

RANCANG BANGUN MONITORING SISTEM GENERATOR KERETA API BERBASIS MIKROKONTROLER

Design Monitoring System of Train Generator Based on Microcontroller

Muhammad Afrizal¹, Tri Nopiani Damayanti, ST., MT², Ari Machmuddi Kanosri, ST³

^{1,2,3}Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

¹m.afrizaal@gmail.com, ²damayanti@tass.telkomuniveristy.co.id, ³kanosri@gmail.com

Abstrak

Pengecekan alat transportasi hendaknya dilakukan sebelum alat transportasi tersebut melakukan perjalanan, seperti halnya pada alat transportasi masal yaitu kereta api. Salah satu bagian utama yang penting dalam kereta api adalah generator. Dalam suatu generator terdapat bagian penting yaitu filter oli. Pergantian filter oli pada sebuah generator di kereta api masih dilakukan secara manual. Selama ini pergantian filter oli masih dilakukan dengan metode kira-kira.

Untuk mengatasi permasalahan diatas maka dibuatlah suatu sistem monitoring pada sebuah generator di kereta api. Sistem tersebut dibuat dengan menggunakan mikrokontroler sebagai otak untuk menampilkan *counter* maju dan sebagai alarm pada *buzzer* yang telah dipasang. Kemudian *output* dari mikrokontroler menggunakan LCD yang merupakan suatu *interface* antara manusia dengan alat.

Monitoring sistem generator kereta api dapat digunakan untuk memantau lama penggunaan generator untuk melakukan pergantian filter oli. Penggunaan generator dalam sehari adalah selama 16 jam, sehingga untuk mencapai 200 jam maka dibutuhkan waktu selama 13-14 hari. Dari hasil semua pengujian dapat diperoleh bahwa semua komponen alat berfungsi dengan baik, namun ada penyimpangan pada pengujian ketepatan waktu dengan waktu penyimpangan yaitu 16 detik per jam.

Kata Kunci : Mikrokontroler, counter maju, warning light, buzzer

Abstract

Checking means of transportation should be done before the trip-transport equipment, as well as on the means of mass transportation is the train. One of the main important part in the train is a generator. In a generator are important parts of the oil filter. Substitution of oil filter on a generator on the train is still done manually. During this turn the oil filter is still done by the method of approx. To overcome the above problems then made a monitoring system on a generator on the train. The system is made by using microcontroller as brain to display the counter forward and as the buzzer alarm has been installed. Then the output of the microcontroller using the LCD which is an interface between humans and tools. Monitoring system train generator can be used to monitor the long use of generators to turn the oil filter. The use of generators in a day is 16 hours, so as to achieve the 200 hours it takes for 13-14 days. From the results of all tests can be obtained that all parts are functioning properly, but no irregularity in testing the timeliness with time deviation is 16 seconds per hour.

Keywords: Microcontroller, counter forward, warning light, buzzer

1. Pendahuluan

Penerapan teknologi pada kereta api bukanlah perkara mudah. Salah satu kendalanya adalah terbatasnya ruangan yang dapat digunakan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu perancangan alat yang tepat dan pemilihan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan. Salah satu bagian utama yang penting dalam kereta api adalah generator. Dalam suatu generator terdapat bagian penting yaitu filter oli. Pergantian filter oli pada sebuah generator masih dilakukan secara manual. Selama ini pergantian filter oli masih dilakukan dengan metode kira-kira. Apabila filter oli tersebut tidak diganti, maka bahan bakar yang dikeluarkan akan lebih boros dan sistem kerja generator tersebut tidak maksimal.

Dengan adanya hal itulah maka proyek akhir ini dibuat. Alat yang dibuat dapat membantu dan mengingatkan pergantian filter oli bagi karyawan. Sehingga penggunaan generator dapat dipantau penggunaannya dan pergantian filter oli dapat dilakukan secara rutin sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Agar tidak terjadi hal yang tidak diinginkan.

Pada pembuatan *monitoring system* ini, alat dapat menampilkan *counter* maju pada layar LCD dengan format jam menit detik. Pergantian filter oli dilakukan setiap 200 jam dan pada saat 180 jam alat ini dapat memberikan sebuah *warning* yang akan mengingatkan karyawan bahwa pergantian filter oli akan dilakukan 20 jam setelah *warning* tersebut. Pada *warning* ini terdapat dua tingkatan, tingkatan pertama yaitu ketika angka menyentuh 180 jam dan tingkatan kedua ketika angka menyentuh 200 jam. Pada tingkatan pertama menggunakan *warning light* sebagai pengingat dan pada tingkatan kedua menggunakan *waning alarm* serta SMS *gateway* yang akan mengirimkan SMS peringatan setiap 24 jam sekali. Untuk mengetahui lama penggunaan generator dapat dicek dengan cara mengirim SMS ke modem, lalu modem akan mengirimkan balasan berupa lama penggunaan generator tersebut.

2. Dasar Teori

2.1 Generator[7]

Generator adalah sumber tegangan listrik yang diperoleh melalui perubahan energi mekanik menjadi energi listrik. Generator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, yaitu dengan memutar suatu kumparan dalam medan magnet sehingga timbul ggl induksi. Generator mempunyai dua komponen utama, yaitu bagian yang diam (stator) dan bagian yang bergerak (rotor). Rotor berhubungan dengan poros generator yang berputar di pusat stator. Poros generator biasanya diputar menggunakan usaha luar yang dapat berasal dari turbin, baik turbin air atau turbin uap dan selanjutnya berproses menghasilkan arus listrik.

Alur *service* generator kereta api secara keseluruhan adalah selama 40.000 jam, sedangkan untuk pergantian filter oli dilakukan selama 200 jam sekali. Sebelum kereta diberangkatkan, seluruh bagian kereta api dicek terlebih dahulu termasuk pada gerbong generator. Hal ini dilakukan sebagai bentuk pelayanan kepada para konsumen agar tercipta hasil yang memuaskan.

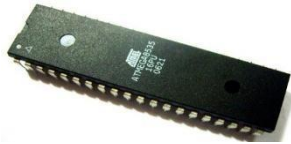


Gambar 2.1 Generator [7]

2.2 Mikrokontroler[1]

Mikrokontroler adalah IC yang dapat diprogram berulang kali, baik ditulis atau dihapus (Agus Bejo, 2007). Biasanya digunakan untuk pengontrolan otomatis dan manual pada perangkat elektronika.

Mikrokontroler AVR ATmega8535 memiliki fitur yang cukup lengkap. Mikrokontroler AVR ATmega8535 telah dilengkapi dengan ADC internal, EEPROM internal, Timer/Counter, PWM, analog comparator, dll (M.Ary Heryanto, 2008). Sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini memungkinkan kita belajar mikrokontroler keluarga AVR dengan lebih mudah dan efisien, serta dapat mengembangkan kreativitas penggunaan mikrokontroler ATmega8535.



Gambar 2.2 Mikrokontroler[1]

2.3 LCD[9]

LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi untuk menampilkan karakter angka, huruf ataupun simbol dengan lebih baik dan dengan konsumsi arus yang rendah. LCD (*Liquid Cristal Display*) dot matrik M1632 merupakan modul LCD buatan *hitachi*. Modul LCD (*Liquid Cristal Display*) dot matrik M1632 terdiri dari bagian penampil karakter (LCD) yang berfungsi menampilkan karakter dan bagian sistem prosesor LCD dalam bentuk modul dengan mikrokontroler yang diletakan dibagian belakan LCD tersebut yang berfungsi untuk mengatur tampilan LCD serta mengatur komunikasi antara LCD dengan mikrokontroler yang menggunakan modul LCD tersebut.



Gambar 2.3 LCD

2.4 Buzzer[2]

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*).



Gambar 2.4 Buzzer

2.5 Warning Light[10]

Warning Light adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi sebuah cahaya. *Warning light* atau yang biasa disebut lampu peringatan atau lampu hati-hati biasanya diletakan pada sebuah benda atau kendaraan yang sedang membawa barang-barang atau benda yang berbahaya.



Gambar 2.5 Warning Light

2.6 SMS Gateway[3]

SMS Gateway merupakan sebuah sistem aplikasi yang digunakan untuk mengirim dan atau menerima SMS, dan biasanya digunakan pada aplikasi bisnis, baik untuk kepentingan broadcast promosi, servis informasi terhadap pengguna, penyebaran content produk / jasa dan lain lain.



Gambar 2.6 Modem SMS Gateway[3]

2.7 Bahasa Pemrograman[11]

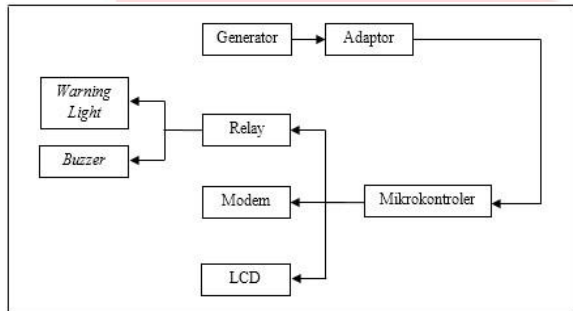
Bahasa pemrograman (*programming language*) adalah sebuah instruksi standar untuk memerintah komputer agar mempunyai fungsi tertentu. Bahasa pemrograman ini merupakan suatu himpunan dari aturan sintaks dan semantik yang dipakai untuk mendefinisikan program komputer. Bahasa ini memungkinkan seorang programmer dapat menentukan secara persis data mana yang akan diolah oleh komputer, bagaimana data ini akan disimpan/

diteruskan, dan jenis langkah apa secara persis yang akan diambil dalam berbagai situasi.

3. Perancangan Alat

3.1 Deskripsi dan Cara Kerja Alat

3.1.1 Deskripsi



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Generator menyala maka otomatis adaptor akan menyala karena daya yang dihasilkan ketika generator tersebut menyala. Mikrokontroler digunakan sebagai inputan yang akan memberikan perintah kepada LCD, modem, buzzer, dan warning light. Buzzer dan warning light dihidupkan menggunakan sebuah relay.

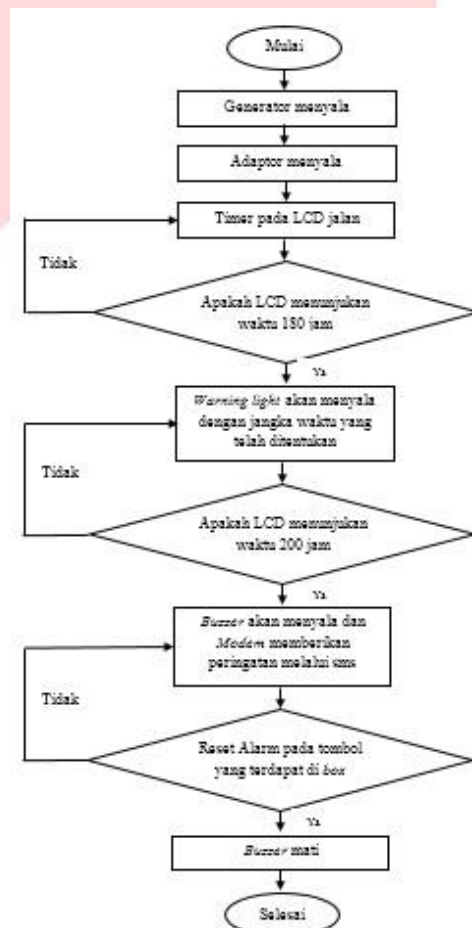
Relay adalah saklar elektronik yang dapat membuka atau menutup rangkaian dengan menggunakan kontrol dari rangkaian elektronik lain, Relay dapat digunakan untuk switching atau kontrol beban. Relay pada aplikasi kontrol sering digunakan sebagai switching input ataupun output pada PLC atau mikrokontroler. Misalnya untuk menghidupkan lampu 220 Volt AC dengan mikrokontroler maka kita memerlukan relay sebagai komponen tambahan karena keluaran pada mikrokontroler hanya 5 volt.

3.1.2 Cara Kerja Alat

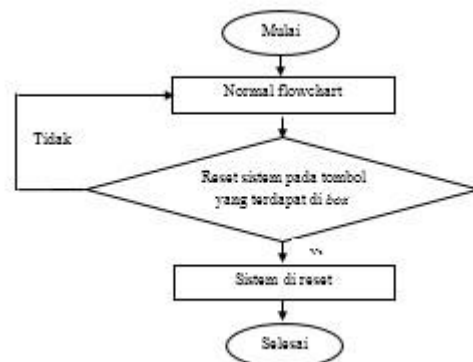
1. Saat generator menyala maka alat otomatis akan mendapatkan catu daya berupa tegangan AC melalui stop kontak yang sudah *stand by* didalam rangkaian gerbong kereta.
2. Kemudian informasi perhitungan atau lama penggunaan generator ditampilkan melalui layar LCD.
3. Pada saat jam menunjukkan angka 180 jam, maka *warning light* akan menyala dengan jangka waktu yang telah ditentukan.
4. Pada saat jam sudah menunjukkan angka 200 jam, maka *buzzer* akan menyala dan modem

akan memberikan peringatan melalui SMS dengan isi pesan yang telah ditentukan sebelumnya.

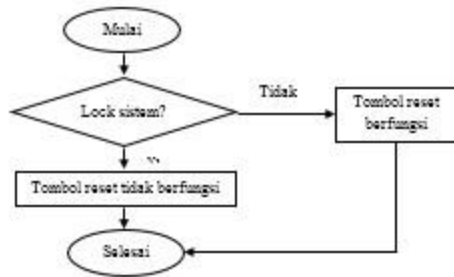
5. Apabila setelah 200 jam alat masih dalam kondisi nyala dalam pemantauan generator maka setiap 24 jam sekali akan mengirimkan sms berupa peringatan agar segera dilakukan penggantian *filter* oli.



Gambar 3.2 Normal Flowchart



Gambar 3.3 Flowchart Fungsi Reset System



Gambar 3.4 Flowchart Lock System

3.2 Langkah Perancangan

1. Menentukan rangkaian alat. Pada tahap ini membuat prakiraan rangkaian alat yang akan dibuat.
2. Menentukan blok dan spesifikasi sistem yang dibuat. Pada tahap ini akan membuat spesifikasi blok pada *output*.
3. Menentukan komponen yang digunakan. Bila spesifikasi blok telah dilakukan, maka tahap selanjutnya adalah menentukan komponen yang diperlukan pada alat.
4. Blok-blok yang telah dibuat dan diuji apabila terdapat masalah yang muncul dari tiap blok, maka dilakukan proses kalibrasi. Hal tersebut dilakukan sampai alat dapat bekerja. Setelah semua blok dibuat dan tidak muncul masalah, maka seluruh blok diimplementasikan hingga terbuat sebuah alat untuk memonitor generator.

3.3 Perancangan Hardware

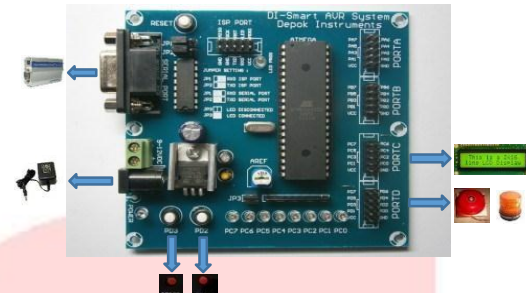
Langkah berikutnya adalah melakukan perancangan *hardware* atau rangkaian setiap blok, rangkaian-rangkaian yang akan dibuat yaitu:

1. Rangkaian *input* mikrokontroler
2. Rangkaian *output warning light*
3. Rangkaian *output buzzer*
4. Rangkaian *output modem*
5. Box alat

3.4 Pemilihan Perangkat

3.4.1 ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 memiliki fungsi untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital. Sinyal analog keluaran dari rangkaian penguat berupa tegangan yang nantinya akan dirubah menjadi sinyal digital.



Gambar 3.5 Konfigurasi Sismin Dengan Perangkat

Pada gambar 3.5 diatas, menunjukkan konfigurasi sismin dengan perangkat-perangkat yang digunakan pada pembuatan alat ini. Tidak semua fungsi pada sismin digunakan untuk pembuatan alat ini, hanya beberapa fungsi saja yang digunakan. Fungsi Port C digunakan untuk keluaran LCD dan fungsi Port D digunakan untuk keluaran pada relay yang nantinya akan menghidupkan *buzzer* dan *warning light*. Untuk keluaran dari fungsi *reset alarm* dan *reset system* menggunakan fungsi PO2 sebagai fungsi *reset alarm* dan PO3 sebagai fungsi *reset system*. *Input* daya dari stop kontak pada generator ke sismin menggunakan adaptor. Fungsi *output* serial digunakan untuk keluaran dari modem SMS gateway.

3.4.2 LCD

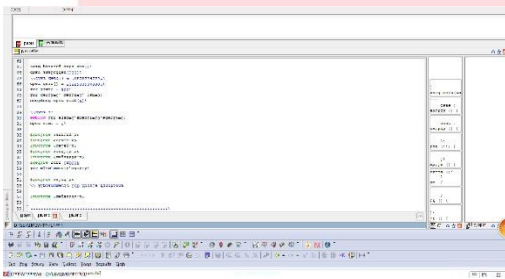
LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. Pada postingan aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.

Tabel 3.1 Konfigurasi Pin LCD 2x16

Pin	Symbols and functions
1	GND
2	VCC (+5v)
3	Contrast adjust
4	(RS) ==>> 0 = Instruction input / 1 = Data input
5	(R/W) ==>> 0 = Write to LCD Module / 1 = Read from LCD module
6	(E) ==>> Enable signal
7	(DB0) ==>> Data Pin 0
8	(DB1) ==>> Data Pin 1
9	(DB2) ==>> Data Pin 2
10	(DB3) ==>> Data Pin 3
11	(DB4) ==>> Data Pin 4
12	(DB5) ==>> Data Pin 5
13	(DB6) ==>> Data Pin 6
14	(DB7) ==>> Data Pin 7
15	(VB+) ==>> back light (+5V)
16	(VB-) ==>> back light (GND)

3.5 Perancangan Software

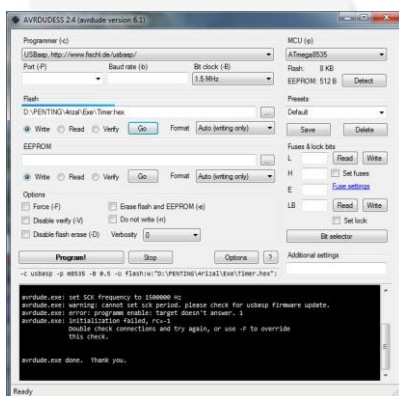
Pembuatan *program* menggunakan *software* CodeVisionAVR dan AVRdude. CodeVisionAVR merupakan sebuah *software* untuk membuat sebuah *program* yang berfungsi sebagai *text editor* dalam menulis baris perintah sekaligus sebagai *compiler* yang dapat mengubah file sumber menjadi file *hexa*. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C yang nantinya akan memberikan perintah pada mikrokontroler. Gambar 3.6 menunjukkan proses pembuatan *program* pada *software* CodeVisionAVR.



Gambar 3.6 Pembuatan *Program* Di CodeVisionAVR

Pembuatan *program* dilakukan dengan menggunakan fungsi-fungsi dasar pada Bahasa C. Setelah pembuatan *program* selesai maka dilanjutkan dengan proses selanjutnya yaitu *upload* ke mikrokontroler. Pada proses ini *software* yang digunakan adalah AVRdude.

AVRdude adalah *software* yang dipakai untuk download *file HEX* ke mikrokontroler AVR dengan sistem ISP (*In System Programming*). Gambar 3.7 menunjukkan proses *upload* pada AVRdude.



Gambar 3.10 Proses *Upload* Ke Mikrokontroler

4. Hasil dan Pengujian

4.1 Prosedur Pengujian Alat

Setelah rangkaian selesai dikerjakan maka dilakukan pengujian terhadap rangkaian secara keseluruhan. Pengujian tersebut meliputi pengujian pada rangkaian LCD, pengujian pada *BOX*, pengujian pada *warning light*, pengujian pada *buzzer*, dan pengujian pada modem SMS *gateway*. Pengujian dilakukan agar bisa mengetahui apakah alat yang sudah dibuat sesuai dengan rencana atau tidak.

Adapun hal-hal yang dilakukan sebelum melakukan pengujian alat dan analisa adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat-alat pengujian dan rangkaian yang akan diuji coba.
2. Memeriksa peralatan untuk memastikan bahwa seluruh alat dalam kondisi baik.
3. Menentukan gerbong kereta api mana yang akan digunakan sebagai uji coba.
4. Memastikan rangkaian telah terhubung dengan rangkaian catu daya.



Gambar 4.1 Gerbong Generator Kereta Api

Gambar 4.1 menunjukkan gerbong generator kereta api yang akan dipasang alat ini dalam masa uji coba pertama.

4.2 Pengujian Ketepatan Waktu

Agar rangkaian LCD 2x16 *Character* dapat bekerja sesuai dengan apa yang diharapkan maka perlu dilakukan pengujian, yaitu dengan melakukan pengujian untuk menampilkan hitungan *running* dan akumulasi. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *stopwatch*, alat dan *stopwatch* dihidupkan secara bersamaan sampai waktu yang ditentukan untuk melakukan pengujian. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat terdapat penyimpangan waktu

dari waktu *realtime* atau *stopwatch*. Gambar 4.2 menunjukkan pengujian ketepatan waktu.



Gambar 4.2 Pengujian Akumulasi

Gambar diatas menunjukkan pengujian ketepatan waktu antara alat dengan *stopwatch*, dari hasil pengujian didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.1 Pengujian Akumulasi pada LCD

Lama Pengujian	Pada Alat	Pada Stopwatch
1 Jam	1 Jam 0 Menit 16 Detik	1 Jam 0 Menit 0 Detik
2 Jam	2 Jam 0 Menit 32 Detik	2 Jam 0 Menit 0 Detik
3 Jam	3 Jam 0 Menit 48 Detik	3 Jam 0 Menit 0 Detik
4 Jam	4 Jam 1 Menit 04 Detik	4 Jam 0 Menit 0 Detik
5 Jam	5 Jam 1 Menit 20 Detik	5 Jam 0 Menit 0 Detik

Dari hasil pengujian akumulasi dengan membandingkan antara alat dan *stopwatch* didapatkan hasil bahwa perbedaan waktu setiap jamnya adalah sekitar 16 detik. Maka dapat diperoleh perhitungan perbedaan setiap menitnya adalah sebagai berikut:

$$\frac{\text{perbedaan detik}}{\text{jumlah detik dalam satu menit}} = \text{perbedaan setiap detik}$$

$$\frac{16 \text{ detik}}{60 \text{ detik}} = 0,27 \text{ detik atau } 270 \text{ ms}$$

Untuk mengetahui berapa perbedaan pada saat angka mencapai 180 jam dan 200 jam sebagai berikut:

1. Angka 180 jam

$$180 \times 16 = 2880 \text{ detik}$$

$$\frac{2880}{60} = 48 \text{ menit}$$

Pada saat angka mencapai 180 jam, maka perbedaan alat dengan *stopwatch* atau *realtime* adalah sekitar 48 menit.

2. Angka 200 jam

$$200 \times 16 = 3200 \text{ detik}$$

$$\frac{3200}{60} = 53,3 \text{ menit atau } 53 \text{ menit } 20 \text{ detik}$$

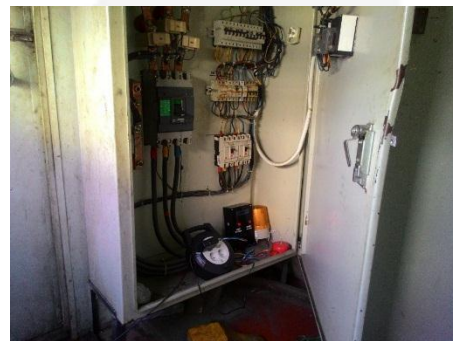
Pada saat angka mencapai 200 jam, maka perbedaan alat dengan *stopwatch* atau *realtime* adalah sekitar 53 menit 20 detik.

4.3 Pengujian Alat

Pengujian alat meliputi rangkaian mikrokontroler, rangkaian *warning light* dan *buzzer* serta rangkaian modem SMS. Gambar 4.3 menunjukkan denah dari gerbong generator pada kereta api.



Gambar 4.3 Denah Gerbong Generator



Gambar 4.4 Pengujian Alat

Alat sudah diuji coba pada rangkaian gerbong kereta api selama kurang lebih 180 jam atau sekitar 11 hari. Pada saat angka memasuki 180 jam maka *warning light* akan hidup sebagai tanda bahwa generator sudah mendekati masa perawatan atau pergantian filter oli. Rata-rata penggunaan generator selama sehari adalah 16 jam. Dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk mencapai angka 200 jam, maka dibutuhkan waktu sekitar 13-14 hari untuk melakukan perawatan atau pergantian filter oli pada generator tersebut.

Setelah angka mencapai 200 jam maka modem SMS *gateway* otomatis akan mengirimkan SMS ke nomor yang sudah ditentukan dan *buzzer* otomatis akan hidup. Apabila *buzzer* terasa mengganggu maka

buzzer ini dapat dimatikan dengan cara menekan tombol *RESET ALARM* pada *box*, apabila tombol tersebut ditekan maka otomatis akan mematikan *buzzer*. Pengiriman SMS ini bertujuan untuk mengingatkan bahwa penggunaan generator sudah mencapai angka 200 jam yang artinya sudah harus dilakukan perawatan atau pergantian filter oli.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Pembuatan dan perancangan alat ini menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Monitoring sistem generator kereta api dapat digunakan untuk memantau lama penggunaan generator untuk melakukan pergantian filter oli secara rutin.
2. Penggunaan generator dalam sehari adalah selama 16 jam, sehingga untuk mencapai 200 jam maka dibutuhkan waktu selama 13-14 hari.
3. Dari hasil semua pengujian dapat diperoleh bahwa semua komponen alat berfungsi dengan baik, namun ada penyimpangan pada pengujian ketepatan waktu dengan besar waktu penyimpangan yaitu 16 detik per jam.

5.2 Saran

1. Dibuatkan *box* khusus untuk seluruh peralatan ini agar lebih aman.
2. LCD menggunakan karakter yang lebih banyak agar dapat menampilkan hasil lain.
3. Ditambahkan teknologi lagi agar lebih akurat dan lebih kuat untuk kedepannya.

Daftar Pustaka

- [1] ATMEL, “ 8-bit Microcontroller with 8K Bytes In-System Programmable Flash”.
- [2] Rosya Satria Firdaust. “Mikrokontroler ATmega8535 : Sistem Minimum”, 11 Juni 2013, 18:32 [dikutip tanggal 18 Mei 2015] <http://www.duniaelektronika.net/mikrokontroler-atmega8535-sistem-minimum/>
- [3] Putra Setia Utama. “Pemahaman Sederhana si SMS Gateway”, 9 Agustus 2010, [dikutip tanggal 20 Juni 2015] <http://teknojurnal.com/pemahaman-sederhana-si-sms-gateway/>
- [4] Muhammad Aldrin. “Membuat Rangkaian Driver Relay”, 11 November 2011, [dikutip tanggal 26 Juni 2015] <http://allthewin.blogspot.com/2011/11/membuat-rangkaian-driver-relay.html>
- [5] Abi Sabrina. “Menambahkan Device ATmega328 Pada AVRdude”, 27 April 2014, [dikutip tanggal 2 Juli 2015] <https://abisabrina.wordpress.com/2014/04/27/menambahkan-device-atmega328p-pada-avrdude/>
- [6] Depok Instruments. “DI-Smart AVR System (Sistem Minimum Mikrokontroler AVR ATMEGA8535)”, 27 April 2013, [dikutip tanggal 2 Juli 2015] <http://depokinstruments.com/tag/rangkaian-mikrokontroler-avr-atmega8535/>
- [7] Pengertian Ahli. “Pengertian Generator: Apa Itu Generator?”, 9 April 2014, [dikutip tanggal 10 Desember 2014] http://www.pengertianahli.com/2014/04/pengertian-generator-apa-itu-generator.html#_
- [8] Andreas Viklund. “Buzzer”, 20 April 2007, [dikutip tanggal 10 Desember 2014] <http://elektronika-elektronika.blogspot.com/2007/04/buzzer.html>
- [9] Agus Purnama. “LCD (Liquid Cristal Display) Dot Matrix 2x16 M1632”, 12 Juni 2012, [dikutip tanggal 10 Desember 2014] <http://elektronika-dasar.web.id/komponen/lcd-liquid-cristal-display-dot-matrix-2x16-m1632/>
- [10] Wenzhou Selo Technology Co., Ltd. “Sistem Pencahayaan Auto”, 20 Agustus 2014, [dikutip tanggal 2 Juni 2015] <http://indonesian.alibaba.com/product-gs/led-strobe-light-emergency-vehicle-warning-light-1947775588.html>
- [11] Daftar bahasa pemrograman. [dikutip tanggal 17 januari 2015]