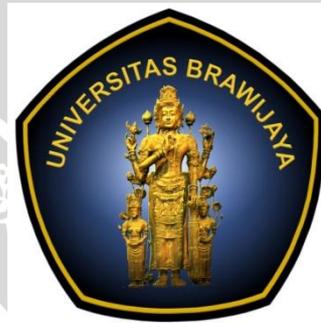


**ALAT PEREKAM DATA PERJALANAN PADA MOBIL
TRAVEL**

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

SEPTIAN ALAN SUSANTO

NIM. 135060309111010

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2016

LEMBAR PENGESAHAN

Alat Perekam Data Perjalanan Pada Mobil Travel

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



SEPTIAN ALAN SUSANTO

NIM. 135060309111010

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 2 Februari 2016

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. M. Julius St, M.S.
NIP. 19540720 198203 1 002

Dr. -Ing. Onny Setyawati, S.T., M.T. M.Sc.
NIP. 19740417 200003 2 007

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

M. Aziz Muslim S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19741203 200012 1 001



JUDUL SKRIPSI:

KURSI PENIMBANG BERAT BADAN *PORTABLE*

Nama Masiswa : Kusuma Jayadi

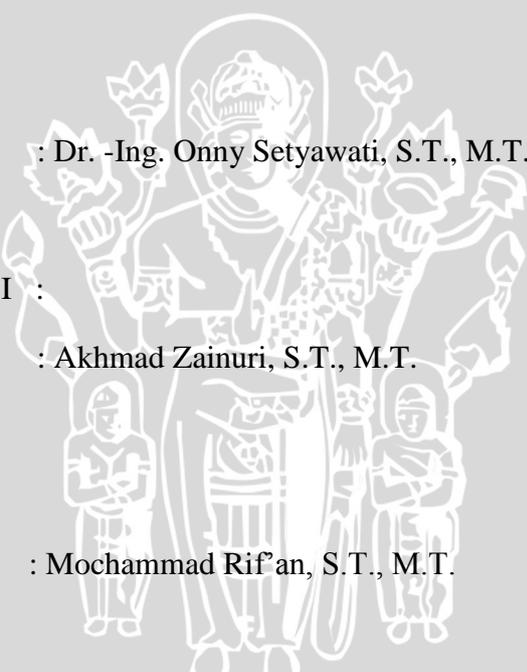
NIM : 135060309111013

Program Studi : Teknik Elektro

Konsentrasi : Teknik Elektronika

KOMISI PEMBIMBING :

Ketua : Ir. M. Julius, St., M.S.

Anggota : Dr. -Ing. Onny Setyawati, S.T., M.T., M.Sc


TIM DOSEN PENGUJI :

Dosen Penguji 1 : Akhmad Zainuri, S.T., M.T.

Dosen Penguji 2 : Mochammad Rif'an, S.T., M.T.

Dosen Penguji 3 : Dr. Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc.

Tanggal Ujian : 22 Januari 2015

SK Penguji : No. 128/UN10.6/SK/2015

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

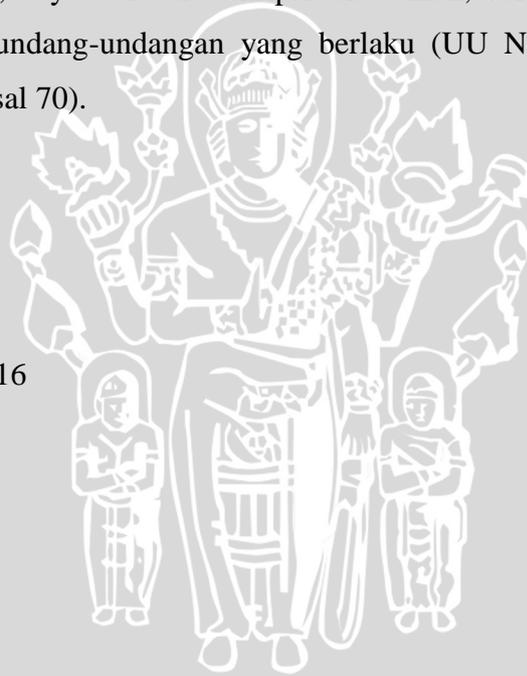
Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 2 Februari 2016

Mahasiswa,

Septian Alan Susanto

135060309111010



RINGKASAN

Septian Alan Susanto, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Februari 2016, *Alat Perekam Data Perjalanan pada Mobil Travel*, Dosen Pembimbing: Ir. M. Julius St, M.S. dan Dr. -Ing. Onny Setyawati, S.T., M.T., M.Sc.

Faktor keselamatan merupakan faktor utama dalam pengoperasian alat transportasi. Berbagai macam regulasi dan peraturan harus ditaati, tapi kecelakaan tetap saja terjadi. Faktor utama penyebab terjadinya kecelakaan antara lain yaitu faktor manusia, material, alam serta faktor manajemen dan operasional. Oleh karena itu dibutuhkan sistem manajemen dan pelayanan yang baik terhadap penumpang. Untuk menunjang perbaikan sistem tersebut dibutuhkan beberapa data yang bisa dijadikan tolak ukur agar dapat mengetahui sejauh mana kualitas pelayanan yang sudah diberikan kepada penumpang.

Alat yang dirancang dan dibuat dalam penelitian ini mempunyai data yang digunakan sebagai parameter seperti kecepatan mobil, suhu kabin dalam mobil, serta kemiringan saat mobil menikung. Sistem keseluruhan alat ini dikendalikan menggunakan mikrokontroler AVR ATmega32. Modul RTC digunakan sebagai pembangkit sinyal pewaktu secara *real time*. Sinyal pewaktu tersebut meliputi detik, menit, jam, hari, bulan dan tahun. Modul kumparan magnet sebagai pendeteksi putaran roda yang digunakan sebagai sensor kecepatan mobil saat melaju. Modul sensor suhu LM35 digunakan sebagai pengukur suhu kabin mobil, dan modul sensor *accelerometer 3 Axis MMA7361* sebagai pendeteksi derajat sudut kemiringan mobil.

Data yang direkam berupa kecepatan, suhu, kemiringan serta *real time* disimpan dalam *SD Card (multimedia card)* setiap 10 detik sekali. *Buzzer* digunakan sebagai alarm ketika kecepatan diatas 80km/jam, atau suhu melebihi 30°C, atau kemiringan mobil lebih dari 30°.

Kata kunci: Kumparan magnet, Sensor suhu LM35, Sensor *Accelerometer 3 Axis MMA7361*, *Real Time Clock (RTC)*, Mikrokontroler ATmega32, Arduino Nano, *Buzzer*, *SD card*.

SUMMARY

Septian Alan Susanto, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, in February 2016 , Instrument Car Journey Data Recorders on Car Travel, Supervisor: Ir . Julius M. St, M.S and Dr.- Ing. Onny Setyawati , S.T. , M.T. , M.Sc.

Factor of safety is a major factor in the operation of transportation equipment. Various kinds of regulations and rules must be obeyed, but accidents still happen. The main factors causing accidents, among others, human factors, materials, nature and management and operational factors. Therefore, it needs management system and good services to passengers. To support the improvement of the system takes some data that can be used as a benchmark in order to determine the extent to which the quality of service that has been provided to passengers.

Tool designed and made in the study had data used as parameters such as vehicle speed, cabin temperature inside the car, and the slope of the car when cornering. The whole system is controlled using the tool AVR microcontroller ATmega32. RTC module is used as a timing signal generator in real time. The timing signals include seconds, minutes, hours, days, months and years. Magnetic coil detection module as a spinning wheel is used as a vehicle speed sensor while driving. LM35 temperature sensor module is used as a measure of the car cabin temperature, and module 3 Axis accelerometer sensor MMA7361 as detecting the degree of the angle of the car.

Data recorded in the form of speed, temperature, slope and real time stored in the SD Card (multimedia card) every 10 seconds. Buzzer is used as an alarm when speeds above 80km/h, or temperatures exceeding 30°C, or slope of the car more than 30°.

Keywords: Magnetic coils, LM35 temperature sensor, 3 Axis Accelerometer sensor MMA7361, Real Time Clock (RTC), Microcontroller ATmega32, Arduino Nano, Buzzer, SD card.

PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas segala petunjuk dan nikmat-Nya lah skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi berjudul “Alat Perekam Data Perjalanan Pada Mobil Travel” ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada:

- Allah SWT atas rahmat dan hidayah yang telah diberikan,
- Rasulullah Muhammad SAW, semoga shalawat serta salam selalu tercurah kepada beliau,
- Ayah dan Ibu atas segala nasehat, kasih sayang, perhatian dan kesabarannya didalam membesarkan dan mendidik penulis, serta telah banyak mendoakan kelancaran penulis hingga terselesaikannya skripsi ini,
- Bapak M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Ali Mustofa, S.T., M.T. selaku Ketua Prodi Strata Satu Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Ir. Wijono, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen Penasehat Akademik,
- Ibu Ir. Nurussa’adah, MT. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Ir. M. Julius St, M.S. sebagai Dosen Pembimbing I atas segala bimbingan, pengarahan, ide, saran, motivasi, dan masukan yang diberikan,
- Ibu Dr. -Ing. Onny Setyawati, S.T., M.T., M.Sc. sebagai Dosen Pembimbing II atas segala bimbingan, pengarahan, ide, saran, motivasi, dan masukan yang diberikan,
- Seluruh dosen pengajar Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Staff Recording Jurusan Teknik Elektro,

- Teman – teman SAP angkatan 2013,
- Rekan seperjuangan dalam skripsi Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Seluruh teman-teman serta semua pihak yang tidak mungkin bagi penulis untuk mencantumkan satu-persatu, terimakasih banyak atas bantuan dan dukungannya.

Pada akhirnya, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta bagi masyarakat.

Malang, Februari 2016

Penulis



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|-------------|
| COVER | i |
| LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING | ii |
| LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PENGUJI | iii |
| LEMBAR ORISINALITAS SKRIPSI | iv |
| RINGKASAN | v |
| SUMMARY | vi |
| PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4 Tujuan | 3 |
| 1.5 Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Kumparan Magnet..... | 5 |
| 2.2 Sensor Suhu LM 35..... | 6 |
| 2.3 Sensor <i>Accelerometer 3 Axis MMA 7361</i> | 7 |
| 2.4 <i>Real Time Clock (RTC)</i> | 8 |
| 2.5 Mikrokontroler ATmega32..... | 9 |
| 2.6 Arduino Nano..... | 14 |
| 2.7 <i>Buzzer</i> | 16 |
| 2.8 <i>Multimedia Card (MMC)</i> | 17 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 19 |
| 3.1 Studi Literatur | 19 |
| 3.2 Spesifikasi Alat | 19 |
| 3.3 Perancangan dan Perealisasian Alat..... | 20 |



| | |
|---|-----------|
| 3.3.1 Perancangan <i>Box</i> (Mekanik) | 20 |
| 3.3.2 Perancangan <i>Hardware</i> | 20 |
| 3.3.2.1 Diagram Blok | 21 |
| 3.3.2.2 Konfigurasi Kecepatan | 22 |
| 3.3.2.3 Perancangan Rangkaian Kumparan Magnet | 23 |
| 3.3.2.4 Perancangan Sensor Suhu | 26 |
| 3.3.2.5 Perancangan Modul RTC (<i>Real Time Clock</i>) | 28 |
| 3.3.2.6 Perancangan Modul <i>Accelerometer 3 Axis MMA 7361</i> | 28 |
| 3.3.2.7 Perancangan Rangkaian <i>SD Card</i> | 29 |
| 3.3.2.8 Perancangan Rangkaian Mikrokontroler ATmega32 ... | 30 |
| 3.3.3 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak (<i>Software</i>) | 31 |
| 3.4 Pengujian Alat | 32 |
| BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS | 34 |
| 4.1 Pengujian Sensor Kecepatan | 34 |
| 4.2 Pengujian Sensor Suhu LM35 | 36 |
| 4.3 Pengujian Sensor <i>Accelerometer 3 Axis MMA7361</i> | 39 |
| 4.4 Pengujian Modul RTC | 41 |
| 4.5 Pengujian Mikrokontroler ATmega32 | 42 |
| 4.6 Pengujian <i>SD Card</i> | 42 |
| 4.7 Pengujian Keseluruhan Sistem Pererekam Data Perjalanan | 44 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | 47 |
| 5.1 Kesimpulan | 47 |
| 5.2 Saran | 47 |
| DAFTAR PUSTAKA | 48 |
| LAMPIRAN I | 50 |
| LAMPIRAN II | 52 |
| LAMPIRAN III | 58 |
| LAMPIRAN IV | 60 |

DAFTAR GAMBAR

| No. | Judul | Halaman |
|--------------|---|---------|
| Gambar 2.1. | Kumparan Magnet..... | 5 |
| Gambar 2.2. | Sensor Suhu LM35..... | 7 |
| Gambar 2.3. | Sensor <i>Accelerometer</i> 3 Axis MMA7361..... | 7 |
| Gambar 2.4. | Pin IC DS1307 | 8 |
| Gambar 2.5. | Mikrokontroler AVR ATmega32 | 9 |
| Gambar 2.6. | Konfigurasi Pin Pada ATmega32 | 10 |
| Gambar 2.7. | Arduino Nano..... | 14 |
| Gambar 2.8. | Konfigurasi Pin Pada Arduino Nano..... | 15 |
| Gambar 2.9. | <i>Buzzer</i> 5V | 17 |
| Gambar 2.10. | Bentuk <i>SD Card</i> | 17 |
| Gambar 2.11. | Konfigurasi Pin Pada <i>SD Card</i> | 18 |
| Gambar 3.1. | Desain <i>Box</i> Alat..... | 20 |
| Gambar 3.2. | Diagram Blok Sistem | 21 |
| Gambar 3.3. | Pemasangan Magnet Pada Roda Mobil..... | 22 |
| Gambar 3.4. | Skema Rangkaian Kumparan Magnet Sebagai Sensor Kecepatan .. | 24 |
| Gambar 3.5. | Rangkaian Sensor Kecepatan dengan Mikrokontroler ATmega32 . | 26 |
| Gambar 3.6. | Rangkaian Sensor Suhu LM35 dengan Mikrokontroler ATmega32 | 27 |
| Gambar 3.7. | Rangkaian RTC dengan Mikrokontroler ATmega32..... | 28 |
| Gambar 3.8. | Rangkaian <i>Accelerometer</i> dengan Mikrokontroler ATmega32 | 29 |
| Gambar 3.9. | Rangkaian <i>SD Card</i> dengan Mikrokontroler ATmega32..... | 30 |
| Gambar 3.10. | Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler AVR ATmega32.... | 30 |
| Gambar 3.11. | Diagram Alir Alat..... | 31 |
| Gambar 4.1. | Pengujian Sensor Kecepatan | 35 |
| Gambar 4.2. | Pengujian Sensor LM35 Terhadap Panas Soder | 37 |
| Gambar 4.3. | Grafik Perhitungan dan Pengukuran Sensor LM35 | 38 |
| Gambar 4.4. | Pengujian Sudut Nyata Sensor <i>Accelerometer</i> | 39 |
| Gambar 4.5. | Pengujian Tegangan Sensor <i>Accelerometer</i> | 40 |
| Gambar 4.6. | Pengujian <i>Real Time Clock</i> Menggunakan DS1307 | 41 |
| Gambar 4.7. | Hasil Pengujian <i>Real Time Clock</i> Menggunakan DS1307..... | 41 |
| Gambar 4.8. | Pengujian Minimum Sistem ATmega32..... | 42 |

Gambar 4.9. Pengujian perekam data pada MMC *SD Card*..... 43

Gambar 4.10. Hasil Pengujian *SD Card* Terhadap Parameter Alat 43

Gambar 4.11. Pengujian Alat Pada Mobil 44

Gambar 4.12. Hasil Pengujian Alat Pada Mobil..... 45



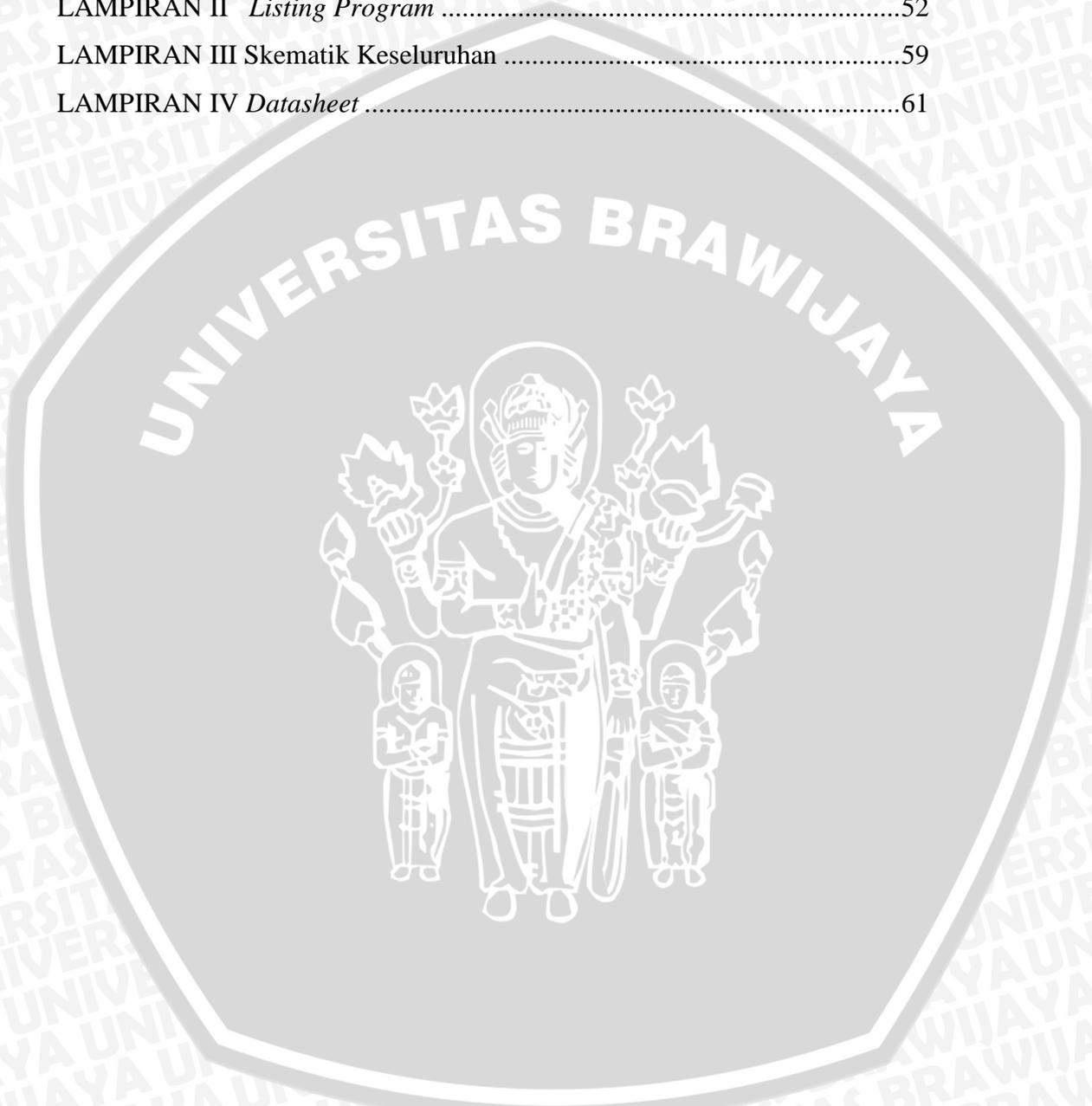
DAFTAR TABEL

| No. | Judul | Halaman |
|------------|--|---------|
| Tabel 2.1. | Fungsi khusus port A | 11 |
| Tabel 2.2. | Fungsi khusus port B | 12 |
| Tabel 2.3. | Fungsikhusus port C | 12 |
| Tabel 2.4. | Fungsi khusus port D | 13 |
| Tabel 4.1. | Hasil Pengujian Sensor Kecepatan | 35 |
| Tabel 4.2. | Hasil Pengujian Sensor Kecepatan dengan <i>Speedometer</i> | 36 |
| Tabel 4.3. | Hasil Pengujian Sensor Suhu LM35 dengan Multimeter | 37 |
| Tabel 4.4. | Hasil Pengujian Sensor Suhu dengan Output LCD | 38 |
| Tabel 4.5. | Hasil Pengujian Sensor <i>Accelerometer</i> Terhadap Sudut Nyata..... | 40 |
| Tabel 4.6. | Hasil Pengujian Sensor Kecepatan dengan Indikator <i>Buzzer</i> | 45 |
| Tabel 4.7. | Hasil Pengujian Sensor Suhu dengan Indikator <i>Buzzer</i> | 46 |
| Tabel 4.8. | Hasil Pengujian Sensor Kemiringan dengan Indikator <i>Buzzer</i> | 46 |



DAFTAR LAMPIRAN

| No. | Judul | Halaman |
|--------------|------------------------------|---------|
| LAMPIRAN I | Dokumentasi Alat | 50 |
| LAMPIRAN II | <i>Listing Program</i> | 52 |
| LAMPIRAN III | Skematik Keseluruhan | 59 |
| LAMPIRAN IV | <i>Datasheet</i> | 61 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi kini telah menjelma menjadi kebutuhan bagi semua masyarakat, agar memudahkan untuk menuju ke suatu tempat yang dituju. Kebijakan pemerintah yang memberlakukan mobil murah, menambah daya beli masyarakat untuk membeli mobil murah ini. Disamping isu-isu mobil nasional yang masih sulit untuk bersaing dengan mobil asal pabrikan luar negeri. Tak heran jika setiap tahun di Indonesia mengalami peningkatan dalam jumlah produksi kendaraan bermotor.

Dewasa ini berkembangnya bisnis travel yang makin menjamur dimana-mana membuat masyarakat khususnya mahasiswa mulai beralih menggunakan jasa travel ini. Disamping mempunyai banyak pilihan tujuan ke berbagai tempat, jasa travel memiliki keunggulan tersendiri yaitu praktis dan murah. Sistem manajemen dan pelayanan yang baik terhadap penumpang atau konsumen ini sangat dibutuhkan. Untuk menunjang sistem tersebut maka dibutuhkan beberapa data yang bisa dijadikan parameter agar pengelola dapat mengetahui sejauh mana pelayanan yang sudah diberikan serta pengoperasian mobil travel terhadap penumpang.

Pada tahun 2013 produksi kendaraan bermotor mencapai 104.118.969 dengan rincian 11.484.514 diantaranya kendaraan roda empat atau mobil penumpang (BPS, 2013). Dengan bertambahnya kendaraan yang diproduksi maka angka kecelakaan diprediksi akan ikut meningkat. Berdasarkan data kepolisian jumlah kecelakaan lalu lintas di 2012 dari Januari-Juli mencapai angka 69.345 kecelakaan. Dari jumlah tersebut 31.185 orang meninggal dunia. Jika dihitung per jam, sekitar tiga orang kehilangan nyawanya sia-sia akibat kecelakaan lalu lintas. (Mahaputra, 2012)

Setiap kecelakaan yang menimbulkan korban jiwa selalu menimbulkan duka dan pertanyaan. Selain menyelamatkan dan mengevakuasi korban, juga selalu ada sesuatu yang dicari-cari, misalnya penyebab terjadinya suatu kecelakaan. Faktor utama penyebab terjadinya kecelakaan antara lain yaitu faktor

manusia, material dan alam serta faktor lain diantaranya faktor manajemen dan operasional. Pada akhirnya faktor lainnya manusia yang paling berperan dalam setiap kecelakaan.

Dalam penelitian sebelumnya tentang implementasi mikrokontroler sebagai pengukur suhu delapan ruangan membahas bagaimana sensor suhu atau pengukur suhu berkomunikasi dengan mikrokontroler pada delapan ruangan diam yang berbeda. Untuk mendeteksi suhu pada ruangan, peneliti menggunakan sensor LM35 yang mempunyai keluaran digital pada LCD dan sebagai pembanding menggunakan termometer analog yang dibaca secara manual. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa alat ukur hasil rancangan yang menggunakan sensor LM35 mempunyai nilai keberhasilan 99% dan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) (Ambar, 2011).

Penelitian selanjutnya yaitu tentang penggunaan pulser sebagai aplikasi magnetik untuk mendeteksi kecepatan pada sepeda motor. Pendeteksian kecepatan sepeda motor memanfaatkan pulser yang dimana akan diletakkan pada roda. Dalam roda tersebut telah dipasang magnet yang akan membangkitkan arus listrik jika bersinggungan dengan pulser. Arus listrik yang dihasilkan sangat kecil dan akan dikuatkan oleh rangkaian penguat sehingga dapat dibaca oleh mikrokontroler. Hasilnya dapat diketahui berapa rpm yang akan terbaca oleh mikrokontroler. Untuk mendapatkan kecepatan maka hasil rpm akan dihitung dengan cara dikalikan keliling roda (MDE, 2011).

Dari dua penelitian ini, implementasi pada jasa travel akan membantu untuk mendapatkan data parameter yang diinginkan. Sensor suhu akan mendeteksi suhu pada ruangan yang bergerak atau kendaraan, kumparan magnet untuk mendeteksi kecepatan pada mobil travel dan sensor kemiringan untuk mendeteksi kemiringan mobil travel saat melaju.

Tujuan akhir yang diharapkan dalam penelitian ini adalah merencanakan dan merealisasikan suatu alat yang bisa memantau dan mengawasi pengemudi mobil travel dalam melaksanakan tugasnya. Data yang diambil meliputi kecepatan laju, suhu kabin, kemiringan saat melaju. Data-data tersebut nantinya akan digunakan sebagai acuan untuk membantu proses perbaikan sistem pelayanan terhadap penumpang atau konsumen.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang telah dijelaskan pada latar belakang, dapat dibuat rumusan sebagai berikut:

- 1) Bagaimana cara mendeteksi kecepatan mobil, mendeteksi suhu dalam kabin mobil dan mendeteksi sudut kemiringan posisi mobil.
- 2) Bagaimana merancang sistem penyimpan data hasil rekaman perjalanan mobil.
- 3) Bagaimana merancang sistem indikator pada kecepatan, suhu dan kemiringan kendaraan sebagai alarm.

1.3 Batasan Masalah

Dalam menyusun penelitian, batasan masalah yang digunakan dalam penelitian :

- 1) Alat ini diperuntukkan untuk merekam data perjalanan pada mobil.
- 2) Data yang direkam berupa kecepatan, sudut kemiringan dan suhu dalam kabin mobil saat beroperasi.
- 3) Indikator bunyi *buzzer* sebagai alarm pada alat ini akan aktif ketika mobil berjalan pada kecepatan diatas 80 km/jam, pada saat mobil menikung dengan kemiringan melebihi 30° atau suhu dalam kabin mobil di atas 30° C.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah merancang dan membuat alat yang dapat merekam data perjalanan pada mobil. Data yang direkam berupa kecepatan yang diperoleh menggunakan kumparan magnet, kemiringan posisi mobil menggunakan sensor *accelerometer* dan suhu dalam kabin mobil yang menggunakan sensor suhu LM35. Alat ini dapat mempermudah pengawasan dan mengetahui karakter pengemudi dalam menjalankan tugasnya, sehingga dapat memperbaiki sistem pelayanan dan memberikan keamanan serta kenyamanan menggunakan jasa travel.

1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan laporan penelitian ini adalah sebagai berikut.

BAB I Pendahuluan

Berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematika pembahasan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Berisi tinjauan pustaka atau dasar teori yang digunakan untuk dasar penelitian yang dilakukan dan untuk mendukung permasalahan yang diungkapkan meliputi teori tentang kumparan magnet, sensor suhu LM35, sensor *accelerometer 3 axis MMA 7361*, *real time clock (RTC)*, mikrokontroler ATmega32, arduino nano, *buzzer*, *multimedia card (SD card)*.

BAB III Metode Penelitian

Berisi metode penelitian yang akan dilakukan, spesifikasi alat yang akan dirancang, studi literatur, perancangan dan perealisasiian alat yang meliputi perancangan *hardware*, perancangan dan pembuatan *software*, serta pengujian alat yang meliputi pengujian *hardware* dan pengujian alat secara keseluruhan.

BAB IV Pengujian dan Analisis

Berisi pengujian rangkaian kumparan magnet sebagai sensor kecepatan, pengujian rangkaian sensor LM35, pengujian rangkaian sensor *accelerometer 3 Axis MMA 7361*, pengujian rangkaian *real time clock (RTC)*, pengujian minimum sistem ATmega 32, pengujian rangkaian *SD Card* serta pengujian keseluruhan.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Memuat intisari hasil pengujian dan menjawab rumusan masalah serta memberikan rekomendasi untuk perbaikan kulaitas penelitian di masa yang akan datang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini dijelaskan tentang teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan meliputi teori tentang kumparan magnet, sensor suhu LM35, sensor *accelerometer* 3 axis MMA 7361, *real time clock* (RTC), mikrokontroler ATmega32, arduino nano, *buzzer*, *multimedia card* (SD card).

2.1 Kumparan Magnet

Prinsip kerja dari kumparan magnet ini adalah jika terdapat massa dari bahan feromagnetik bergerak mendekati sensor, maka kumparan magnet akan membangkitkan arus listrik. Semakin besar massa dan semakin dekat jarak benda ke *sensing area* sensor, maka semakin besar pula arus listrik yang dihasilkannya. Dengan prinsip kerja kumparan magnet yang demikian, maka kita bisa memanfaatkannya sebagai sensor putaran. Gambar 2.1 menunjukkan kumparan magnet yang digunakan sebagai sensor kecepatan pada mobil.



Gambar 2.1 Kumparan Magnet

Konfigurasi kecepatan

Kecepatan berbanding lurus dengan jarak dan berbanding terbalik dengan waktu yang ditempuh. Satuan dari kecepatan adalah m/s (meter/sekon). Dengan demikian dituliskan dalam Persamaan (2-1) (Aip S., 2009:36) :

$$V = \frac{S}{T} \quad (2-1)$$

Dengan:

S = jarak yang ditempuh (meter)

T = waktu tempuh (sekon)

V = kecepatan (m/s)

Untuk menghitung kecepatan kendaraan diperlukan jarak tempuh dahulu. Pada alat ini diperlukan sensor yang juga bisa menghitung jarak tempuh. Pada umumnya yang digunakan adalah *encoder* untuk mengetahui berapa jarak tempuhnya. Namun pada alat ini menggunakan kumparan magnet sebagai pengganti *encoder*. Prinsip kerja dari kumparan magnet dan *encoder* hampir sama, yaitu mengalikannya dengan jarak antara lubang *encoder* satu dengan lubang *encoder* berikutnya. Perbedaannya jika *encoder* bekerja (menghasilkan tegangan) ketika mendeteksi lubang, sedangkan kumparan magnet bekerja (menghasilkan tegangan) ketika mendeteksi benda logam karena kumparan itu sendiri mengandung magnet.

2.2 Sensor Suhu LM35

Sensor LM35 merupakan jenis sensor yang peka terhadap perubahan suhu. Sensor ini cocok untuk melakukan penghitungan suhu dalam satuan derajat *celcius* ($^{\circ}\text{C}$). Sensor ini juga dapat digunakan untuk melakukan pengukuran suhu dalam satuan suhu yang lain, seperti *kelvin* dan lain-lain. Jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan. (Syaiful, 2013:38)

Sensor LM35 beroperasi dengan tegangan masukan mulai 4V sampai 20V dan memiliki sensitivitas $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$. Maksud dari sensitivitas tersebut adalah sensor tersebut memberikan respon tegangan berdasarkan perubahan suhu yang berada di sekitar sensor 10mV setiap terjadi perubahan sebesar 1°C . Untuk area respon dari sensor ini hanya sekitar 2 cm dari sensor tersebut, sedangkan arus yang diberikan untuk sensor ini lebih dari $50\mu\text{A}$. Sensor ini mampu beroperasi mulai dari suhu -40°C sampai 110°C . *Range* tersebut merupakan *range* yang

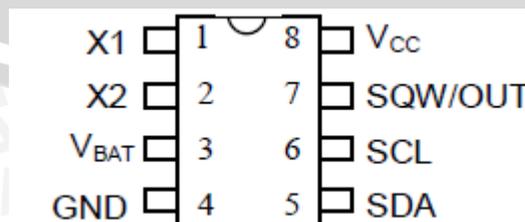
- Sensitivitas tinggi: 800 mV/g @ $\pm 1.5g$
- Antarmuka: Analog *output*
- *Low pass filter*
- Ukuran: 23 x 26 mm
- Berat: 5 gram

2.4 Real Time Clock (RTC)

DS 1307 merupakan salah satu jenis IC yang memiliki fungsi sebagai penyimpan waktu dan tanggal. *Real Time clock* DS1307 adalah IC yang dibuat oleh perusahaan Dallas Semiconductor. IC ini memiliki kristal yang dapat mempertahankan frekuensinya dengan baik. *Real time clock* DS1307 memiliki fitur sebagai berikut:

- 1) *Real time clock* (RTC) menyimpan data-data detik, menit, jam, tanggal dan bulan dalam setahun serta valid hingga 2100.
- 2) *Battery-backed*, 56-byte, RAM *nonvolatile* (NV) RAM untuk penyimpanan.
- 3) Antarmuka serial *Two Wire Interface* (TWI).
- 4) Sinyal keluaran gelombang kotak terprogram (*programmable squarewave*).
- 5) Deteksi otomatis kegagalan daya (*power fail*) dan rangkaian *switch*.
- 6) Konsumsi daya kurang dari 500nA menggunakan mode baterai cadangan dengan operasional osilator.
- 7) Tersedia fitur industri dengan ketahanan suhu: -40°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$.
- 8) Tersedia dalam kemasan 8-pin DIP atau SOIC

Gambar 2.4 menunjukkan konfigurasi pin-pin dari IC DS1307 beserta penjelasan masing-masing pin.



Gambar 2.4 Pin IC DS1307

(Sumber: Dallas Semiconductor)

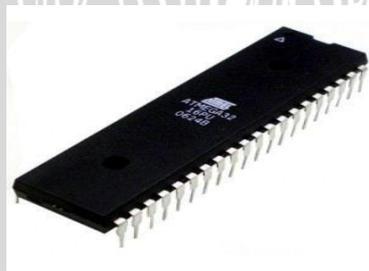
Penjelasan dari masing-masing pin adalah sebagai berikut :

1. X1 dan X2 adalah pin yang dihubungkan dengan kristal 32.768 KHz.
2. VBAT adalah pin yang dihubungkan masukan baterai +3V.
3. GND adalah pin yang dihubungkan *Ground*.
4. SDA adalah pin yang difungsikan sebagai jalur data.
5. SCL adalah pin yang fungsikan sebagai jalur *clock*.
6. SQW/OUT adalah pin yang digunakan sebagai keluaran sinyal kotak.
7. VCC adalah pin untuk mencatu tegangan 5V.

2.5 Mikrokontroler ATmega 32

Mikrokontroler merupakan suatu kombinasi dari sebuah CPU, memori dan I/O yang terintegrasi dalam bentuk sebuah IC atau dapat disebut dengan *single Chip*. Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*) standar memiliki arsitektur 8-bit, dimana semua intruksi dikemas dalam kode 16-bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus *clock*. AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*).

Kontrol utama dari keseluruhan sistem pada alat ini ditangani oleh mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*) ATmega32. Mikrokontroler ATmega32 banyak digunakan untuk sistem yang kompleks, memiliki masukan sinyal analog, dan membutuhkan memori yang relatif lebih besar. Bentuk fisik mikrokontroler AVR ATmega32 ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Mikrokontroler AVR ATmega32

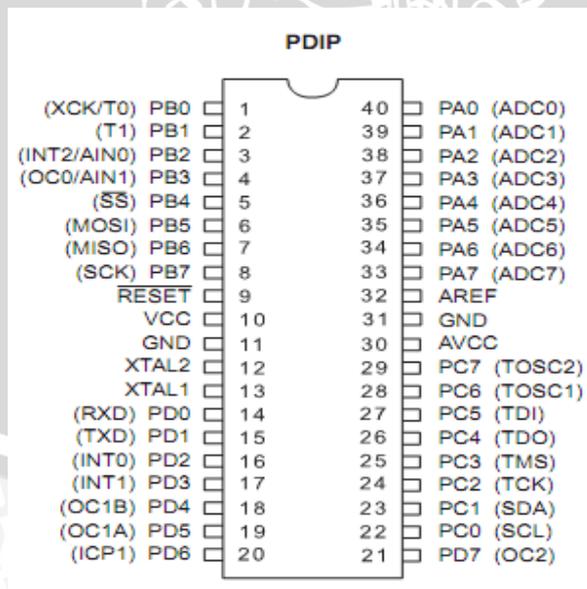
(Sumber: Klinik Robot)

Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain sebagai berikut:

- *Memory Flash* 32 Kbytes untuk program
- Memori EEPROM 1024 bytes dan dapat diprogram atau dihapus sebanyak 100.000 siklus
- Memori SRAM internal 2 Kbytes
- Maksimal 32 pin I/O
- Satu buah 16-bit *timer/counter* dan dua buah 8-bit *timer/counter*
- Memiliki 8 *channel* ADC 10 bit
- Komunikasi serial melalui SPI, I2C dan USART
- Analog komparator
- Fasilitas *master/slave SPI Serial Interface*
- Mampu menjalankan 131 instruksi dalam 1 clock
- Memiliki 16 MIPS pada clock 16 MHz
- Tegangan catu daya (VCC) maksimum = 4 - 5,5 volt DC

Konfigurasi Pin ATmega32

IC mikrokontroler dikemas dalam bentuk yang berbeda. Pada dasarnya fungsi kaki yang ada pada IC memiliki persamaan. Gambar 2.6 menunjukkan konfigurasi pin-pin mikrokontroler AVR ATmega32.



Gambar 2.6 Konfigurasi pin pada ATmega32

(Sumber: ATmel)

Secara fungsional konfigurasi pin ATmega32 adalah sebagai berikut:

Port A (PA0 – PA7)

Port A adalah 8-bit port I/O yang bersifat *bidirectional* dan setiap pin memiliki *internal pull-up resistor* (dapat diatur per bit). *Output buffer* port A dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA dan dapat mengendalikan *display LED* secara langsung. *Data Direction Register* port A (DDRA) harus diatur terlebih dahulu sebelum port A digunakan. Bit-bit DDRA diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port A yang bersesuaian sebagai masukan, atau diisi 1 jika sebagai *output*. Selain itu, kedelapan pin *port A* memiliki fungsi khusus yaitu dapat berfungsi sebagai *channel ADC (Analog to Digital Converter)* sebesar 10 bit. Fungsi-fungsi khusus pin-pin *port A* ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Fungsi Khusus Port A

| Port Pin | <i>Alternate Function</i> |
|----------|-----------------------------------|
| PA0 | ADC7 (ADC <i>input channel</i> 0) |
| PA1 | ADC6 (ADC <i>input channel</i> 1) |
| PA2 | ADC5 (ADC <i>input channel</i> 2) |
| PA3 | ADC4 (ADC <i>input channel</i> 3) |
| PA4 | ADC3 (ADC <i>input channel</i> 4) |
| PA5 | ADC2 (ADC <i>input channel</i> 5) |
| PA6 | ADC1 (ADC <i>input channel</i> 6) |
| PA7 | ADC0 (ADC <i>input channel</i> 7) |

Sumber : ATmel

Port B (PB0 – PB7)

Port B adalah 8-bit *port I/O* yang bersifat *bidirectional* dan setiap pin mengandung *internal pull-up resistor*. *Output buffer* port B dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA dan dapat mengendalikan *display LED* secara langsung. *Data Direction Register port B* (DDRB) harus diatur terlebih dahulu sebelum *port B* digunakan. Bit-bit DDRB diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin *port B* yang bersesuaian sebagai *input*, atau diisi 1 jika sebagai *output*. Pin-pin *port B* juga memiliki fungsi-fungsi khusus seperti tertera dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Fungsi Khusus Port B

| Port Pin | Alternate Function |
|----------|---|
| PB0 | T0 (Timer/Counter External Counter Input) XCK (USART External Clock Input/Output) |
| PB1 | T1 (Timer/Counter1 External Counter Input) |
| PB2 | AIN0 (Analog Comparator Positive Input) INT2 (External Interrupt 2 Input) |
| PB3 | AIN1 (Analog Comparator Negative Input) OCO (Timer/Counter0 Output Compare Match Output) |
| PB4 | SS (SPI Slave Select Input) |
| PB5 | MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input) |
| PB6 | MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output) |
| PB7 | SCK (SPI Bus Serial Clock) |

Sumber : ATmel

Port C (PC0 – PC7)

Port C adalah 8-bit port I/O yang bersifat *bidirectional* dan setiap pin mengandung *internal pull-up resistor*. Output *buffer* port C dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA dan dapat mengendalikan *display LED* secara langsung. *Data Direction Register port C* (DDRC) harus diatur terlebih dahulu sebelum port C digunakan. Bit-bit DDRC diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port C yang bersesuaian sebagai *input*, atau diisi 1 jika sebagai *output*. Pin-pin port C juga memiliki fungsi-fungsi khusus yang ditunjukkan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Fungsi Khusus Port C

| Port Pin | Alternate Function |
|----------|---|
| PC0 | SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line) |
| PC1 | SDA(Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line) |
| PC2 | TCK (JTAG Test Clock) |
| PC3 | TMS (JTAG Test Mode Select) |
| PC4 | TD0 (JTAG Test Data Out) |
| PC5 | TD1 (JTAG Test Data In) |
| PC6 | TOSC1 (Timer Oscillator Pin 1) |
| PC7 | TOSC2 (Timer Oscillator Pin 2) |

Sumber : ATmel



Port D (PD0 – PD7)

Port D adalah 8-bit port I/O yang bersifat *bidirectional* dan setiap pin mengandung *internal pull-up resistor*. Output *buffer* port D dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA dan dapat mengendalikan *display LED* secara langsung. *Data Direction Register port D (DDR D)* harus diatur terlebih dahulu sebelum *port D* digunakan. Bit-bit *DDR D* diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin *port D* yang bersesuaian sebagai *input*, atau diisi 1 jika sebagai *output*. Pin-pin *port D* juga memiliki fungsi-fungsi khusus yang ditunjukkan dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Fungsi Khusus Port D

| Port Pin | Alternate Function |
|----------|--|
| PD0 | RXD (USART <i>Input Pin</i>) |
| PD1 | TXD (USART <i>Output Pin</i>) |
| PD2 | INT0 (<i>External Interrupt 0 Input</i>) |
| PD3 | INT1 (<i>External Interrupt 1 Input</i>) |
| PD4 | OCIB (<i>Timer/Counter1 Output Compare B Match Output</i>) |
| PD5 | OCIA (<i>Timer/Counter1 Output Compare A Match Output</i>) |
| PD6 | ICP1 (<i>Timer/Counter1 Input Capture Pin</i>) |
| PD7 | OC2 (<i>Timer / Counter2 Output Compare Match Output</i>) |

Sumber : ATmel

RESET

RST pada pin 9 merupakan *reset* dari AVR. Jika pada pin ini diberi masukan *low* selama minimal 2 *machine cycle* maka *system* akan *direset*.

XTAL1

XTAL1 adalah masukan ke *inverting oscillator amplifier* dan *input* ke *internal clock operating circuit*.

XTAL2

XTAL2 adalah *output* dari *inverting oscillator amplifier*.

AVCC

AVCC adalah kaki masukan tegangan bagi ADC. Kaki ini harus secara eksternal terhubung ke VCC melalui *lowpass filter*.

AREF

AREF adalah kaki masukan referensi bagi ADC. Untuk operasionalisasi ADC, suatu level tegangan antara AGND dan AVCC harus diberikan ke kaki ini.

AGND

AGND adalah kaki untuk analog *ground*. Hubungkan kaki ini ke GND, kecuali jika *board* memiliki *analog ground* yang terpisah.

2.6 Arduino Nano

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware* ini memiliki prosesor Atmel AVR dengan *software* yang dimiliki bahasa pemrograman sendiri. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) Arduino. Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler dan beberapa kelebihanannya yaitu tidak perlu perangkat *chip programmer* karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari komputer. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, Sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki *port serial/RS323* bisa menggunakannya. Gambar 2.7 menunjukkan bentuk fisik Arduino Nano.



Gambar 2.7 Arduino Nano

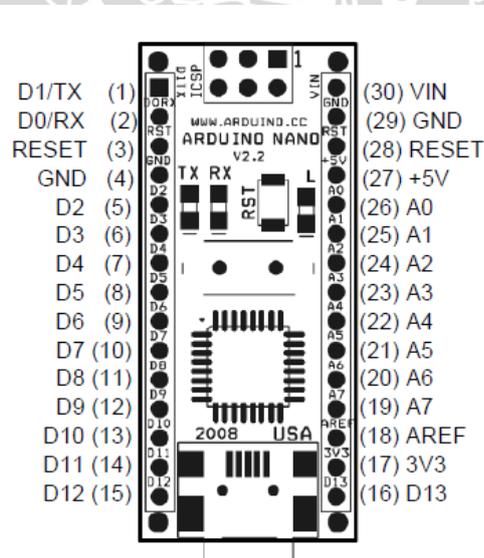
(Sumber: Arduino)

Arduino Nano ini memiliki beberapa fitur antara lain sebagai berikut:

- Tegangan kerja 5V

- Digital pin I/O berjumlah 14 pin yaitu pin D0 sampai pin D13 dilengkapi dengan 6 pin PWM
- Analog pin sebanyak 8 pin yaitu pin A0 sampai pin A7
- Arus listrik maksimal 40 mA
- Flash memori 32 MB untuk Arduino Nano 3.x dan 16 MB untuk Arduino Nano 2.x
- Besar *flash* memori ini dikurangi 2 kbyte yang digunakan untuk menyimpan file *bootloader*.
- SRAM 1 kbyte (ATmega168) dan 2 kbyte (ATmega328)
- EEPROM 512 byte (Atmega168) dan 1 kbyte (Atmega328)
- Kecepatan *clock* 16 MHz

Arduino Nano mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai luaran PWM) dan 7 masukan analog. Fungsi-fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5V. Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40mA dan mempunyai sebuah resistor *pull-up* (terputus secara *default*) 20-50 k Ω . Konfigurasi pin Arduino Nano ditunjukkan dalam Gambar 2.8 berikut ini.



Gambar 2.8 Konfigurasi Pin Arduino Nano

(Sumber: Arduino Nano)

Konfigurasi pin pada Arduino Nano adalah sebagai berikut:

1. VIN (Pin 30) fungsinya adalah sebagai tegangan input Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal.
2. +5V (Pin 27) fungsinya adalah sebagai tegangan input/output 5V dari regulator atau sumber daya eksternal.
3. GND (Pin 4 dan Pin 29) merupakan pin yang berfungsi untuk *ground*.
4. I/O (Pin 1-2 dan Pin 5-16) fungsinya adalah sebagai *input/output* data digital.
5. RESET (Pin 3 Dan Pin 26) untuk reset (aktif *low*)
6. 3V3 (Pin 17) fungsinya adalah sebagai tegangan output +3,3V dari *chip* FTDI.
7. AREF (Pin18) fungsinya adalah sebagai tegangan untuk input analog.
8. ANALOG INPUT (Pin 19-26) fungsinya adalah sebagai *Input/Output* data analog yang berjumlah 7 buah pin.

2.7 Buzzer

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 magnet, 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*).

Pada alat ini *buzzer* digunakan sebagai indikator suara jika kecepatan laju mobil melebihi 80 km/jam, suhu melebihi 30°C dan saat sudut kemiringan mobil melebihi 30°. *Buzzer* pada rancangan alat ini perlu dicatu oleh tegangan 5 volt. Gambar 2.9 menunjukkan bentuk fisik sebuah *buzzer*.

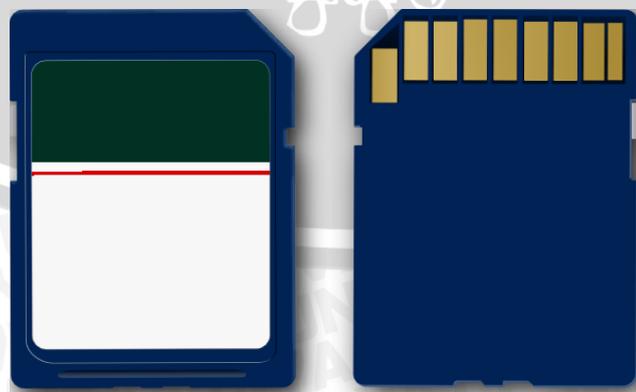


Gambar 2.9 Buzzer 5V

(Sumber: Changzou FHD Electronics)

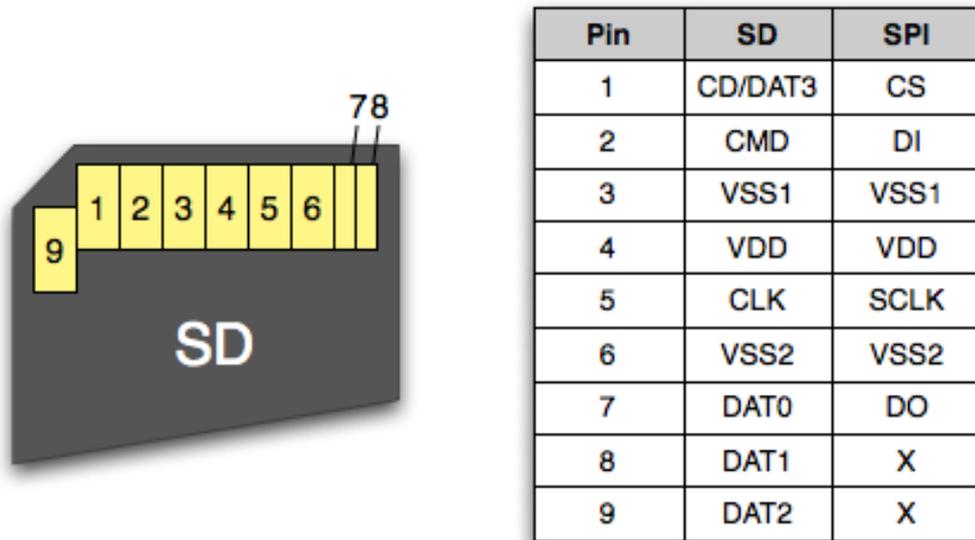
2.8 Multimedia Card (MMC)

MMC (*Multimedia Card*) atau *flash* memori adalah media penyimpanan yang berjenis *non-volatile* yang berarti tidak memerlukan *power* untuk menjaga keberadaan data. *Flash* Memori hampir sama dengan EEPROM (*Electrically Erasable Programmable ROM*). Kapasitas memorinya pun beragam, mempunyai kemampuan *transfer data* untuk penulisan mencapai 88 Mbps sedangkan untuk pembacaan mencapai 5 Mbps. Berbagai macam jenis MMC ini, pengguna hanya memilih sesuai dengan kebutuhan. Para ilmuwan membuatnya menjadi sistem penyimpan data *portable*, tipe lain dari *flash* memori biasanya digunakan dalam perangkat *portable* yang dikendalikan oleh baterai seperti MP3 *player*, *phone cellular*, kamera digital dan lain-lain. Pada perancangan alat ini, jenis yang digunakan untuk menyimpan data adalah *SD Card*. Memori jenis ini memiliki kapasitas yang cukup memadai untuk digunakan sebagai media penyimpanan data yang terbaca dan terekam oleh mikrokontroler. Bentuk fisik dari *SD Card* ditunjukkan dalam Gambar 2.10

Gambar 2.10 Bentuk *SD card*

(sumber: DKT Technoo, 2015)

SD Card bekerja pada tegangan 3,3 VDC dengan memiliki 9 pin konfigurasi. Komunikasi *SD Card* dengan arduino nano menggunakan SPI. Gambar 2.11 menunjukkan konfigurasi pin *SD Card*.



Gambar 2.11 Konfigurasi Pin *SD Card*
(sumber :chief sheep, 2010)

Konfigurasi pin pada *SD card* adalah sebagai berikut :

- Pin 1 CS *Chip selection in low status*
- Pin 2 DI *Data Input*
- Pin 3 VSS1 *Ground*
- Pin 4 VDD *Power Supply 3,3V*
- Pin 5 SCLK *clock*
- Pin 6 VSS2 *GND*
- Pin 7 DO *Data Output*

BAB III

METODE PENELITIAN

Penyusunan skripsi ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasiian alat agar dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasiikan alat yang dirancang adalah penentuan spesifikasi alat, studi literatur, perancangan dan pembuatan alat, dan pengambilan kesimpulan.

3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori penunjang sistem yang dibutuhkan dalam perencanaan dan pembuatan alat. Teori yang diperlukan antara lain berkaitan dengan rangkaian mikrokontroler ATmega32, modul sensor *accelerometer*, suhu, arduino nano, MMC, kumparan magnet, dan *buzzer*.

3.2. Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat secara umum diterapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan selanjutnya. Spesifikasi alat yang direncanakan, yaitu:

- Alat akan mulai merekam data saat saklar On setiap 10 detik sekali dan jika sudah memenuhi salah satu syarat.
- Buzzer sebagai alarm akan mulai aktif jika salah satu syarat yaitu kecepatan diatas 80 km/jam, kemiringan subjek mencapai $> 30^\circ$, atau suhu kabin $> 30^\circ\text{C}$.
- Modul sensor *Accelerometer 3 Axis MMA7361* sebagai sensor kemiringan dari 0° .
- Modul sensor LM35 sebagai sensor suhu yang akan dideteksi mulai 0°C - 100°C .
- Kumparan magnet sebagai sensor kecepatan yang akan merekam dari 0 - 150 km/jam.
- Data direkam pada memori *SD card* dengan komunikasi USART pada arduino nano
- Menggunakan MCU ATmega 32.

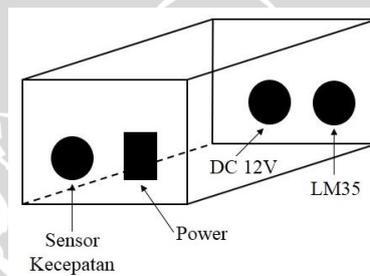
- Tegangan masukan dari aki kendaraan +12V.

3.3 Perancangan dan Perealisasian Alat

Perancangan dan perealisasiian alat dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu mekanik, *hardware* dan *software*.

3.3.1 Perancangan *Box* (Mekanik)

Secara garis besar alat ini menyerupai *blackbox* pada pesawat terbang, namun alat ini difungsikan untuk kendaraan roda 4 yang mempunyai catu daya 12V_{DC}. Oleh karena itu, desain alat ini berbentuk balok yang hampir sama dengan *blackbox* pada pesawat terbang. *Box* alat ini berbahan pelat besi agar tahan terhadap tekanan bila terjadi kecelakaan. Gambar 3.1 menunjukkan desain boks yang akan dirancang.



Gambar 3.1 Desain *Box* Alat

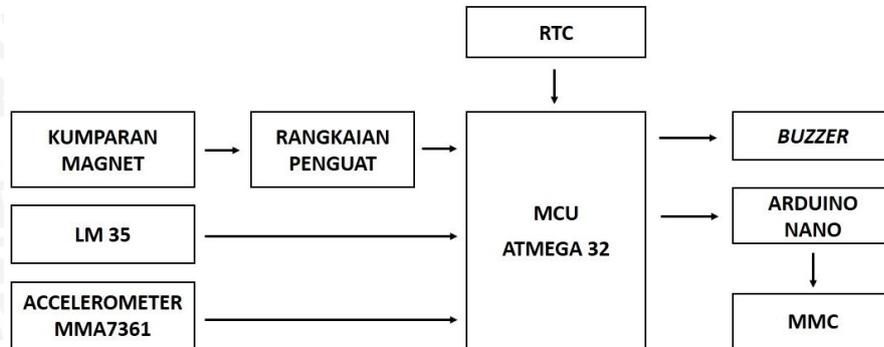
Pada boks ini terdapat 4 lubang yaitu sensor kecepatan yang nantinya akan sebagai keluaran kabel kumparan yang diletakkan pada roda mobil, power untuk saklar on/off alat, DC 12V untuk masukan *supply* dari aki mobil, serta LM35 untuk sensor suhu didalam kabin mobil.

3.3.2 Perancangan *Hardware*

Perancangan perangkat keras alat ini terdiri dari beberapa rangkaian dan modul yaitu rangkaian penguat tegangan untuk kumparan magnet sehingga dapat terbaca oleh mikrokontroller, rangkaian regulator untuk sumber tegangan 12V_{DC} dari aki menjadi 5V_{DC}, rangkaian minimum sistem untuk mikrokontroller ATmega32, modul RTC (*Real Time Clock*) untuk menampilkan waktu, modul sensor *accelerometer 3 MMA7361* untuk kemiringan objek, LM35 untuk suhu kabin dalam mobil, arduino nano agar mikrokontroller dapat menulis pada MMC, MMC (*SD Card*) untuk media penyimpanan data, serta *buzzer* sebagai alarm.

3.3.2.1 Diagram Blok

Secara garis besar alat perekam data perjalanan pada mobil travel ini ditunjukkan dalam Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem

Penjelasan masing-masing blok diagram:

a. RTC (*Real Time Clock*)

RTC (*Real Time Clock*) digunakan untuk penentuan waktu yang nyata, agar saat pembacaan data yang diterima pada mikrokontroler dapat disesuaikan dengan waktu nyata.

b. Kumparan Magnet

Berfungsi sebagai sensor untuk menghitung putaran roda per menit yang dapat digunakan untuk mencari nilai kecepatan mobil.

c. Rangkaian Penguat

Keluaran dari kumparan magnet tergolong rendah sehingga perlu dikuatkan oleh rangkaian penguat. Sinyal *output* yang dihasilkan oleh kumparan magnet adalah masih berupa besaran analog, sehingga masih belum bisa diproses oleh mikrokontroler. Dengan rangkaian penguat inilah sinyal yang berupa *analog* dapat mencapai level sinyal digital agar dapat dibaca oleh mikrokontroler.

d. Sensor Suhu LM35

Sensor ini berfungsi sebagai pengambil data suhu kabin pada mobil.

e. Sensor *Accelerometer 3 Axis MMA7361*

Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi sudut kemiringan pada saat mobil sedang melaju atau bila mobil mengalami perpindahan sudut kemiringan.

f. Mikrokontroler ATmega32

Berfungsi sebagai pengontrol utama alat ini. Memakai ATmega32 karena merupakan jenis mikrokontroler AVR yang didalamnya terdapat ADC internal 10bit. Untuk menyimpan data hasil rekaman menggunakan EEPROM internal mikrokontroler ATmega32 dan kemudian disimpan di MMC.

g. Arduino Nano

Penulisan pada MMC, mikrokontroler membutuhkan komunikasi USART dengan Arduino agar dapat merekam data yang telah dibaca oleh mikrokontroler.

h. MMC

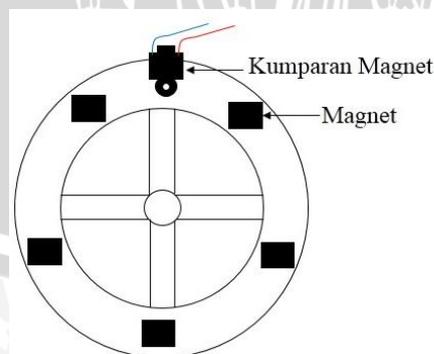
Memori yang digunakan adalah jenis *SD Card* untuk menyimpan data yang dihasilkan dari ketiga sensor dan RTC yang diproses oleh mikrokontroler.

i. Buzzer

Berfungsi sebagai indikator dengan keluaran alarm. Buzzer digunakan sebagai indikator pada kecepatan, kemiringan dan suhu. Jika salah satu indikator atau lebih telah terpenuhi maka alarm akan menyala.

3.3.2.2 Konfigurasi Kecepatan

Kumparan magnet mendeteksi adanya pergerakan magnet sehingga membangkitkan tegangan. Magnet yang dipasang pada roda sebanyak 5 buah. Gambar 3.3 menunjukkan pemasangan magnet pada roda mobil.



Gambar 3.3 Pemasangan Magnet pada Roda Mobil

Perhitungan kecepatan dapat dilakukan dengan mengetahui jarak yang ditempuh kendaraan terlebih dahulu. Jari-jari roda pada perancangan ini adalah

270 mm. Untuk mengetahui berapa jarak yang ditempuh diperlukan keliling roda saat satu kali putaran dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Keliling (mm)} = \text{jari-jari} \times 2 \times \pi$$

$$\text{Keliling (mm)} = 270 \text{ mm} \times 2 \times 3,14$$

$$\text{Keliling} = 1697 \text{ mm}$$

Untuk menentukan kecepatan roda jika dalam 1 menit menghasilkan berapa putaran maka dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Kecepatan (RPM)} = \text{Putaran Roda} \times \text{keliling roda (mm)}$$

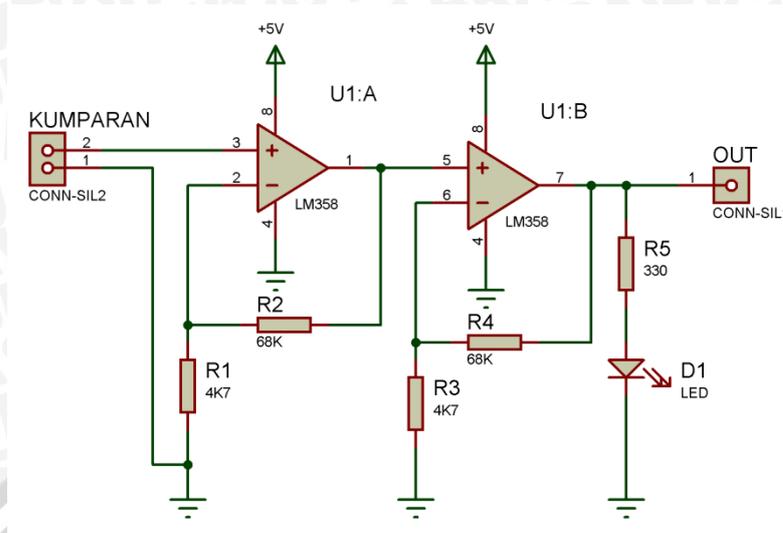
Satuan keliling roda yang digunakan untuk mengukur jarak adalah millimeter, maka untuk menentukan jarak dalam kilometer dibagi dengan 1.000.000. Waktu yang digunakan masih dalam bentuk menit, maka untuk mengetahui waktu dalam jam dikalikan dengan 60. Untuk menentukan kecepatan roda (km/jam) maka dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Kecepatan (km/jam)} = \frac{\text{Putaran Roda} \times \text{keliling roda (mm)} \times 60}{1.000.000}$$

3.3.2.3 Perancangan Rangkaian Kumparan magnet

Prinsip kerja dari kumparan magnet ini adalah jika terdapat masa dari feromagnetik bergerak mendekati sensor, maka kumparan magnet akan membangkitkan tegangan. Semakin besar massa dan semakin dekat jarak benda ke *sensing-area* sensor, maka semakin besar pula tegangan yang dihasilkannya. Dengan prinsip kerja kumparan magnet yang demikian, maka kita bisa memanfaatkannya sebagai sensor putaran. Tegangan yang dihasilkan oleh kumparan magnet sangat kecil, sehingga perlu rangkaian tambahan untuk menguatkan tegangan keluaran dari kumparan magnet.

Rangkain penguat menggunakan IC LM358 yang difungsikan sebagai rangkaian penguatan untuk menguatkan arus dan tegangan agar mencapai level tegangan digital sehingga dapat dibaca oleh mikrokontroler. Gambar 3.4 menunjukkan skema rangkaian kumparan magnet.



Gambar 3.4 Skema Rangkaian Kumparan Magnet sebagai Sensor Kecepatan

Tegangan keluaran kumparan magnet saat mendeteksi benda logam atau magnet sebesar 20mV, saat tidak ada adalah sebesar 0V. Tegangan ini yang akan dijadikan tegangan input mikrokontroller. Namun untuk logika digital level tegangan untuk logika 0 adalah 0V - 0,8V dan logika 1 adalah 2V-5V, karena itu perlu ada suatu rangkaian penguat keluaran tersebut agar dapat terbaca oleh mikrokontroller. Untuk rangkaian penguat tegangan menggunakan penguat *non inverting* dengan menggunakan Persamaan 3-1:

$$V_{out} = (1 + \frac{R_f}{R_1})V_{in} \quad (3-1)$$

Dimana :

V_{out} = Tegangan keluaran hasil penguatan

V_{in} = Tegangan masukan

R_f = *Feedback* resistor

R_1 = *Input* resistor

Dengan menggunakan rumus persamaan diatas, maka kita dapat menghitung dan mengetahui berapa kali nilai penguatan serta nilai-nilai resistor yang digunakan untuk rangkaian penguat tegangan kumparan magnet tersebut. Perhitungannya adalah sebagai berikut: Diketahui V_{out} Kumparan magnet 20mV, dan keluaran yang diinginkan adalah 4,5V maka :

$$V_{out} = 4,5V$$

$$V_{in} = 20 \text{ mV}$$

$$G = \frac{V_{out}}{V_{in}}$$

$$G = \frac{4,5 V}{20 mV}$$

$$G = 225$$

Dalam perhitungan jika $V_{out} = 4,5V$ dan $V_{in} = 20mV$ maka dapat diketahui *gain* sebesar 225 kali. Agar beban IC LM358 tidak terlalu berat maka dilakukan 2 kali penguatan. Untuk penguatan pertama sebesar 15 kali dan penguatan kedua sebesar 15 kali. Dengan perhitungan penguatan pertama sebagai berikut:

$$V_{out} = V_{in} \times 15$$

$$\begin{aligned} V_{out} &= 20mV \times 15 \\ &= 0,3V \end{aligned}$$

Diketahui nilai resistor input sebesar $4,7k\Omega$, sehingga resistor *feedback* dapat dihitung sebagai berikut:

$$V_{out} = \left(\frac{R_f}{R_1} + 1 \right) V_{in}$$

$$0,3V = \left(\frac{R_f}{4,7k\Omega} + 1 \right) 20mV$$

$$15 = \left(\frac{R_f}{4,7k\Omega} + 1 \right)$$

$$R_f = 68 k\Omega$$

Untuk penguat yang kedua dengan perhitungan sebagai berikut:

$$V_{out} = V_{in} \times 15$$

$$\begin{aligned} V_{out} &= 0,3 V \times 15 \\ &= 4,5V \end{aligned}$$

Diketahui nilai resistor input sebesar $4,7k\Omega$, sehingga resistor *feedback* dapat dihitung sebagai berikut:

$$V_{out} = \left(\frac{R_f}{R_1} + 1 \right) V_{in}$$

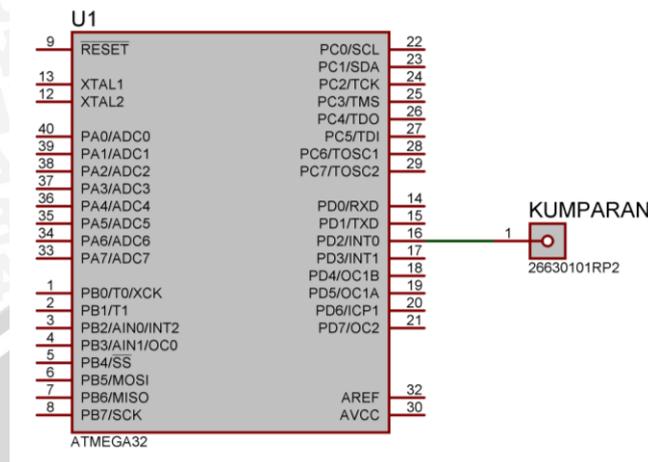
$$4,5V = \left(\frac{R_f}{4,7k\Omega} + 1 \right) 0,3V$$

$$10 = \left(\frac{R_f}{4,7k\Omega} + 1 \right)$$

$$R_f = 68 k\Omega$$

Keluaran dari sensor kecepatan ini akan dihubungkan pada pin *INT0*, karena yang dideteksi saat mikrokontroller menerima tegangan dari sensor

sebagai interupsi. Gambar 3.5 menunjukkan rangkaian sensor kecepatan dengan minimum sistem ATmega32.



Gambar 3.5 Rangkaian Sensor Kecepatan dengan Mikrokontroler ATmega32

Ketika satu kali interupsi maka akan dihitung satu kali putaran untuk menentukan RPM (*Rotation Per Minute*), sehingga nilai RPM nanti akan didapatkan nilai kecepatan pada kendaraan yang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Putaran roda per menit (RPM)} = \text{Pulsa} \times \frac{60}{5}$$

Pulsa didapatkan saat magnet yang terdapat pada roda sebanyak 5 buah melingkar mengelilingi roda bersinggungan dengan kumparan magnet. *Timer* yang digunakan untuk membaca interupsi adalah 1 detik, maka untuk mendapatkan nilai RPM dikalikan dengan 60. Untuk mendapatkan nilai kecepatan pada mobil dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kecepatan (km/jam)} = \frac{\text{Putaran Roda (RPM)} \times \text{Keliling Roda (mm)} \times 60}{1000000}$$

3.3.2.4 Perancangan Sensor Suhu

Sensor suhu LM35 pada rancangan alat ini digunakan sebagai sensor yang akan mendeteksi berapa suhu dalam ruangan atau kabin mobil. Dari *output* sensor ini didapatkan keluaran sinyal *analog* yang kemudian dikoneksikan dengan *internal* ADC mikrokontroler. Sensor suhu LM35 sendiri memiliki sensitivitas 10mV/°C, yang artinya pada setiap perubahan 1°C akan memberikan perbedaan tegangan sebesar 10mV. Untuk *step size* (resolusi) ADC mikrokontroler dapat menggunakan Persamaan 3-2:

$$\text{Step size} = \frac{1}{2^{n-1}} \times V_{ref} \quad (3-2)$$

Dimana:

Step size : resolusi tegangan pada ADC (mV)

n : resolusi bit pada ADC

Vref : tegangan referensi pada ADC (V)

Berdasarkan pengukuran pada saat minimum sistem dalam kondisi *on*, nilai *Vref* yang terdapat pada pin-pin ADC adalah sebesar 5V. Dan sesuai dengan fitur yang tertera pada *datasheet* mikrokontroler AVR ATmega32, mikrokontroler ini memiliki resolusi ADC 10bit. Dengan rumus Persamaan 3-2 dan data yang didapat, perhitungan nilai *step size* adalah sebagai berikut:

$$V_{ref} = 5V$$

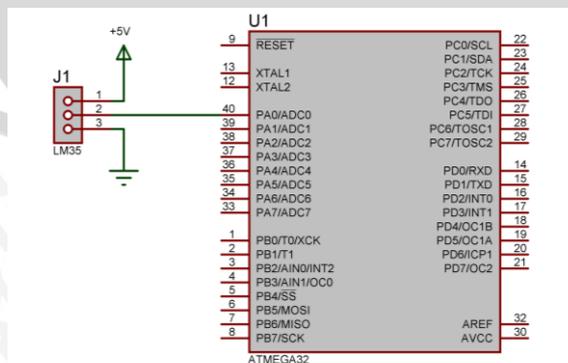
$$n = 10$$

$$\text{Step size} = \frac{1}{1023} \times 5V$$

$$\text{Step size} = 4.88 \text{ mV}$$

Artinya tiap perubahan 1 digit ADC 10 bit, minimal perubahan tegangan yang bisa dibaca sekitar 4.88mV.

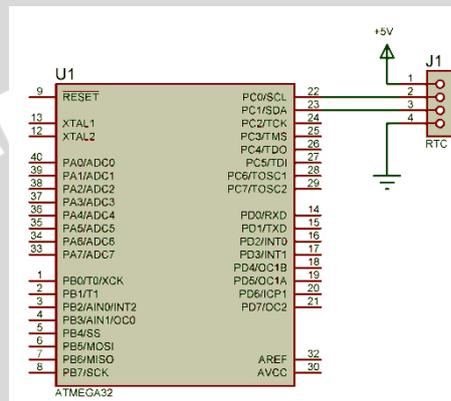
Sesuai dengan perhitungan diatas resolusi ADC mikrokontroler adalah 4.88mV yaitu perubahan suhu 0,5°C, sehingga apabila ada perubahan suhu LM35 sebesar 1°C maka dapat langsung terbaca oleh ADC mikrokontroler. Sehingga tidak membutuhkan rangkaian penguat untuk masuk ke mikrokontroler. Gambar berikut ini merupakan rangkaian yang terdiri dari dua buah sensor suhu LM35 yang terhubung dengan blok *port* ADC pada mikrokontroler Atmega32 yakni pada pin PA0 (ADC0). Gambar rangkaian LM35 dengan ATMega32 ditunjukkan dalam Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Rangkaian Sensor Suhu LM35 dengan Mikrokontroler ATMega32

3.3.2.5 Perancangan Modul RTC (*Real Time Clock*)

Pada alat ini, Modul RTC IC DS1307 digunakan untuk penunjuk waktu secara nyata. Modul DS1307 ini dapat memberikan informasi mengenai tahun, bulan, tanggal, jam, menit, dan detik hingga tahun 2100. Modul ini memiliki 4 pin keluaran, yaitu VCC 5V, GND, SDA dan SCL. Modul RTC akan dihubungkan dengan ATmega32 pada pin SDA dan SCL yaitu pada PC0 dan PC1. Gambar 3.7 menunjukkan rangkaian ATmega32 dengan modul RTC.



Gambar 3.7 Rangkaian RTC dengan Mikrokontroler ATmega32

Prinsip kerja modul RTC ini merupakan aplikasi *transfer data* dari *chip* DS1307 yang mempunyai data waktu pada *register-register* yang terdapat pada alamat 00 s/d 07. Masing-masing alamat *register* tersebut menyimpan data-data pewaktu yang setiap saat dapat dibaca oleh mikrokontroler melalui komunikasi TWI (*Two-Wire Interface*). Data-data tersebut tidak akan pernah hilang selama catu daya baterai tetap mensuplai kebutuhan daya dari *chip* IC ini.

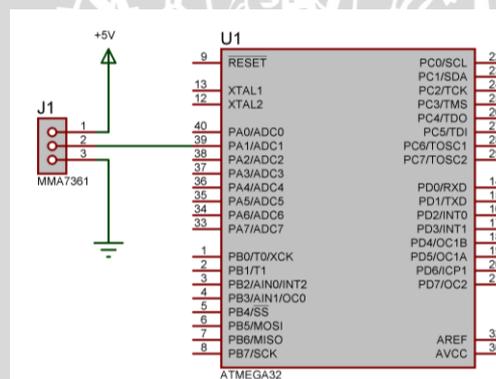
Untuk membaca data dari *chip* IC RTC ini digunakan komunikasi TWI yang hanya membutuhkan koneksi 2 kabel SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*). Untuk rangkaian RTC itu sendiri bisa menggunakan keterangan yang terdapat pada *data sheet* RTC DS1307 dan disesuaikan dengan rangkaian pendukungnya.

3.3.2.6 Perancangan Modul Accelerometer 3 Axis MMA7361

Modul sensor *accelerometer 3 Axis* MMA 7361 digunakan untuk mendeteksi derajat sudut kemiringan posisi mobil. Sensor ini menyediakan fasilitas 3 *axis* sebagai keluaran dari sensor yakni berupa sumbu X, sumbu Y dan

sumbu Z. Namun pada perancangan alat ini keluaran yang dimanfaatkan adalah output derajat sudut dari sumbu X saja. Karena posisi kemiringan yang akan dideteksi dan direkam nantinya hanya pada saat mobil sedang dalam posisi miring ke samping kanan dan kiri atau sesuai arah sumbu X.

Sensor *accelerometer 3 Axis MMA7361* ini memiliki pilihan resolusi yakni 1.5g dan 6g yang tidak akan terpengaruh oleh benda luar seperti logam atau magnet. Selain itu sensor ini mudah diakses dengan mikrokontroler karena memiliki keluaran berupa tegangan analog pada tiap *axis*nya. Dengan memanfaatkan fitur ADC pada mikrokontroler AVR ATmega32, sudut kemiringan pada sensor ini akan diperoleh melalui beberapa perhitungan matematis pada program. Gambar berikut ini merupakan skema dari *output* rangkaian sensor *accelerometer* yakni *Xout* dengan blokport ADC pada mikrokontroler ATmega32. Gambar 3.8 menunjukkan rangkaian *accelerometer* dengan minimum sistem ATMega32.



Gambar 3.8 Rangkaian *Accelerometer* dengan Mikrokontroler ATMega32

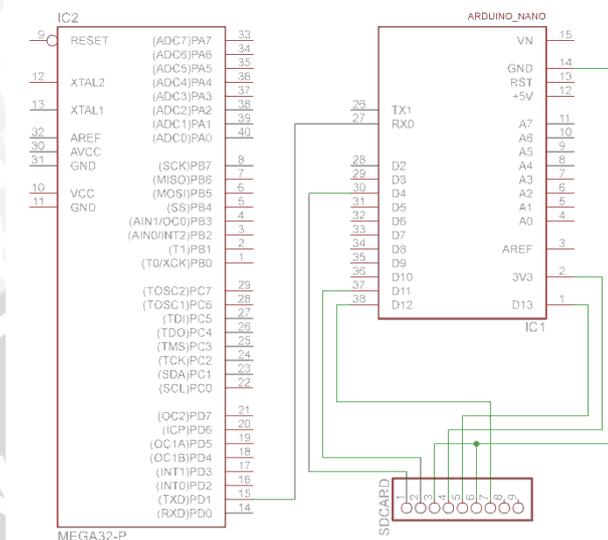
3.3.2.7 Perancangan Rangkaian *SD card*

Dalam perancangan alat ini menggunakan memori *SD Card* dengan kapasitas 4GB. Untuk mengetahui data yang dapat disimpan pada *SD Card* ini dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Data} = \frac{\text{Kapasitas Maksimal SD Card}}{\text{Besarnya data tiap satu kali penulisan}}$$

Perancangan rangkaian *SD card* pada alat ini digunakan arduino nano untuk membantu mikrokontroler ATmega32. Komunikasi USART mikrokontroler dengan arduino nano menggunakan pin RX pada arduino nano

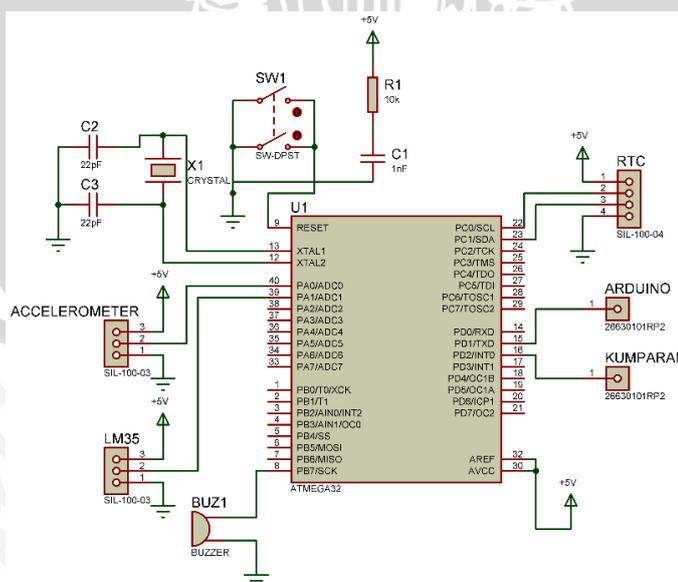
dan TX pada pin mikrokontroler. Rangkaian *SD card* ditunjukkan dalam Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Rangkaian *SD Card* dengan Mikrokontroler ATmega32

3.3.2.8 Perancangan Rangkaian Mikrokontroler ATmega32

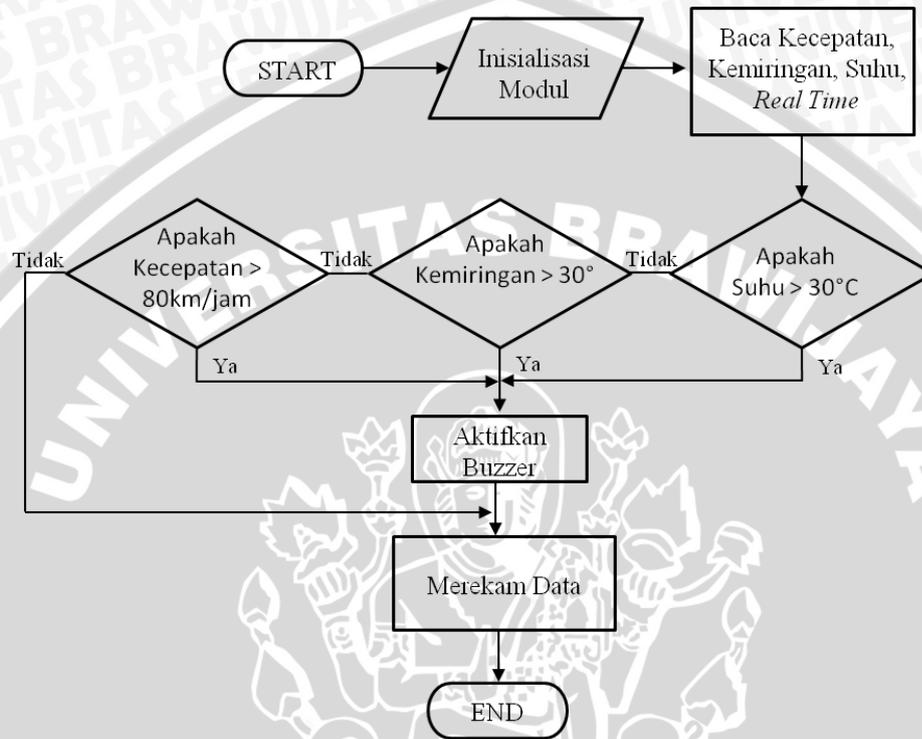
Mikrokontroler AVR ATmega32 berfungsi sebagai pengendali utama dalam sistem keseluruhan pada alat ini. Mikrokontroler mengolah data keluaran dari kumparan magnet, sensor LM35, sensor *accelerometer* 3 Axis MMA7361 dan RTC, serta mengatur pengaktifan *buzzer* sebagai indikator bunyi. Skematik rangkaian dari minimum sistem mikrokontroler ATmega32 ini ditunjukkan dalam Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega32

3.3.3 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak berupa *flowchart* (diagram alir) bahasa pemrograman yang dipakai untuk ATmega32. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C yang nantinya dibuat menggunakan *software* Atmel Studio. Diagram alir ditunjukkan dalam Gambar 3.10.



Gambar 3.11 Diagram Alir Alat

Penjelasan dari *flowchart* Gambar 3.10 adalah pertama kali sistem diaktifkan kemudian alat ini berada dalam kondisi *on*. Alat ini akan membaca waktu dan tanggal dari RTC (*Real Time Clock*). Selanjutnya alat ini akan membaca putaran roda per menit/*rotation per minutes (RPM)* serta mengetahui nilai kecepatan laju mobil, mendeteksi berapa derajat *celcius* suhu dalam kabin mobil dan membaca sudut kemiringan pada posisi mobil dengan sensor *accelerometer 3 Axis MMA 7361*. Kemudian data-data tersebut berupa kecepatan, suhu, sudut kemiringan dan pembacaan waktu akan diproses oleh mikrokontroller AVR ATmega32 dan menghasilkan data keluaran yang akan disimpan oleh *SD Card*. Data yang sudah diproses oleh mikrokontroller, selanjutnya akan dikomunikasikan dengan arduino nano. Pada arduino nano data akan ditulis pada *SD Card*. Data yang sudah tertulis dalam *SD Card* selanjutnya akan dapat dilihat hasilnya melalui komputer atau PC.

Data yang akan direkam dalam siklus waktu 10 detik sekali. Jika salah satu indikator telah memenuhi syarat, misalkan kecepatan diatas 80 km/jam meskipun tidak dalam siklus untuk merekam data maka data akan direkam dan *buzzer* sebagai alarm akan berfungsi.

3.4 Pengujian Alat

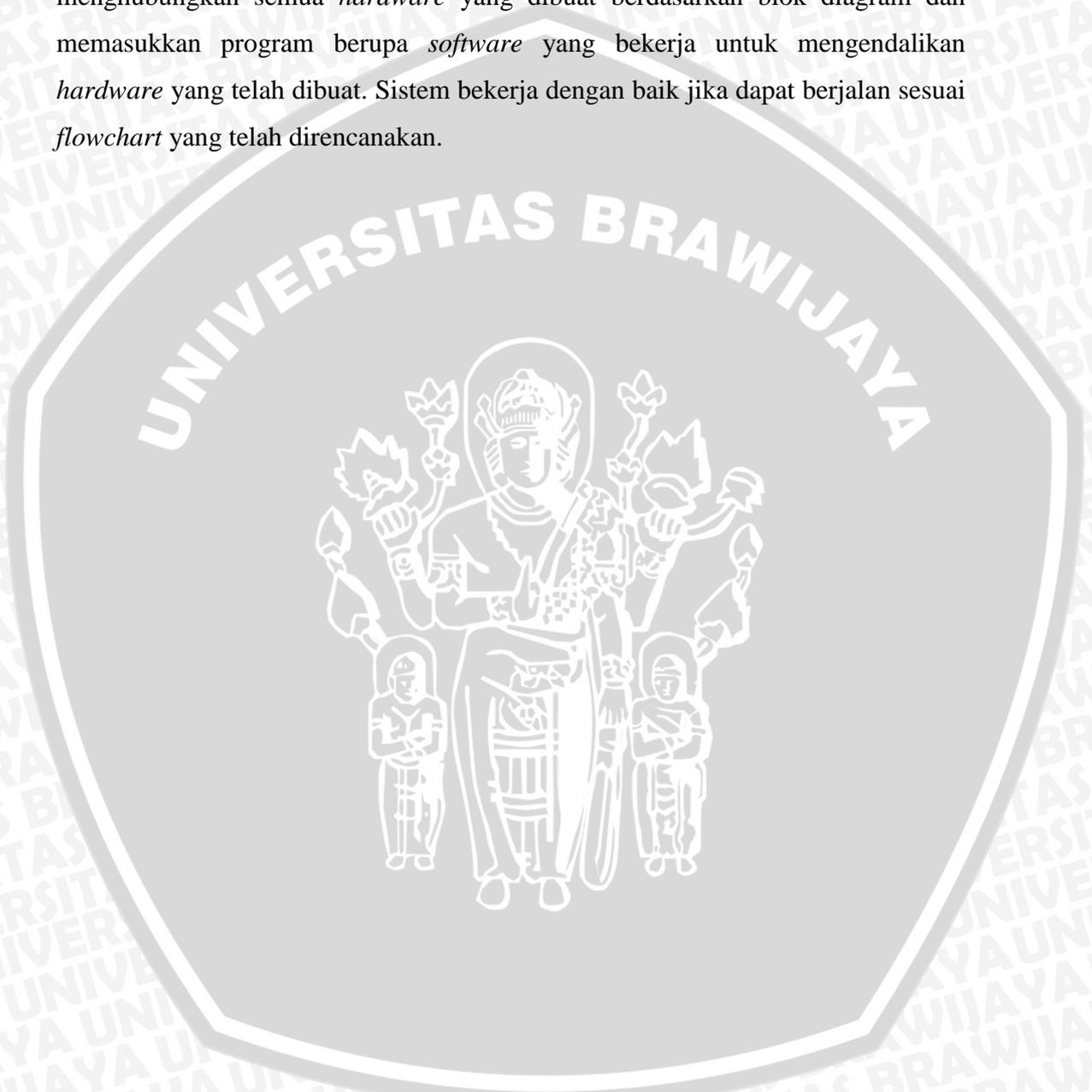
Analisis kinerja alat apakah sesuai dengan yang direncanakan maka dilakukan pengujian sistem. Pengujian dilakukan pada masing-masing blok pada perancangan *hardware* serta pengujian keseluruhan untuk mengetahui *software* dapat berjalan atau tidak.

Pengujian alat dilakukan pada masing-masing blok. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah masing-masing blok dapat bekerja sesuai dengan fungsinya seperti yang telah direncanakan. Pengujian tersebut meliputi:

- 1) Pengujian rangkaian kumparan magnet sebagai sensor kecepatan
Rangkaian kumparan magnet jika didekatkan pada *sensing area* atau medan magnet akan mengeluarkan tegangan dan akan dikuatkan oleh rangkaian penguat agar dapat terbaca oleh mikrokontroler.
- 2) Pengujian rangkaian sensor LM35
Rangkaian sensor apakah terhubung dengan minimum sistem mikrokontroler dengan baik atau tidak.
- 3) Pengujian rangkaian sensor *accelerometer*
Rangkaian sensor mendeteksi kemiringan apakah sudah terbaca pada mikrokontroler atau belum.
- 4) Pengujian rangkaian RTC
Setting waktu yang sesuai dengan waktu yang nyata.
- 5) Pengujian rangkaian MCU ATmega32
Input mikrokontroler dari RTC, kumparan magnet, *accelerometer*, sensor suhu dan *output* yang nantinya berupa alarm dan data pada *SD Card* dapat berfungsi dengan baik.
- 6) Pengujian *SD Card*

Data-data yang sudah terbaca oleh mikrokontroller selanjutnya akan ditulis pada memori *SD Card* dimana mikrokontroller berkomunikasi dengan bantuan arduino nano untuk merekam data.

Selanjutnya dilakukan pengujian keseluruhan sistem dengan menghubungkan semua *hardware* yang dibuat berdasarkan blok diagram dan memasukkan program berupa *software* yang bekerja untuk mengendalikan *hardware* yang telah dibuat. Sistem bekerja dengan baik jika dapat berjalan sesuai *flowchart* yang telah direncanakan.



BAB IV

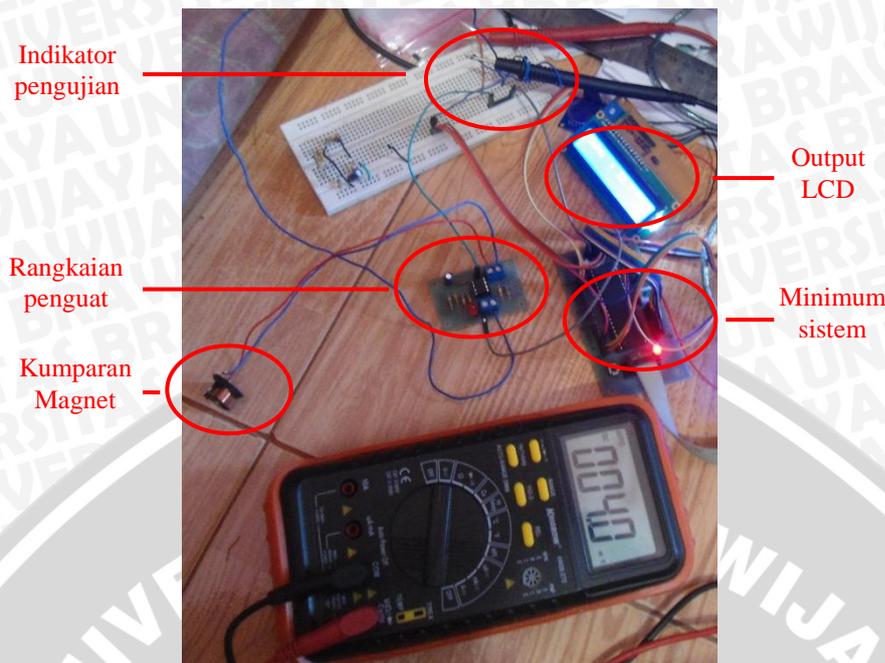
PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dan analisis dilakukan untuk menganalisis sistem telah bekerja sesuai perancangan. Pengujian dilakukan per blok kemudian secara keseluruhan. Pengujian yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Pengujian sensor kecepatan.
- 2) Pengujian sensor suhu LM35.
- 3) Pengujian sensor *accelerometer 3 Axis MMA7361*.
- 4) Pengujian RTC.
- 5) Pengujian mikrokontroler ATmega32.
- 6) Pengujian *SD Card*.
- 7) Pengujian keseluruhan sistem perekam data perjalanan.

4.1 Pengujian Sensor Kecepatan

Kumparan magnet yang terdapat pada relay 5V dapat dimanfaatkan sebagai sensor kecepatan. Jika magnet bergerak mendekati *sensing area* pada kumparan magnet akan menghasilkan tegangan. Keluaran tegangan pada kumparan magnet ini sangat kecil sehingga diperlukan rangkaian penguat agar dapat mencapai tegangan minimal logika pada mikrokontroler. Ketika kumparan magnet mendeteksi adanya gerakan dari magnet akan didapatkan nilai RPM pada mobil. Dari nilai RPM ini akan didapatkan nilai kecepatan pada mobil. Metode pengujian ini saat magnet akan bergerak agar dideteksi oleh kumparan magnet. Mikrokontroler akan menghitung pulsa sebagai RPM yang akan ditampilkan pada LCD 2x16. Gambar 4.1 menunjukkan pengujian sensor kecepatan.



Gambar 4.1 Pengujian Sensor Kecepatan

Hasil pengujian sensor kecepatan dengan output LCD 2x16 ditunjukkan dalam Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Kecepatan

| Logika | Output Tegangan (V) | Output LCD (RPM) |
|--------|------------------------|---------------------|
| 0 | 0 | 0,0 |
| 1 | 4,48 | 54,0 |

Berdasarkan hasil yang didapat saat melakukan pengujian, bahwa sensor kecepatan dapat bekerja dengan baik. Saat magnet tidak mendekati atau melewati kumparan, logika 0 dengan indikator lampu led mati mempunyai besar tegangan 0V dan *output* pada LCD juga 0,0. Jika magnet melewati kumparan logika 1 dengan indikator led menyala mempunyai besar tegangan 4,48 V dan LCD 54,0 RPM. Metode pengujian sensor kecepatan dengan menggunakan *speedometer* sebagai acuan kecepatan yang nyata. Hasil pengujian sensor kecepatan dengan *speedometer* ditunjukkan dalam Tabel 4.2.

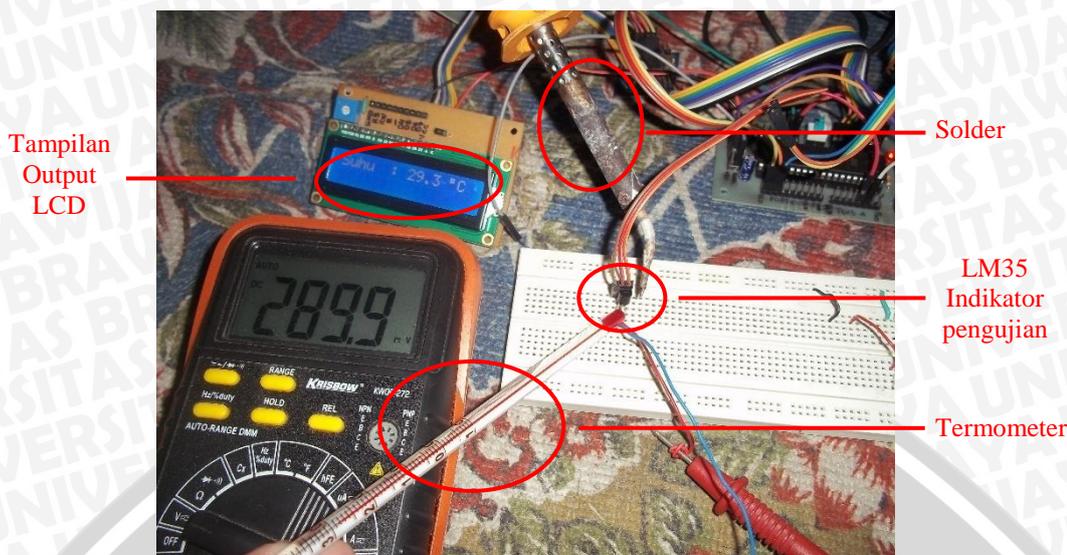
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor Kecepatan dengan Speedometer

| Kecepatan Speedometer (km/jam) | Kecepatan pada | |
|--------------------------------------|----------------|------------------|
| | LCD (km/jam) | <i>Error</i> (%) |
| 0 | 0 | 0 |
| 5 | 5,3 | 6,00 |
| 10 | 11,0 | 10,00 |
| 15 | 15,7 | 4,66 |
| 20 | 22,0 | 10,00 |
| 25 | 25,9 | 3,60 |
| 30 | 32,0 | 6,67 |
| 40 | 41,0 | 2,50 |
| Rata-rata <i>error</i> (%) | | 6,21 |

Hasil dalam Tabel 4.2 menunjukkan bahwa sensor kecepatan pengukuran dari 0 – 40 km/jam mempunyai *error* sebesar 6,21%, saat kecepatan 10 km/ jam dan 20 km/jam mempunyai *error* mencapai 10%.

4.2 Pengujian Sensor Suhu LM35

Sensor suhu LM35 pada alat ini difungsikan untuk mengukur suhu pada kabin mobil. Sebagai sumber panas digunakan solder untuk mengukur perubahan dari suhu ruangan menuju panas solder. Metode yang digunakan untuk mengetahui sensor suhu LM35 dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler, *output* akan ditampilkan pada LCD 2x16 sedangkan pada pengukuran nilai keluaran sensor suhu LM35 menggunakan multimeter digital dan termometer sebagai acuan pada suhu yang nyata. Gambar 4.2 menunjukkan pengujian sensor LM35.



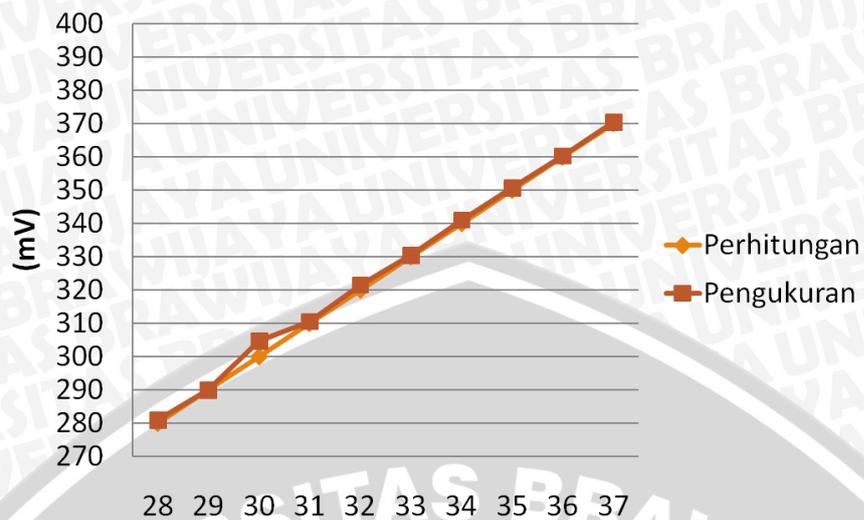
Gambar 4.2 Pengujian Sensor LM35 Terhadap Panas Solder

Tabel 4.3 menunjukkan hasil pengukuran sensor LM35 dengan multimeter.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Sensor LM35 dengan Multimeter

| Termometer (°C) | Pengukuran (mV) | Perhitungan (mV) | Error (%) |
|---------------------|--------------------|---------------------|-----------|
| 28 | 280,9 | 280 | 0,32 |
| 29 | 289,9 | 290 | 0,03 |
| 30 | 304,8 | 300 | 1,60 |
| 31 | 310,6 | 310 | 0,18 |
| 32 | 321,6 | 320 | 0,50 |
| 33 | 330,5 | 330 | 0,15 |
| 34 | 341,1 | 340 | 0,32 |
| 35 | 350,8 | 350 | 0,22 |
| 36 | 360,4 | 360 | 0,11 |
| 37 | 370,6 | 370 | 0,16 |
| Rata-rata error (%) | | | 0.36 |

Berdasarkan Tabel 4.3 hasil pengujian sensor suhu LM35 terhadap panas solder dengan diukur menggunakan multimeter menunjukkan bahwa selisih pengukuran dan perhitungan mempunyai nilai rata-rata error sebesar 0.36%. Gambar 4.3 menunjukkan grafik perhitungan dan pengukuran pengujian sensor suhu LM35.



Gambar 4.3 Grafik Perhitungan dan Pengukuran Sensor LM35

Berdasarkan Gambar 4.3 grafik perhitungan dan pengukuran sensor suhu LM35 pada suhu 30°C terdapat selisih 5mV dari hasil perhitungan. Hasil pengujian sensor suhu LM35 terhadap panas solder dengan output LCD 2x16 ditunjukkan dalam Tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sensor LM35 dengan Output LCD

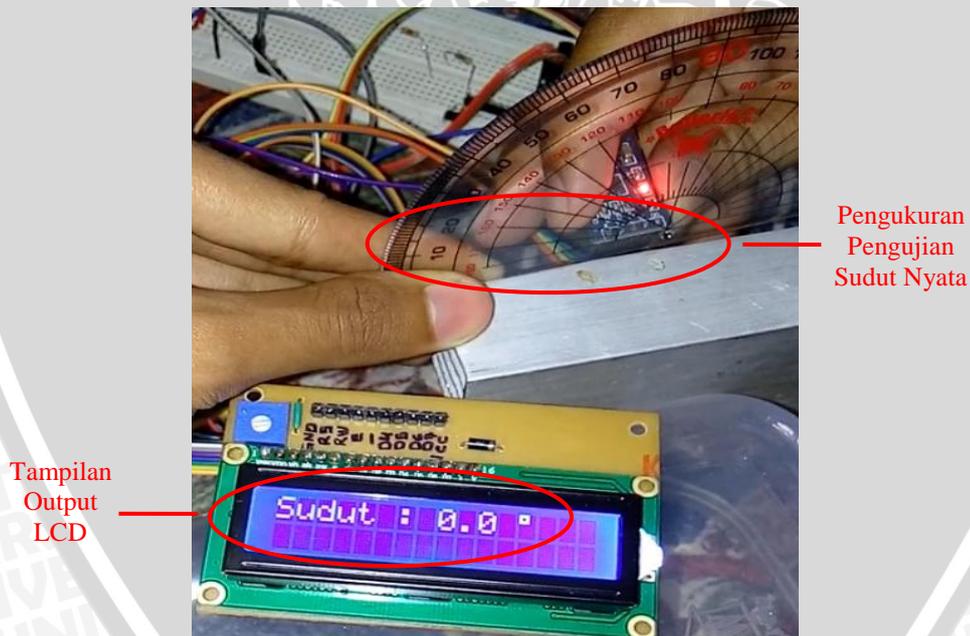
| Termometer (°C) | Output LCD | Error (%) |
|---------------------|---------------|-----------|
| 28 | 28,2 | 0,71 |
| 29 | 29,3 | 1,03 |
| 30 | 30,1 | 0,33 |
| 31 | 31,2 | 0,64 |
| 32 | 32,3 | 0,93 |
| 33 | 33,2 | 0,60 |
| 34 | 34,2 | 0,58 |
| 35 | 35,2 | 0,57 |
| 36 | 36,2 | 0,55 |
| 37 | 37,1 | 0,27 |
| Rata-rata error (%) | | 0,62 |

Berdasarkan Tabel 4.4 hasil pengujian sensor LM35 dengan output LCD pengujian dari skala 28°C - 37°C didapatkan bahwa rata-rata error pada keluaran LCD sebesar 0,62% dari termometer sebagai suhu yang nyata, artinya sensor suhu

LM35 dengan mikrokontroler dapat berkomunikasi dengan baik. Hasil dari pengujian pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 menunjukkan bahwa LM35 dapat berfungsi dengan baik.

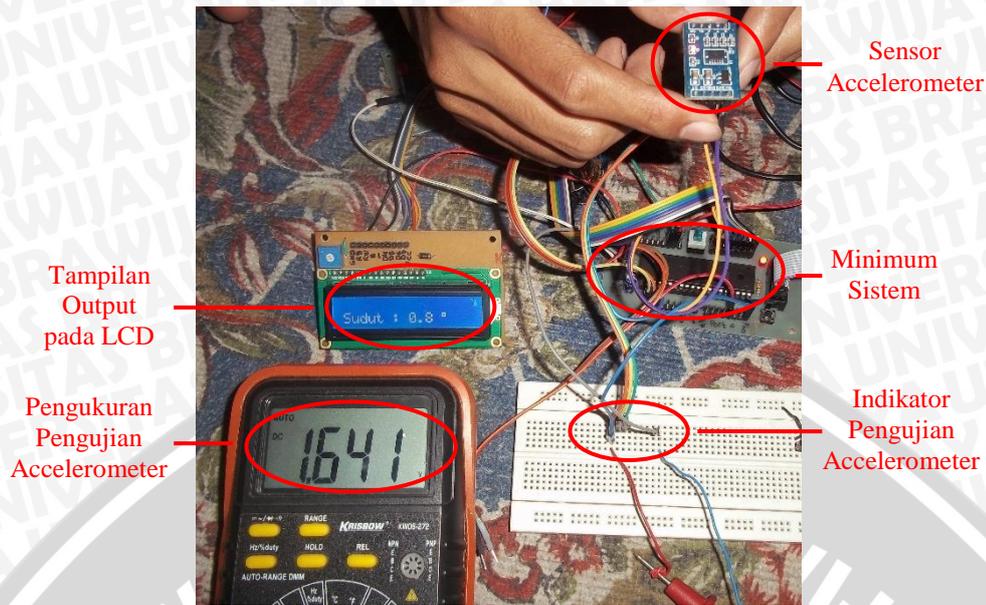
4.3 Pengujian Sensor Accelerometer 3 Axis MMA7361

Kemiringan saat mobil menikung pada alat ini sensor yang digunakan adalah sensor *accelerometer 3 axis MMA7361*. Sensor ini mempunyai 3 keluaran yakni sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z. Sensor ini memiliki kemampuan yang salah satunya adalah mendeteksi derajat sudut kemiringan suatu objek. Pada alat ini *Xout* dari sensor ini digunakan untuk mendeteksi derajat sudut kemiringan posisi mobil sesuai dengan sumbu X. Metode yang digunakan pengujian ini adalah dengan penggaris busur sebagai acuan sudut yang nyata dan multimeter untuk mengukur tegangan yang dikeluarkan *Xout* saat sensor miring ke kiri dan kanan. Pengukuran pengujian sudut yang nyata sensor *accelerometer* ditunjukkan dalam Gambar 4.4



Gambar 4.4 Pengujian Sudut Nyata Sensor Accelerometer

Pengukuran tegangan keluaran sumbu X sensor *accelerometer* ditunjukkan dalam Gambar 4.5



Gambar 4.5 Pengujian Tegangan Sensor Accelerometer

Hasil pengujian sensor *accelerometer* MMA7361 terhadap sudut yang nyata ditunjukkan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sensor Accelerometer Terhadap Sudut Nyata

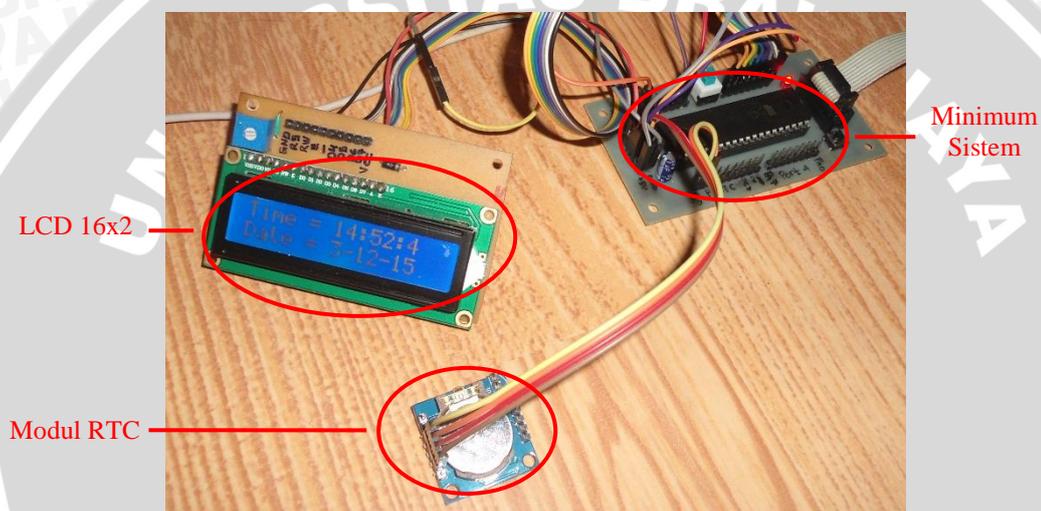
| Sudut Nyata (°) | Sudut Sensor pada LCD (°) | Tegangan output (V) | Error (%) |
|---------------------|---------------------------|---------------------|-----------|
| -40 | -40,1 | 1,164 | 0,25 |
| -30 | -30,3 | 1,254 | 1,00 |
| -20 | -20,3 | 1,367 | 1,50 |
| -10 | -10 | 1,502 | 0 |
| 0 | 0 | 1,641 | 0 |
| 10 | 10,1 | 1,701 | 1,00 |
| 20 | 20 | 1,859 | 0 |
| 30 | 30 | 2,208 | 0 |
| 40 | 40,1 | 2,331 | 0,25 |
| Rata-rata error (%) | | | 0,80 |

Kemiringan sumbu X sensor jika ke kanan maka nilainya positif sedangkan jika sensor miring ke kiri akan bernilai negatif. Berdasarkan hasil pengujian sensor *accelerometer* terhadap sudut nyata didapatkan bahwa sensor memiliki rata-rata *error* sebesar 0,80%. Pada saat pengujian ketika sensor membentuk nilai sudut -20° sampai dengan -40° terdapat error 1,50 %, 1,00%,

0,25%. Pada saat miring ke kanan 10° mempunyai error 1,00% dan 40° nilai error 0,25%

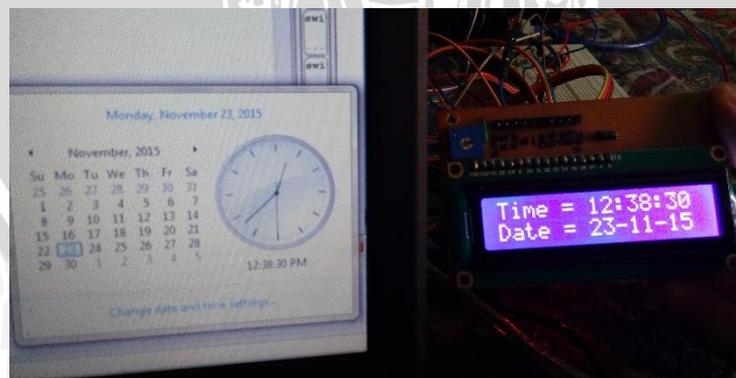
4.4 Pengujian modul RTC

Pada alat ini RTC yang digunakan adalah IC DS1307 dimana dapat memberikan informasi mengenai tahun, bulan, tanggal, jam, menit serta detik yang valid hingga tahun 2100. Pengujian modul RTC ini keluaran akan ditampilkan ke LCD 2x16. Waktu yang ditunjukkan pada laptop sebagai acuan pewaktu yang nyata untuk dibandingkan dengan RTC. Pengujian modul RTC ditunjukkan dalam Gambar 4.6



Gambar 4.6 Pengujian *Real Time Clock* Menggunakan DS1307

Gambar 4.7 menunjukkan hasil pengujian RTC dengan perbandingan pewaktu pada laptop sebagai acuan.



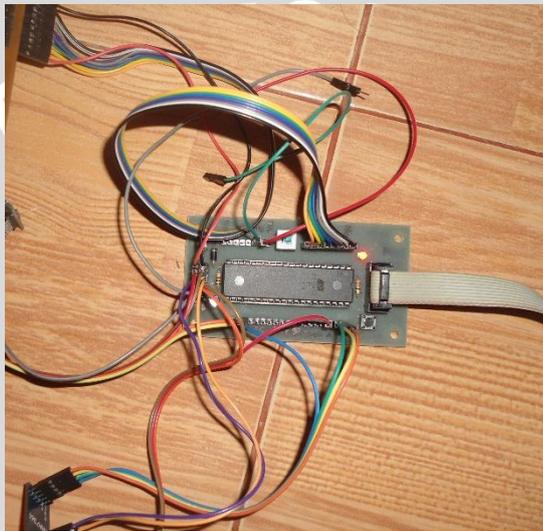
Gambar 4.7 Hasil Pengujian *Real Time Clock* Menggunakan DS1307

Berdasarkan hasil pengujian RTC terhadap pewaktu laptop bahwa tampilan pada LCD memberikan informasi tahun, bulan, tanggal, jam, menit,

detik. LCD sebagai keluaran modul RTC sudah sesuai dengan pewaktu yang nyata dengan mengacu pewaktu pada laptop.

4.5 Pengujian Mikrokontroler ATmega32

Alat ini menggunakan mikrokontroler ATmega32 sebagai pengendali utama keseluruhan data dari masukan sensor kecepatan, suhu, kemiringan serta RTC. Metode yang digunakan untuk menguji dengan mengolah masukan untuk ditampilkan pada LCD 2x16. Gambar 4.8 menunjukkan pengujian minimum sistem ATmega32.

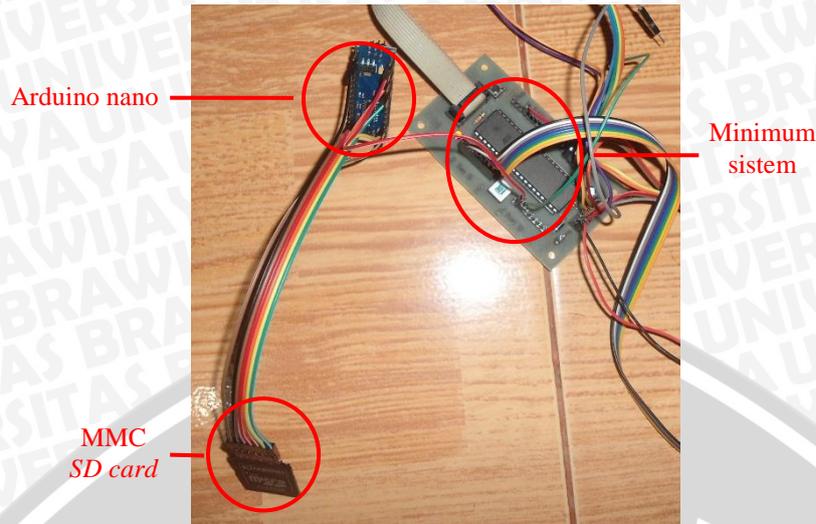


Gambar 4.8 Pengujian Minimum Sistem ATmega32

Hasil dari pengujian bahwa minimum sistem dapat bekerja dengan baik, hal ini didapatkan hasil dari pengujian sensor kecepatan, sensor suhu, sensor kemiringan serta RTC. Keluaran masing-masing sensor dapat ditampilkan dalam LCD 2x16.

4.6 Pengujian SD Card

Jenis MMC yang digunakan pada alat ini adalah *SD Card* dengan kapasitas 4GB. *SD Card* tidak dapat berkomunikasi langsung dengan mikrokontroler, agar memudahkan diperlukan arduino nano sebagai jembatan komunikasi antara *SD Card* dengan mikrokontroler. Metode yang digunakan untuk pengujian *SD Card* dengan memberikan semua masukan sensor ke dalam mikrokontroler agar keluaran dapat direkam atau ditulis pada memori *SD Card*. Gambar 4.9 menunjukkan pengujian pada memori *SD Card*.



Gambar 4.9 Pengujian Perekam Data pada MMC SD Card

Hasil keluaran memori SD Card berupa *text* terhadap masukan sensor ditunjukkan dalam Gambar 4.10

```

RECORD - Notepad
File Edit Format View Help
# 23-11-15 sh : 30.8 sdt : -95.4 v : 0.0 13:4:33
# 23-11-15 sh : 30.3 sdt : -97.0 v : 8.6 13:4:47
# 23-11-15 sh : 29.8 sdt : -2.8 v : 0.0 13:5:2
# 23-11-15 sh : 31.8 sdt : -30.1 v : 9.8 13:5:22
# 23-11-15 sh : 30.8 sdt : 39.5 v : 11.0 13:5:36
# 23-11-15 sh : 33.7 sdt : 6.3 v : 0.0 13:7:46
# 23-11-15 sh : 40.1 sdt : 2.8 v : 0.0 13:7:55
# 23-11-15 sh : 45.0 sdt : 3.8 v : 0.0 13:8:9
# 23-11-15 sh : 35.7 sdt : -5.9 v : 8.6 13:8:23
# 23-11-15 sh : 36.2 sdt : -5.7 v : 8.6 13:8:37
# 23-11-15 sh : 32.7 sdt : -5.4 v : 6.1 13:8:51
# 23-11-15 sh : 34.2 sdt : -3.4 v : 9.8 13:9:5
# 23-11-15 sh : 32.3 sdt : -4.2 v : 3.7 13:9:19
# 23-11-15 sh : 34.2 sdt : -5.3 v : 18.3 13:9:33
# 23-11-15 sh : 32.7 sdt : -11.8 v : 12.2 13:9:48
# 23-11-15 sh : 30.8 sdt : 9.6 v : 0.0 13:10:2
# 23-11-15 sh : 30.3 sdt : 11.4 v : 0.0 13:10:16
# 23-11-15 sh : 32.3 sdt : 13.1 v : 0.0 13:10:30
# 23-11-15 sh : 33.7 sdt : 13.6 v : 0.0 13:10:44
# 23-11-15 sh : 32.7 sdt : 13.6 v : 0.0 13:10:58
# 23-11-15 sh : 31.3 sdt : 14.7 v : 0.0 13:11:12
# 23-11-15 sh : 31.3 sdt : 14.2 v : 0.0 13:11:27
# 23-11-15 sh : 33.7 sdt : 13.6 v : 0.0 13:11:41
    
```

Gambar 4.10 Hasil Pengujian SD Card Terhadap Parameter Alat

Berdasarkan hasil pengujian, bahwa SD card dapat merekam data masukan sensor kecepatan, suhu, kemiringan serta RTC dengan waktu perekaman data 15 detik sekali. Selama 23 kali perekaman data ukuran yang diperlukan sekitar 1,035 KB, artinya setiap satu kali perekaman data memerlukan kurang lebih 45 bytes. Dengan perhitungan kapasitas memori SD Card 3,8 GB dapat menyimpan data sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Data} = \frac{\text{Kapasitas Maksimal SD Card}}{\text{Besar data tiap satu kali penulisan}}$$

$$\text{Jumlah Data} = \frac{3.800.000.000 \text{ bytes}}{45 \text{ bytes}}$$

Jumlah Data = 84.444.444 data

Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas memori 4GB dapat merekam data sebanyak 84.444.444 data. Alat ini dapat merekam setiap 10 detik sekali, maka data yang dapat direkam 6 kali dalam satu menit. Waktu yang dapat ditempuh jika menggunakan memori *SD Card* kapasitas 3,8 GB dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Waktu (Jam)} = \frac{\text{Jumlah Data}}{\text{Jumlah Perrekaman dalam 1 Jam}}$$

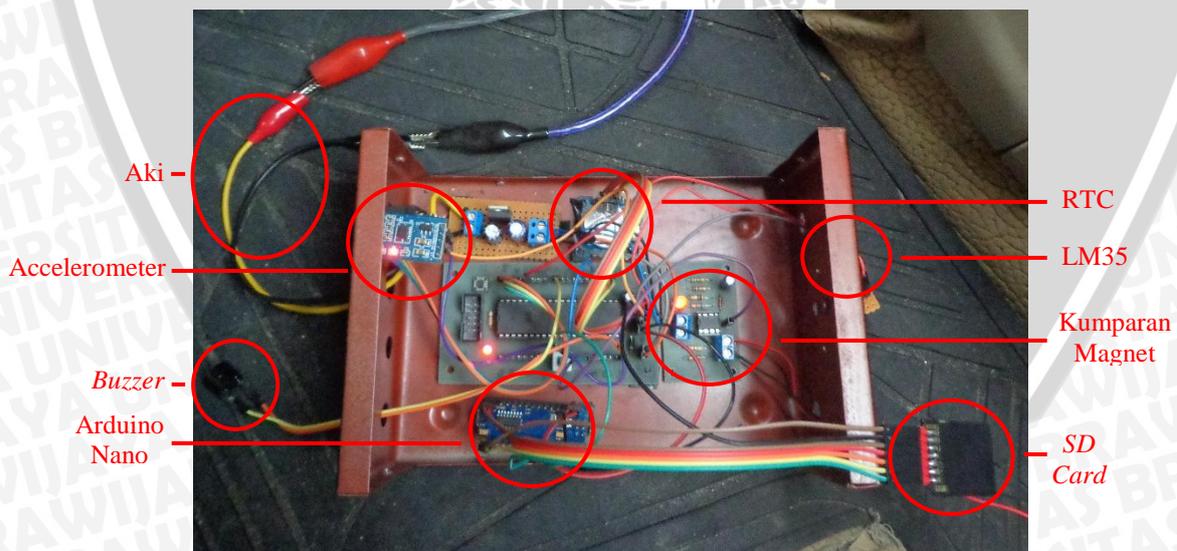
$$\text{Waktu (Jam)} = \frac{84.444.444}{6 \times 60}$$

$$\text{Waktu} = 234.567,9 \text{ jam}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas memori 3,8 GB dapat merekam data selama 173611,11 jam atau 7233 hari.

4.7 Pengujian Keseluruhan Sistem Perekam Data Perjalanan

Dalam pengujian keseluruhan ini, alat akan dipasang pada jok atau kursi dibawah sopir. Sumber tegangan berasal dari aki mobil sebesar 12V. Kumparan magnet sebagai sensor kecepatan akan dipasang pada roda belakang sebelah kanan mobil. Metode yang digunakan pada pengujian keseluruhan alat ini adalah alat ini akan merekam data saat mobil berjalan sejauh 10 km. Gambar 4.11 menunjukkan pengujian keseluruhan alat pada mobil.



Gambar 4.11 Pengujian Alat Pada Mobil

Hasil pengujian secara keseluruhan pada mobil ditunjukkan dalam Gambar

4.12

| Timestamp | sh | sdt | v | Time |
|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| # 7-12-15 | sh : 29.8 | sdt : -2.5 | v : 0.0 | 9:57:36 |
| # 7-12-15 | sh : 29.8 | sdt : -2.8 | v : 0.0 | 9:57:46 |
| # 7-12-15 | sh : 29.8 | sdt : -1.9 | v : 0.0 | 9:57:56 |
| # 7-12-15 | sh : 29.8 | sdt : -1.9 | v : 0.0 | 9:58:6 |
| # 7-12-15 | sh : 29.8 | sdt : -2.2 | v : 1.2 | 9:58:16 |
| # 7-12-15 | sh : 29.8 | sdt : -1.2 | v : 4.9 | 9:58:26 |
| # 7-12-15 | sh : 29.3 | sdt : -1.9 | v : 2.4 | 9:58:37 |
| # 7-12-15 | sh : 29.3 | sdt : -2.5 | v : 2.4 | 9:58:47 |
| # 7-12-15 | sh : 29.3 | sdt : -2.5 | v : 3.7 | 9:58:57 |
| # 7-12-15 | sh : 29.3 | sdt : -1.2 | v : 3.7 | 9:59:7 |
| # 7-12-15 | sh : 29.3 | sdt : -1.2 | v : 2.4 | 9:59:17 |
| # 7-12-15 | sh : 29.3 | sdt : -1.9 | v : 6.1 | 9:59:27 |
| # 7-12-15 | sh : 29.3 | sdt : -2.2 | v : 2.4 | 9:59:37 |
| # 7-12-15 | sh : 29.3 | sdt : -2.1 | v : 2.4 | 9:59:48 |
| # 7-12-15 | sh : 29.3 | sdt : -2.5 | v : 0.0 | 9:59:58 |
| # 7-12-15 | sh : 29.3 | sdt : -2.2 | v : 0.0 | 10:0:8 |
| # 7-12-15 | sh : 39.6 | sdt : 13.4 | v : 0.0 | 11:58:47 |
| # 7-12-15 | sh : 39.6 | sdt : 13.2 | v : 0.0 | 11:59:10 |
| # 7-12-15 | sh : 39.1 | sdt : 13.0 | v : 0.0 | 11:59:49 |
| # 7-12-15 | sh : 38.6 | sdt : 15.9 | v : 0.0 | 12:12:57 |
| # 7-12-15 | sh : 38.6 | sdt : 4.9 | v : 0.0 | 12:13:7 |
| # 7-12-15 | sh : 38.6 | sdt : 10.2 | v : 0.0 | 12:13:17 |
| # 7-12-15 | sh : 38.6 | sdt : 10.4 | v : 2.4 | 12:13:27 |
| # 7-12-15 | sh : 38.6 | sdt : 10.5 | v : 2.4 | 12:13:37 |
| # 7-12-15 | sh : 38.6 | sdt : 13.4 | v : 2.4 | 12:13:47 |
| # 7-12-15 | sh : 38.6 | sdt : 15.1 | v : 1.2 | 12:13:58 |
| # 7-12-15 | sh : 39.1 | sdt : 15.2 | v : 3.7 | 12:14:8 |
| # 7-12-15 | sh : 39.1 | sdt : 16.3 | v : 1.2 | 12:14:18 |
| # 7-12-15 | sh : 39.1 | sdt : 13.4 | v : 2.4 | 12:14:28 |
| # 7-12-15 | sh : 39.1 | sdt : 15.9 | v : 6.1 | 12:14:38 |
| # 7-12-15 | sh : 39.1 | sdt : 16.3 | v : 13.4 | 12:14:48 |
| # 7-12-15 | sh : 39.1 | sdt : 15.8 | v : 3.7 | 12:14:58 |
| # 7-12-15 | sh : 39.1 | sdt : 10.7 | v : 0.0 | 12:15:9 |
| # 7-12-15 | sh : 39.1 | sdt : 8.6 | v : 2.4 | 12:15:19 |

Gambar 4.12 Hasil Pengujian Alat Pada Mobil

Berdasarkan hasil data yang didapatkan, menunjukkan alat sudah bekerja dengan baik. Pengambilan parameter dilakukan setiap 10 detik sekali.

Untuk pengujian indikator alarm berupa *buzzer* pada saat parameter yang sudah ditentukan telah terpenuhi. Pengujian kecepatan mobil dilakukan di jalan yang lurus dan sepi. *Box* alat nantinya akan dimiringkan secara manual agar indikator kemiringan pada mobil terpenuhi yaitu $> 30^\circ$. Pengujian dilakukan di siang hari, karena untuk menguji suhu kabin dalam mobil dan saat mobil berjalan tidak menggunakan AC. Hasil pengujian sensor kecepatan dengan indikator *buzzer* ditunjukkan dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sensor Kecepatan dengan Indikator *Buzzer*

| Kecepatan (km/jam) | Indikator <i>Buzzer</i> |
|--------------------|-------------------------|
| 0 | Tidak Aktif |
| 60 | Tidak Aktif |
| 70 | Tidak Aktif |
| 80 | Tidak aktif |
| 85 | Aktif |
| 87 | Aktif |

Dari data hasil pengujian sensor kecepatan dengan indikator *buzzer* sebagai alarm didapatkan ketika kecepatan mobil < 80 km/jam indikator *buzzer* tidak aktif, sedangkan ketika kecepatan mobil > 80 km/jam maka indikator *buzzer* sebagai alarm akan aktif atau menyala. Hasil pengujian sensor suhu dengan indikator alarm *buzzer* ditunjukkan dalam Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Sensor Suhu dengan Indikator *Buzzer*

| Suhu (°C) | Indikator <i>Buzzer</i> |
|-----------|-------------------------|
| 28 | Tidak Aktif |
| 29 | Tidak Aktif |
| 30 | Tidak Aktif |
| 31 | Aktif |
| 32 | Aktif |
| 33 | Aktif |

Berdasarkan data hasil pengujian sensor suhu terhadap indikator alarm *buzzer* ketika suhu melebihi 30°C didapatkan indikator *buzzer* tidak aktif, sedangkan indikator alarm *buzzer* aktif ketika suhu > 30°C. Hasil pengujian sensor kemiringan dengan indikator alarm *buzzer* ditunjukkan dalam Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Sensor Kemiringan dengan Indikator *Buzzer*

| Kemiringan (°) | Indikator <i>Buzzer</i> |
|----------------|-------------------------|
| -31 | Aktif |
| -30 | Tidak Aktif |
| -20 | Tidak Aktif |
| -10 | Tidak aktif |
| 0 | Tidak aktif |
| 10 | Tidak aktif |
| 20 | Tidak aktif |
| 30 | Tidak aktif |
| 31 | Aktif |

Berdasarkan data hasil pengujian sensor kemiringan dengan indikator alarm *buzzer*, *buzzer* akan aktif saat kemiringan ke kiri melebihi -30° dan kemiringan ke kanan melebihi 30°. Dari data hasil yang diperoleh pada pengujian didapatkan bahwa *buzzer* akan menyala pada saat salah satu indikator terpenuhi. Kecepatan diatas 80 km/jam indikator *buzzer* akan menyala, suhu melebihi 30°C maka *buzzer* menyala, kemiringan ke kiri melebihi -30° dan ke kanan sebesar 30° maka indikator *buzzer* akan menyala. *Buzzer* tidak menyala saat salah satu indikator tidak terpenuhi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Kecepatan mobil didapatkan ketika magnet bergerak melewati kumparan magnet pada roda mobil. Kumparan magnet mendeteksi adanya pergerakan magnet sebagai interupsi, sehingga didapatkan nilai RPM pada mobil. Rangkaian penguat digunakan untuk menguatkan tegangan keluaran dari kumparan sebesar 20mV sehingga didapatkan tegangan 4,5V agar dapat dibaca oleh mikrokontroler.
- 2) Pada pengujian sensor suhu LM35 mempunyai rata-rata *error* sebesar 0,62% dengan nilai asli termometer suhu, sedangkan untuk perhitungan teori pada *datasheet* sebesar 0,36%.
- 3) Sensor *accelerometer* pada pengujian mempunyai 0,80% rata-rata error dari sudut asli.
- 4) Penyimpanan data dari sensor kecepatan, suhu, kemiringan serta RTC menggunakan *SD card* dengan menggunakan komunikasi USART antara minimum sistem ATmega32 dengan arduino nano.
- 5) *Buzzer* aktif ketika salah satu indikator telah terpenuhi, pada pengujian saat kecepatan mobil diatas 80km/jam, atau suhu diatas 30°C, atau kemiringan > 30° baik ke kiri maupun ke kanan.

5.2 Saran

Beberapa hal yang dapat dikembangkan untuk kesempurnaan alat ini adalah sebagai berikut:

- 1) Alat ini dapat dikembangkan lagi untuk sistem perekaman data pada jenis kendaraan lainnya.
- 2) Data yang akan direkam bisa dikembangkan dengan mencari parameter-parameter lain yang terdapat pada sistem transportasi maupun yang berkaitan dengan kendaraan langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Aip S., dkk. 2009. *Praktis Belajar Fisika 1*. Jakarta: Visindo Media Persada.
- Ambar Tri Utomo dan Ramadani Syahputra. *Implementasi Mikrokontroller Sebagai Pengukur Suhu Delapan Ruangan*. Jurnal Teknologi, Volume 4 No. 2, Desember 2011, 153-159
- Arduino. *Arduino nano*. <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>. (Diakses tanggal 10 Oktober 2015)
- Arduino Nano. *Arduino Nano datasheet*. <https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoNanoManual23.pdf>
- ATmel. *ATMega32 datasheet*. <http://www.atmel.com/images/doc2503.pdf>.
- BPS. 2013. *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis tahun 1987-2013*. <http://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1413>. (Diakses tanggal 26 Februari 2015)
- Changzou FHD Electronics. *Black PBT Pin Piezo Electric Buzzer 5V With Self Drive For household appliances*. <http://www.cnbuzzer.com/sale-1305257-black-pbt-pin-piezo-electric-buzzer-5v-with-self-drive-for-household-appliances.html>. (Diakses tanggal 24 Februari 2015)
- Chief Sheep. 2010. *Reading an SD card with an ATMEGA168*. <http://elasticsheep.com/2010/01/reading-an-sd-card-with-an-atmega168> (Diakses tanggal 14 Oktober 2015)
- Dallas Semiconductor. *DS1307 datasheet*. <https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/DS1307.pdf>
- DKT Techno. 2015. *Cara Melakukan Partisi SD Card pada Android* <http://www.techno.dkt-news.com/2015/02/cara-melakukan-partisi-sd-card-pada.html>. (Diakses tanggal 15 Oktober 2015)
- Franky Chandra & Deni Arfianto. 2010. *Jago Elektronika*. Jakarta: Kawan Pustaka.
- Freescale Semiconductor, Inc. 2008. *MMA 7361L datasheet*. http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MMA7361L.pdf
- Karim, Syaiful. 2013. *Sensor dan Aktuator*. Malang: PPPPTK BOE.
- Klinik Robot. *ATMega 32* http://klinik_robot.indonetwork.co.id/1781931/atmega32-pu.htm. (Diakses tanggal 26 Februari 2015)

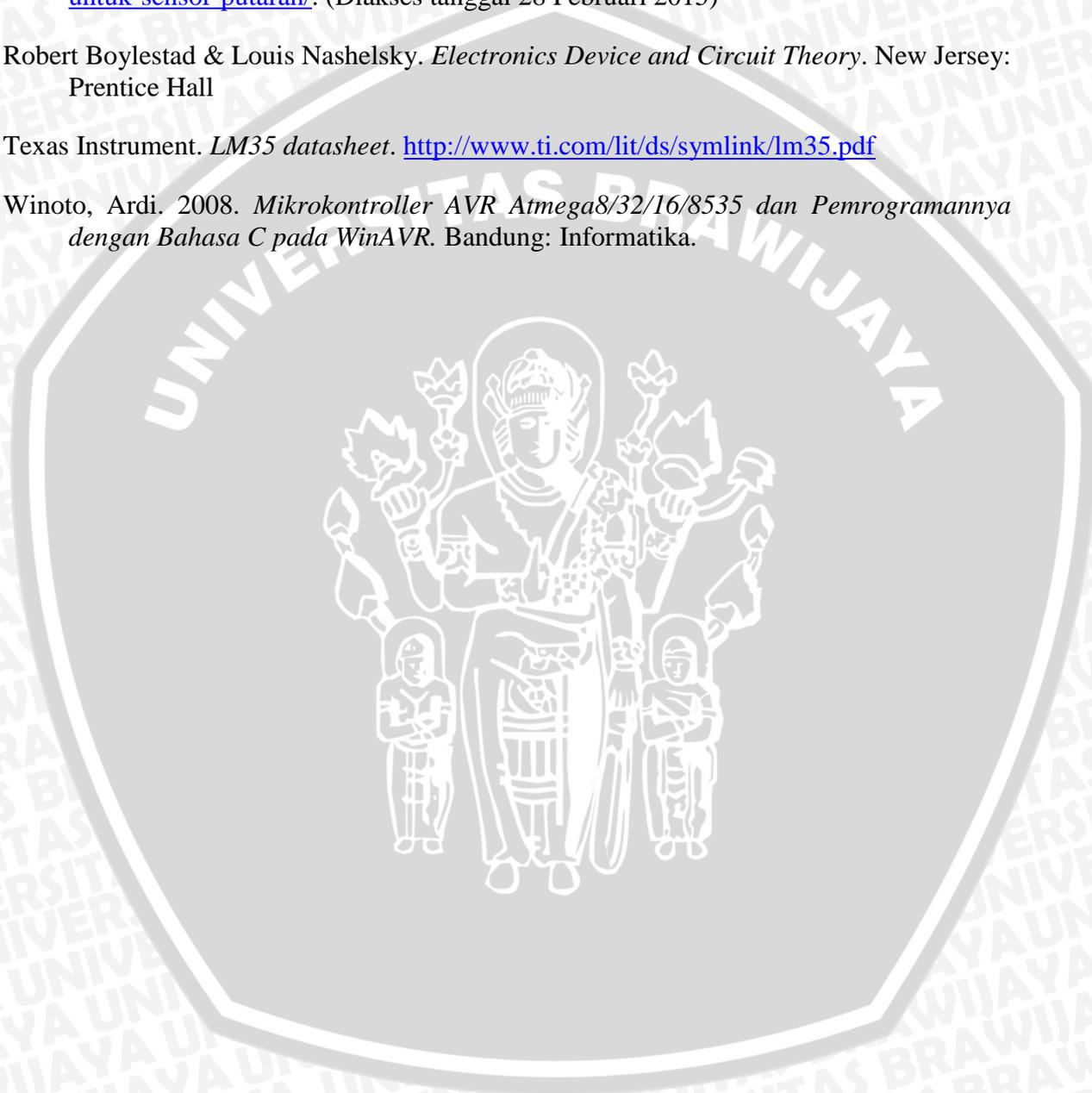
Mahaputra, Sandy Adam, 2012. *Cara IMI Angka Lalu Lintas*. <http://otomotif.news.co.id/news/read/359863-cara-imi-tekan-angka-lalu-lintas>. (Diakses tanggal 27 Februari 2015)

MDE, Chandra. 2011. *Aplikasi Magnetic Kumparan magnet untuk Sensor Putaran*. <http://telinks.wordpress.com/2011/03/19/aplikasi-magnetik-kumparan-magnet-untuk-sensor-putaran/>. (Diakses tanggal 28 Februari 2015)

Robert Boylestad & Louis Nashelsky. *Electronics Device and Circuit Theory*. New Jersey: Prentice Hall

Texas Instrument. *LM35 datasheet*. <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>

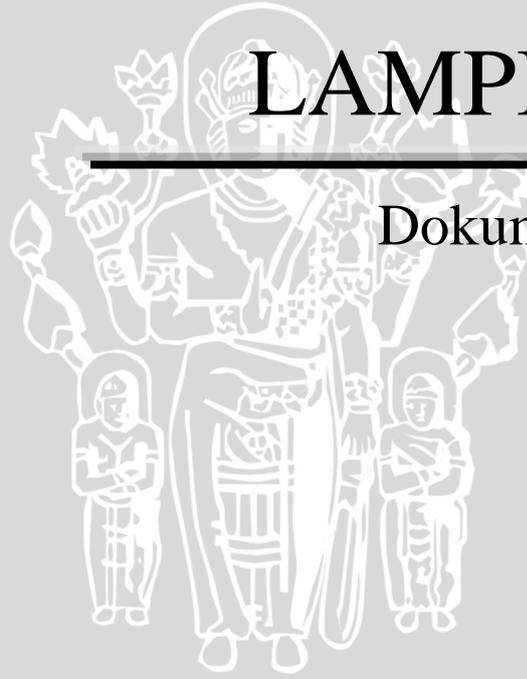
Winoto, Ardi. 2008. *Mikrokontroler AVR Atmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*. Bandung: Informatika.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN I

Dokumentasi Alat





Gambar Alat Perekam Data Perjalanan Pada Mobil Travel Tampak Depan



Gambar Alat Perekam Data Perjalanan Pada Mobil Travel Tampak Samping



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN II

Listing Program

```

*****/

```

```

#include <mega32.h>
#include <delay.h>
#include <math.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
    // I2C Bus functions
#include <i2c.h>
    // DS1307 Real Time Clock functions
#include <ds1307.h>
    // Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>
    // Declare your global variables here
int ulang;
//===== accelero =====//
float x,y,z;
float Ax,Az;
float g0x,g0y,g0z;
float g1x,g1y,g1z;
char sudutAcce[7],xx[7],yy[7],zz[7];
float sudut;
float teganganX,teganganY,teganganZ;
//===== suhu =====//
float suhu,suhu_celcius;
char tmp[7];
//===== RTC =====//
unsigned char jm,mnt,dtk,wd,tgl,bln,thn,tampil[16];
//===== Sens. Kecepatan =====//
int frekuensi = 0;
float pulsa;
float kecepatan;
char kmh[7],rpm[7];
//===== fungsi acce =====//
void configAcce(){
    g0x = 335;
    g0y = 370;
        g1z = 460;
        g1x = 500;
    g0z = 300;
    g1y = 530;
}
void bacaAcce(){
    PORTC.2 = 1;
    delay_ms(100);
    x = (float)read_adc(0);
    y = (float)read_adc(1);
    z = (float)read_adc(2);
        teganganX = (x*5)/1023;
        teganganY = (y*5)/1023;
        teganganZ = (z*5)/1023;
    ftoa(teganganX,2,xx);
    ftoa(teganganY,2,yy);
    ftoa(teganganZ,2,zz);
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_puts("X");
        lcd_gotoxy(6,0);

```



```

lcd_puts("Y");
lcd_gotoxy(11,0);
lcd_puts("Z");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_puts(xx);
    lcd_gotoxy(6,1);
    lcd_puts(yy);
    lcd_gotoxy(11,1);
    lcd_puts(zz);
delay_ms(500);
}
void rumusAcce(){
    x = (float)read_adc(0);
    y = (float)read_adc(1);
    z = (float)read_adc(2);
    Ax = (float)(x - g0x)/(g1x - g0x);
    Az = (float)(z - g0z)/(g1z - g0z);
    sudut = atan2(Ax,Az);
    sudut = (sudut*180)/3.14;
}
void tampilAcce(){
    rumusAcce();
    //lcd_clear();
    ftoa(sudut,1,sudutAcce);
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_puts("Sudut : ");
    lcd_puts(sudutAcce);
    lcd_puts(" ");
    lcd_putchar(0xdf);
    if(sudut > 30.00){
        PORTD.7 = 1;
        delay_ms(2000);
        PORTD.7 = 0;
        delay_ms(500);
    }
    else if(sudut < -30.00){
        PORTD.7 = 1;
        delay_ms(2000);
        PORTD.7 = 0;
        delay_ms(500);
    }
}
//===================================================== fungsi suhu =====//
void rumusSuhu(){
    suhu = read_adc(4);
    suhu_celcius = (float)suhu*500/1023;
}
void tampilSuhu(){
    rumusSuhu();
    //lcd_clear();
    ftoa(suhu_celcius,1,tmp);
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_puts("Suhu : ");
    lcd_puts(tmp);
    lcd_puts(" ");
    lcd_putchar(0xdf);
    lcd_puts("C");
}

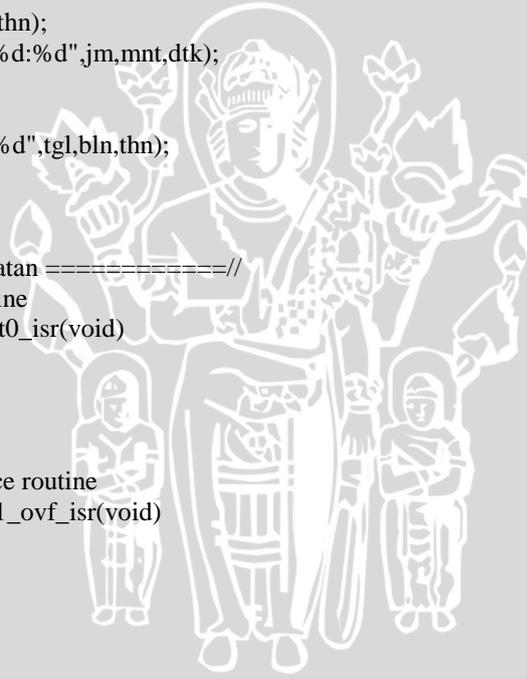
```



```

if(suhu_celcius > 30.00){
    PORTD.7 = 1;
    delay_ms(2000);
    PORTD.7 = 0;
    delay_ms(500);
}
}
//===== fungsi RTC =====//
void configRTC(){
    jm = 20;
    mnt = 05;
    dtk = 00;
    rtc_set_time(jm,mnt,dtk);
    tgl = 02;
    bln = 12;
    thn = 15;
    rtc_set_date(1,tgl,bln,thn);
}
void tampilRTC(){
    //lcd_clear();
    rtc_get_time(&jm,&mnt,&dtk);
    rtc_get_date(&wd,&tgl,&bln,&thn);
    sprintf(tampil,"Time = %d:%d:%d",jm,mnt,dtk);
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_puts(tampil);
    sprintf(tampil,"Date = %d-%d-%d",tgl,bln,thn);
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_puts(tampil);
}
//===== fungsi Sens. Kecepatan =====//
// External Interrupt 0 service routine
interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void)
{
    // Place your code here
    frekuensi++;
}
// Timer1 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void)
{
    // Reinitialize Timer1 value
    TCNT1H=0xD5D0 >> 8;
    TCNT1L=0xD5D0 & 0xFF;
    // Place your code here
    pulsa = (float)frekuensi*60/5; //rpm
    //kecepatan = rpm*keliling ban(mm)*60/1000000
    kecepatan = (float)pulsa*1697*60/1000000; //kmh
    frekuensi = 0;
}
void tampilKMH(){
    lcd_gotoxy(0,0);
    ftoa(kecepatan,1,kmh);
    lcd_puts("Kec. : ");
    lcd_puts(kmh);
    lcd_puts(" kmh");
    //delay_ms(1000);
    //lcd_clear();
}
}

```



```

}
void tampilRPM(){
  lcd_gotoxy(7,1);
  ftoa(pulsa,1,rpm);
  lcd_puts(rpm);
  lcd_puts(" rpm");
  //delay_ms(1000);
  //lcd_clear();
}
//===================================================== SDCard =====//
void simpanData(){
  //x = x+1;
  //ftoa(x,1,xx);
  ftoa(sudut,1,sudutAcce);
  ftoa(suhu_celcius,1,tmp);
  ftoa(kecepatan,1,kmh);
  rtc_get_time(&jm,&mnt,&dtk);
  rtc_get_date(&wd,&tgl,&bln,&thn);
  lcd_gotoxy(1,0);
  lcd_puts("# Save Data #");
  printf("# # ");
  printf("%d-%d-%d",tgl,bln,thn);
  printf(" || ");
  printf("sh : %s",tmp);
  printf(" || ");
  printf("sdt : %s",sudutAcce);
  printf(" || ");
  printf("v : %s",kmh);
  printf(" || ");
  printf("%d:%d:%d",jm,mnt,dtk);
  //printf(" %s",xx);
  //delay_ms(1000);
}
//===================================================== rule =====//
void rule(){
  rumusSuhu();
  rumusAcce();
  //kecepatan
  if(kecepatan > 80.00){
    simpanData();
    PORTD.7 = 1;
    delay_ms(2000);
    PORTD.7 = 0;
    delay_ms(500);
  }
  //suhu
  if(suhu_celcius > 40.00){
    simpanData();
    PORTD.7 = 1;
    delay_ms(2000);
    PORTD.7 = 0;
    delay_ms(500);
  }
  //sudut
  if(sudut > 40.00){
    simpanData();
    PORTD.7 = 1;
    delay_ms(2000);
  }
}

```



```

PORTD.7 = 0;
delay_ms(500);
}
else if(sudut < -40.00){
    simpanData();
    PORTD.7 = 1;
    delay_ms(2000);
    PORTD.7 = 0;
    delay_ms(500);
}
}
void main(void)
{
    PORTA=0x00;
    DDRA=0x00;
    PORTB=0x00;
    DDRB=0x00;
    PORTC=0x04;
    DDRC=0x04;
    PORTD=0x00;
    DDRD=0x80;
    TCCR0=0x00;
    TCNT0=0x00;
    OCR0=0x00;
    TCCR1A=0x00;
    TCCR1B=0x05;
    TCNT1H=0xD5;
    TCNT1L=0xD0;
    ICR1H=0x00;
    ICR1L=0x00;
    OCR1AH=0x00;
    OCR1AL=0x00;
    OCR1BH=0x00;
    OCR1BL=0x00;
    ASSR=0x00;
    TCCR2=0x00;
    TCNT2=0x00;
    OCR2=0x00;
    GICR|=0x40;
    MCUCR=0x02;
    MCUCSR=0x00;
    GIFR=0x40;
    TIMSK=0x04;
    UCSRA=0x00;
    UCSRB=0xD8;
    UCSRC=0x86;
    UBRRH=0x00;
    UBRL=0x47;
    ACSR=0x80;
    SFIOR=0x00;
    ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
    ADCSRA=0x84;
    SPCR=0x00;
    TWCR=0x00;
    i2c_init();
    rtc_init(0,0,0);
    lcd_init(16);
    // Global enable interrupts

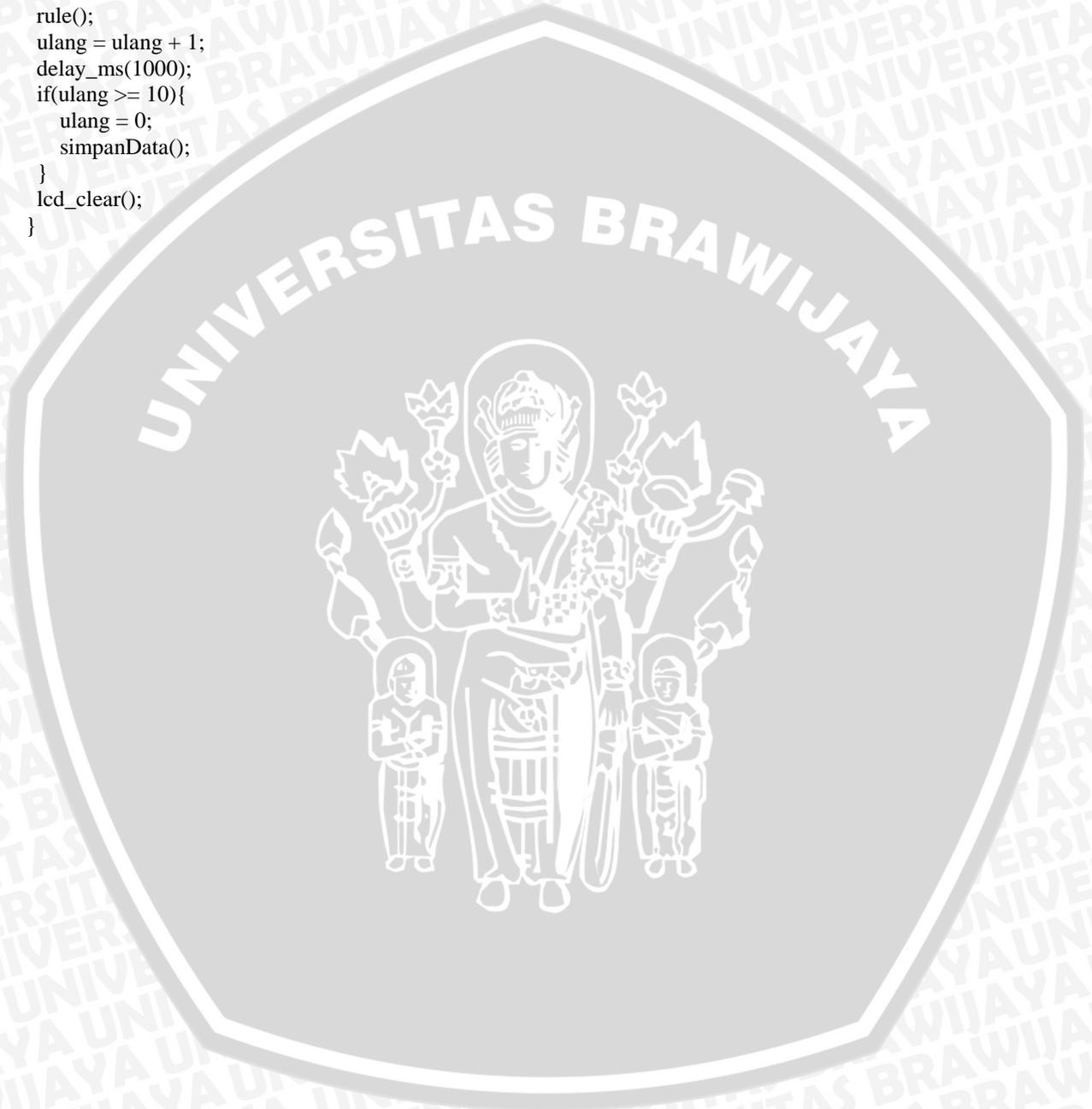
```

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



```
#asm("sei")
//configRTC();
configAcce();
ulang = 0;
while (1)
{

//PROGRAM UTAMA
rule();
ulang = ulang + 1;
delay_ms(1000);
if(ulang >= 10){
    ulang = 0;
    simpanData();
}
    lcd_clear();
}
}
```

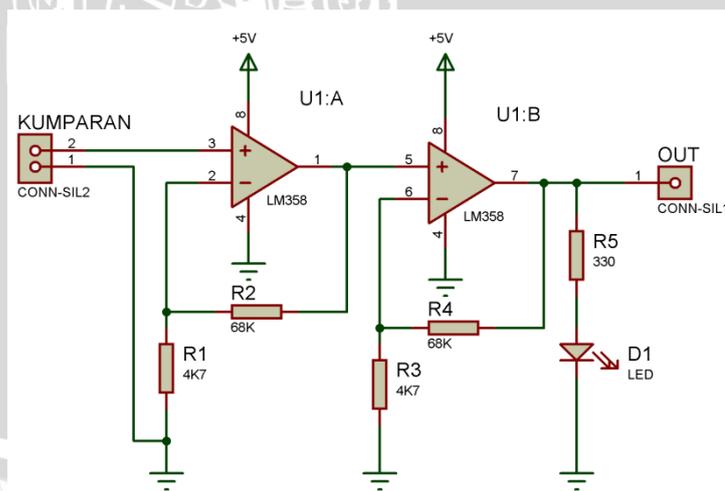
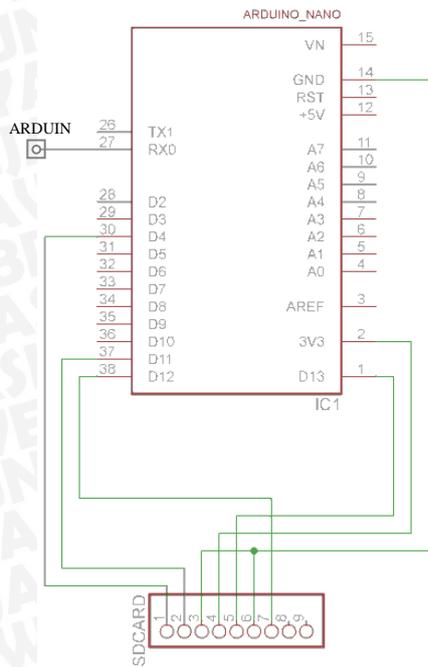
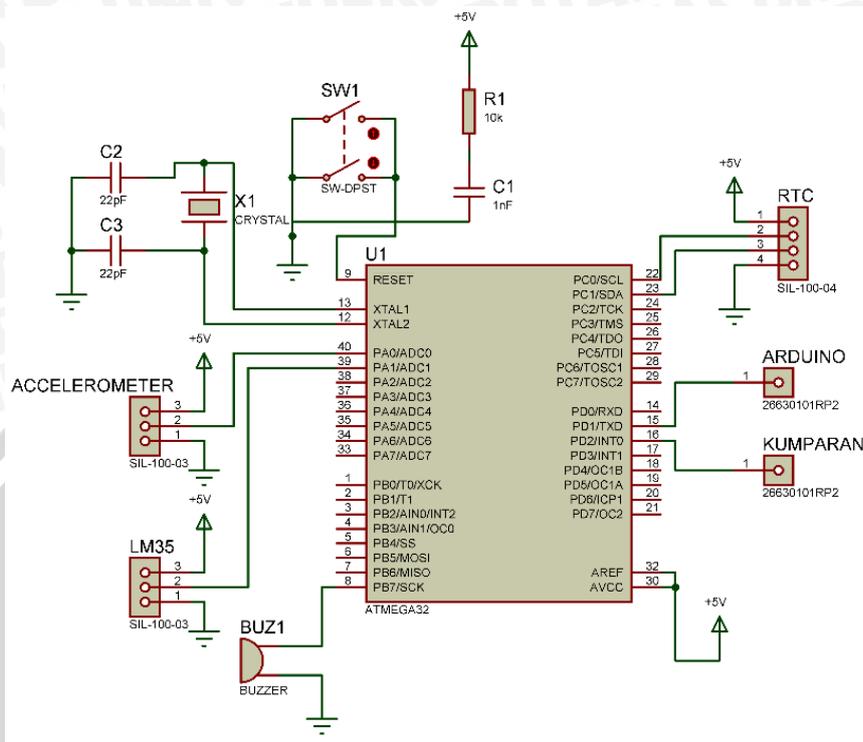


UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN III

Skematik Keseluruhan





UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN IV

Datasheet

