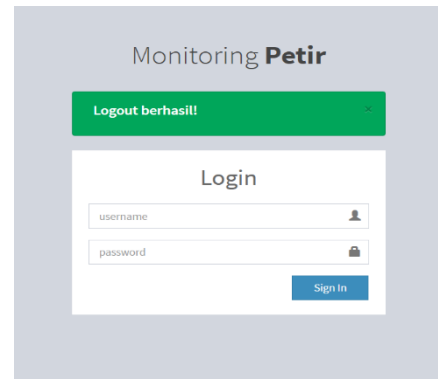
// Close the connection with the HTTP server
void disconnect() {
  //Serial.println("Disconnect");
  client.stop();
}

// Pause for a minute
void wait(int s) {
  //Serial.print("Wait ");
  //Serial.print(s);
  //Serial.println(" seconds");
  delay(s*1000);
}

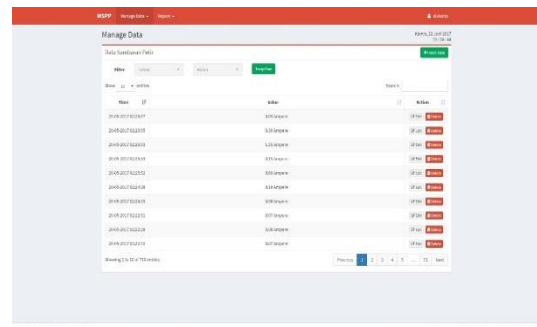
```

3.3.1.2 Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka dilakukan pada setiap tampilan program yang dibangun yang meliputi bentuk halaman program yang dibuat. Berikut adalah implementasi antarmuka aplikasi berbasis web



Gambar 13. Tampilan Halaman Login



Gambar 14. Tampilan Manage Data



Gambar 15. Tampilan Grafik Data Sambaran

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil dari penerapan teori yang telah berhasil penulis kembangkan sehingga menjadi sebuah sistem yang cukup stabil. Untuk mengetahui apakah tujuan-tujuan dari pembuatan alat ini telah terlaksana dengan baik atau tidak, maka perlu dilakukan analisa dan pengujian terhadap alat yang peneliti buat. Terlihat pada gambar di atas foto tampak depan alat secara keseluruhan dari hasil perancangan alat sistem monitoring pada proteksi petir

menggunakan mikrokontroler dan berbasis web.



Gambar 16. Alat Monitoring Sistem Proteksi Petir

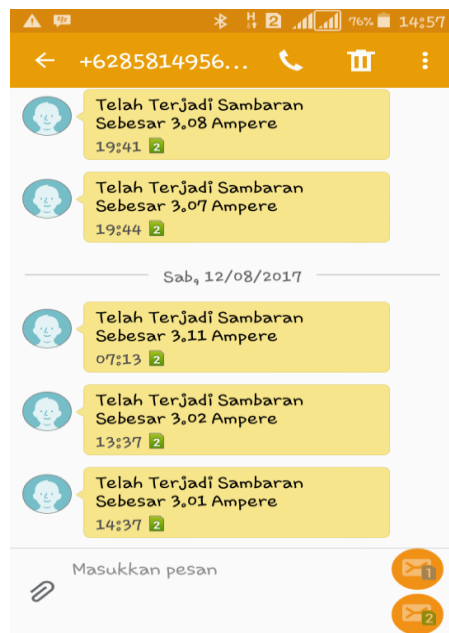
sebagai pengganti sambaran petirnya. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian secara keseluruhan alat sistem monitoring proteksi petir sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Secara Keseluruhan

Counter	Sensor Arus	Notifikasi SMS	Tampilan Web
1	3.08	YA	YA
2	3.07	YA	YA
3	3.11	YA	YA
4	3.02	YA	YA
5	3.01	YA	YA

4.1 Kondisi Hasil Sebelum Penelitian

Perancangan alat monitoring pada sistem proteksi petir ini adalah pengembangan dari alat *lightning strike counter* yang banyak terdapat di pasaran. Pada alat tersebut hanya dapat menggerakkan indikator dengan arus elektromagnetik sehingga alat hanya dapat berfungsi sebagai penghitung sambaran dari petir, tidak menampilkan besaran arus sambaran dan kendalanya adalah ketika teknisi gedung akan melihat terjadinya sambaran petir maka teknisi tersebut harus ketempat lokasi dimana *lightning strike counter* tersebut dipasang. Pada alat tersebut juga tidak dapat mengirimkan notifikasi berupa SMS karena tidak dilengkapi dengan GSM/GPRS Shield.

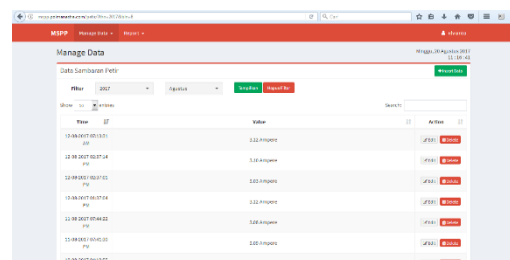


Gambar 17. Tampilan Notifikasi SMS

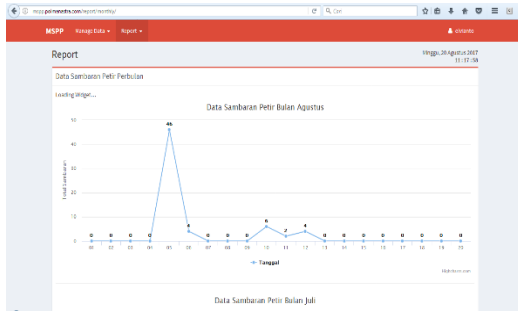
4.2 Kondisi Hasil Sesudah Penelitian

Pengujian alat monitoring secara keseluruhan dilakukan guna menguji performan hasil pengembangan dari *lightning strike counter* sebelumnya.

Proses pengujian dilakukan dengan memasang sensor arus yang tersambung pada alat interface dengan simulasi tegangan listrik



Gambar 18. Tampilan Web Data Sambaran



Gambar 19. Tampilan Web Grafik Sambaran

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian yang dilakukan, maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan akurasi ketika proses pengujian sensor arus SCT 019-000 dibandingkan dengan tang ampere (*digital clamp*). Namun selisih tersebut masih dapat ditoleransi karena hasil pengukuran masih berada pada nilai standar.
2. Dalam pengujian jaringan SIM Card dengan SIM800L, waktu respon SIM Card yang digunakan sangat tergantung sekali dengan jaringan provider telekomunikasi. Sehingga menjadi tidak terlalu efektif jika sistem proteksi petir berada pada daerah pegunungan atau daerah yang sulit mendapatkan sinyal.
3. Perancangan alat sistem monitoring pada proteksi petir dapat mengetahui terjadinya sambaran petir pada suatu gedung secara real time, serta dapat dimonitor *history*

kejadian sambaran tersebut, sehingga kondisi yang tidak diinginkan dapat diantisipasi oleh pihak teknisi gedung.

5.2 Saran

Beberapa saran yang diajukan berkenaan dengan penelitian ini adalah:

1. Alat ini dapat dikembangkan untuk diintegrasikan dengan NMS (*Network Monitoring System*) pada sebuah gedung perusahaan.
2. Alat dapat ditambahkan dengan modul wireless ataupun RFID sebagai pengganti SMS dalam memberikan notifikasi pada daerah pegunungan atau daerah yang sulit jaringan telekomunikasi.
3. Data-data tersebut nantinya dapat diolah agar dapat memberikan informasi yang lebih mendalam seperti trend dan karakteristik terjadinya petir pada tiap-tiap daerah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anderson JG. (1982). *Lightning performance of transmission lines in transmission line reference book. 345 kV and Above*, Electric Power Research Institute (EPRI), Palo Alto, CA.
2. A. Mishra, D. Irwin, P. Shenoy, J. Kurose and T. Zhu. (2012) "*Smart Charger : Cutting the electricity bill in smart homes with energy storage*", Future Energy System : Where Energy, Computing and Communication Meet (e-Energy), Third International Conference on, pp, 1-10, 2012.
3. Bazelyan EM, Gorin BN, Levitov VI. (1978). *Physical and engineering foundation of lightning protection. Leningrad : Gidrometeoizdat; p.223.*

4. “Current Monitoring with non-invasive Current Sensor and Arduino”,
<http://www.homautomation.org/2013/09/17/current-monitoring-with-non-invasive-sensor-and-arduino/html>, (Accessed on 29 December 2017).
5. C. Battistelli and A.J. Conejo. (2014). “*Optimal management of the automatic generation control service in smart user grid including electric vehicles and distributed resources,*” *Electr. Power Syst. Res.*, vol. 111, no. 0, pp. 22-31, Jun.