

# Sistem Pengingat Safety Riding bagi Pengemudi Mobil Pribadi

Hugeng<sup>1</sup>, Eko Syamsudin<sup>2</sup>, Hadytio Putra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Sistem Komputer, Universitas Multimedia Nusantara, Tangerang, Indonesia  
hugeng@umn.ac.id

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia

Diterima 03 Juni 2014

Disetujui 12 Juni 2014

**Abstract**—The purpose of the utility of safety belt is to minimize the impact that could occur in a car accident. Safety belt consists of two main parts; i.e. transverse diagonal sash belt and lap belt that lies horizontally on the abdomen. Both parts make a form of continuous network that securing the driver. The main problem in the usage of safety belt is that many drivers ignored the function of the safety belt and did not use it. Some drivers tightened one part of the belt only, others even did not use it at all. Facing this problem, a model was designed in this research that can always remind and force the drivers to use their safety belt. Additional features were detection system for car speed and for driver's head position. This designed device consists of several main components such as microcontrollers, limit switches, heat sensors, sound system, an accelerometer, and potentiometers. Some components were designed based on separate modules and merged into a single unit device that can always remind drivers to use safety belts correctly. Based on the results of the conducted experiments, the system can function correctly in which it always performed rechecking of each parameter.

**Index Terms**—microcontroller, safety riding system

## I. PENDAHULUAN

Kebijakan pemerintah Indonesia tentang kewajiban penggunaan sabuk keselamatan telah disosialisasikan sejak 5 November 2002 bagi setiap pengemudi mobil. Sabuk keselamatan merupakan sebuah perangkat tambahan pada kursi pengemudi maupun penumpang yang digunakan untuk meminimalisir dampak yang terjadi apabila terjadi tabrakan mobil. Selama tahun 2004, jumlah kecelakaan di DKI Jakarta 4.544 kasus, dengan 1.146 korban kematian, 63% dari korban kecelakaan yang tidak menggunakan sabuk pengaman [1].

Data statistik yang terlampir menegaskan bahwa penggunaan sabuk keselamatan memiliki peranan yang sangat penting terhadap keselamatan tiap penumpang dalam mobil. Faktor-faktor terjadinya tabrakan bisa berasal dari sengaja atau tidaknya pengemudi untuk menabrak, mengendarai mobil dalam keadaan

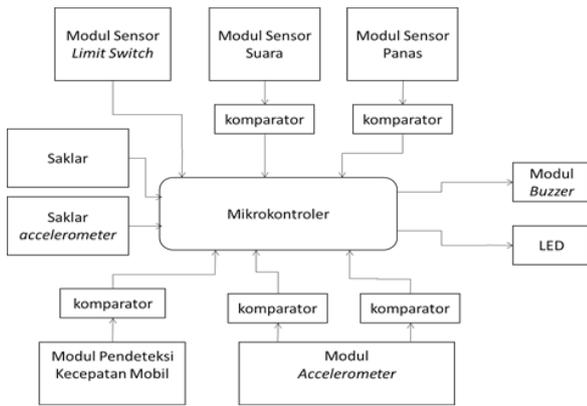
mengantuk, atau mengendarai mobil dengan kecepatan yang tinggi. Sabuk keselamatan bukan merupakan sebuah perangkat yang digunakan untuk mencegah terjadinya kecelakaan. Sabuk keselamatan difungsikan sebagai perangkat yang dapat meminimalisir dampak yang terjadi apabila terjadi sebuah tabrakan, selain itu juga dapat mencegah terjadinya tabrakan kedua bagi penumpang. Tabrakan kedua memiliki dampak yang lebih fatal terhadap penumpang jika dibandingkan dengan tabrakan pertama. Tabrakan kedua merupakan keadaan di saat tubuh pengemudi atau penumpang menabrak semua benda yang ada di depan tubuh atau pun terlempar dari tempat duduk.

Sayangnya, masih banyak sekali pengendara mobil pribadi yang lalai, bahkan tidak mengubris aturan pemakaian sabuk keselamatan saat berkendara. Hal ini terbukti dari pengamatan yang dilakukan oleh Dirlantas bahwa per tahun 2003, hanya 30% saja pengemudi mobil yang memasang sabuk pengaman saat mengendarai mobil [1].

Sistem ini diharapkan dapat meminimalkan masalah dampak dari kecelakaan yang terjadi apabila terjadi kecelakaan mobil. Perancangan ini memiliki sistem yang selalu mengingatkan pengemudi agar selalu menggunakan sabuk keselamatannya dengan benar apabila sudah berada di dalam mobil. Sistem ini juga ditambahkan beberapa fitur tambahan seperti sensor pendeteksi posisi kemiringan kepala dan sensor kecepatan. Masing-masing pelanggaran parameter akan memicu aktifnya alarm berupa *light emitting diode* (LED) yang menyala serta bunyi dari *buzzer*.

## II. KAJIAN PUSTAKA

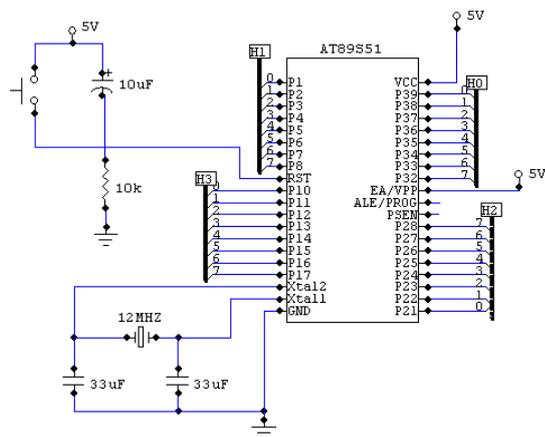
Sistem ini bertujuan untuk selalu mengingatkan pengemudi atau penumpang mobil agar selalu mengenakan sabuk keselamatan apabila sudah berada di dalam mobil. Sistem ini memperingatkan pengemudi mobil apabila pengemudi mengendarai mobilnya dalam keadaan mengantuk atau mengemudi dengan kecepatan yang tinggi. Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

A. Mikrokontroler

Sebagai pemroses dari keseluruhan sistem ini menggunakan sebuah mikrokontroler AT89S51 yang memiliki 40 pin dengan 32 pin sebagai pin *input/output* (I/O). Mikrokontroler umumnya terdiri dari *central processing unit* (CPU), memori, dan I/O tertentu yang sudah terintegrasi di dalamnya. Pin *input/output* berfungsi sebagai masukan dan keluaran perintah bagi dan dari mikrokontroler. Perancangan *software* (program) dilakukan dengan menuliskan dan memasukan perintah dalam bahasa *assembly* yang disimpan dalam memori mikrokontroler. Perancangan hardware (*wiring cable*) dilakukan dengan menentukan letak I/O port yang digunakan. Diagram skematik dari realisasi modul mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Skematik Modul Mikrokontroler

B. Catu Daya

Sebagai sumber daya dari keseluruhan sistem ini menggunakan sebuah catu daya dengan *input* tegangan sebesar 220 V<sub>DC</sub> dari jala-jala PLN ataupun 12 V<sub>DC</sub> dari aki. Keluaran tegangan ini hanya sebesar 5 V<sub>DC</sub> untuk menjalankan keseluruhan sistem. Kalibrasi tegangan ini dengan menggunakan sebuah IC regulator LM7805.

C. Limit Switch

Penggunaan *limit switch* digunakan sebagai komponen utama dalam rangkaian sensor tekanan dalam bangku pengemudi. Jenis *limit switch* yang digunakan adalah tipe *normally open* (NO). Jenis *limit switch* ini bisa bekerja pada tegangan 5V<sub>DC</sub>. Apabila *limit switch* tertekan, maka jalur *switch* menjadi *short*.

D. Sensor Temperatur Tubuh

Sensor temperatur merupakan alat yang berfungsi untuk mendeteksi perubahan temperature tubuh. Sensor temperatur merupakan alat yang mampu mengubah besaran temperatur yang ditangkap menjadi besaran tegangan listrik. Komponen penting dalam rangkaian modul sensor temperatur adalah IC LM35. Kelebihan dari IC LM 35 adalah dapat dapat mendeteksi temperatur ruangan antara 25°C – 35°C. Setiap kenaikan 1°C sama dengan kenaikan tegangan sebesar 10 mV<sub>DC</sub>.

E. Sensor Suara

Sensor suara merupakan sebuah alat yang mampu mengubah gelombang suara menjadi gelombang energi listrik. Salah satu sensor suara dalam bidang elektronika adalah *microphone*. *Microphone* terbagi dalam 2 kategori dasar, yaitu *dynamic microphone* dan *condenser microphone*. *Dynamic microphone* biasanya terdiri dari elemen *diafragma*, *voice coil*, dan magnet yang membentuk suatu *sound-driven electrical generator*. Gelombang suara menggerakkan *diafragma* pada suatu medan magnet untuk menghasilkan sinyal listrik yang sama dengan gelombang suara akustik yang berhasil ditangkap. Sinyal dari elemen dinamis ini dapat dipergunakan secara langsung tanpa membutuhkan komponen tambahan seperti catu daya dan baterai. *Condenser microphone* biasanya berbentuk lebih kecil dengan keunggulan fisiknya yang memiliki *diafragma* konduktif dan *electrically charged backplate* sehingga lebih sensitif terhadap suara dibandingkan dengan *dynamic microphone*. Sistem ini menggunakan sebuah *microphone condenser* sebagai komponen sensor suara.

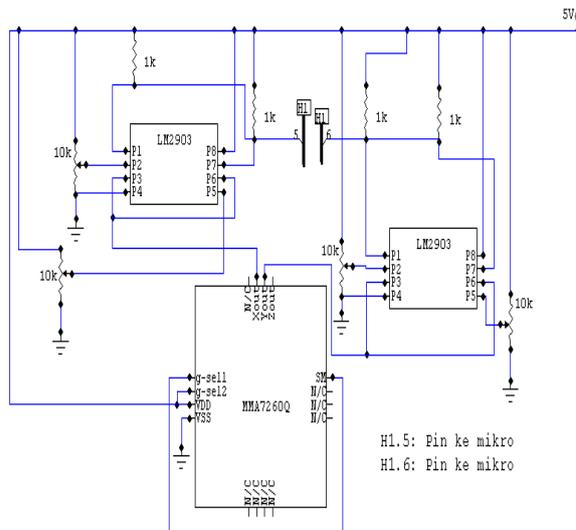
F. Sensor Accelerometer

Sensor *accelerometer* dapat mendeteksi kemiringan posisi kepala pengemudi yang terjadi karena sensor ini dapat menunjukkan perubahan tegangan akibat perubahan percepatan gravitasi bumi. *Accelerometer* dengan sumbu tunggal mau pun multi sumbu tetap dapat mendeteksi besar dan arah percepatan (vektor percepatan). Perubahan bentuk kemiringan yang dapat dideteksi dari sensor ini biasanya hanya 2-axis saja, yaitu perubahan terhadap sumbu X dan sumbu Y. Setiap sumbu memiliki sisi yang bernilai positif dan sisi yang bernilai negatif.

Pada kamera *digital* saat ini, *accelerometer* digunakan sebagai *image stabilization* agar foto tidak menjadi blur. *Sport watch* yang biasa digunakan oleh para atlet olahraga difungsikan untuk melihat

dan menghitung berapa banyak langkah yang telah dilakukan. Salah satu penggunaan *accelerometer* yang sangat umum dalam bidang transportasi yaitu dalam sistem *airbag* pada mobil.

*Accelerometer* ini digunakan untuk mendeteksi penurunan percepatan yang sangat besar yang biasanya terjadi ketika terjadi tabrakan. Jenis *accelerometer* yang digunakan menggunakan MMA7260Q. Diagram skematik dari realisasi modul sensor *accelerometer* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Skematik Modul Sensor Accelerometer

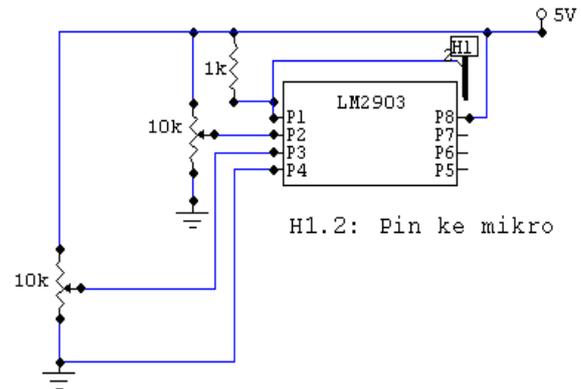
G. Sensor Kecepatan

Sensor kecepatan sudah umum terpasang di mobil-mobil pribadi. Sensor kecepatan merupakan salah satu sub-bagian di dalam sebuah *electronic control system* sebuah mobil. *Electronic control system* berfungsi untuk mengatur informasi-informasi yang berasal dari sinyal keluaran masing-masing sensor di sebuah mobil. Sebagian sensor yang ada di dalam mobil antara lain adalah sensor sistem suspensi, sensor sistem *steering*, sensor *anti-lock brake system* (ABS), dan sensor stabilitas. Sinyal-sinyal yang berasal dari sensor-sensor di atas mengartikan beberapa situasi keadaan atau status dari parameter yang terdeteksi pada sebuah mobil. Sinyal-sinyal yang ada kemudian dikirimkan ke sebuah *computer* yang tertanam pada sebuah mobil. Pengukuran kecepatan dari sebuah mobil adalah dengan melakukan pengukuran terhadap putaran roda mobil itu sendiri.

*Speedometer digital* saat ini sudah banyak diaplikasikan pada mobil-mobil pribadi karena tampilannya yang langsung berupa angka *digital* dan mudah terlihat serta lebih presisi dibandingkan *speedometer analog* yang masih bekerja secara mekanik.

Realisasi pemodelan sistem pengingat *safety riding* menggunakan potensiometer untuk mengatur besarnya tegangan yang dikeluarkan. Besar tegangan yang

dihasilkan disimulasikan untuk mengatur kecepatan mobil pada saat berjalan. Pada saat kecepatan 0 Km/h, maka besar nilai tegangan dari potensiometer adalah sebesar 0 Volt. Potensiometer yang terhubung dengan IC *comparator* LM2903 ini memberikan batas kecepatan pada 120 Km/h atau setara dengan nilai 3,15 Volt. Diagram skematik dari realisasi modul sensor pendeteksi kecepatan mobil dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Skematik Modul Sensor Kecepatan

H. Komparator

Komparator merupakan sebuah komponen elektronik dengan rangkaian yang dapat membandingkan tegangan masukannya. Komparator biasanya menggunakan komponen OP-Amp sebagai dasar rangkaiannya. Rangkaian komparator memiliki 2 buah input masukan yaitu tegangan 1 ( $V_1$ ) dan tegangan 2 ( $V_2$ ).

Komparator berfungsi sebagai pembanding (*compare*) input tegangan masukan dengan sebuah tegangan referensi. Biasanya rangkaian komparator menggunakan beberapa tahanan sebagai pembagi tegangannya. Apabila tegangan di terminal (+) lebih besar daripada tegangan input di terminal (-), maka hasil keluaran output akan menghasilkan keluaran sebesar  $5V_{DC}$ , begitu juga sebaliknya, apabila tegangan di terminal (-) lebih besar daripada di terminal (+) maka hasil output adalah 0.

I. Buzzer

*Buzzer* merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk memberikan peringatan atau isyarat. Bentuk peringatan yang diberikan adalah berupa suara yang dihasilkan dari *speaker*. Mirip dengan fungsi *speaker* yang juga menghasilkan suara, namun *buzzer* hanya mampu untuk menghasilkan suara dengan frekuensi tinggi saja, sedangkan *speaker* mampu menghasilkan suara dengan frekuensi rendah mau pun tinggi. Isyarat atau peringatan yang diberikan dalam perancangan dan pemodelan ini bertujuan untuk mengingatkan pengemudi mobil pribadi bahwa ia telah melanggar parameter dari sensor yang telah diatur sebelumnya. Peringatan dari *buzzer* ini juga

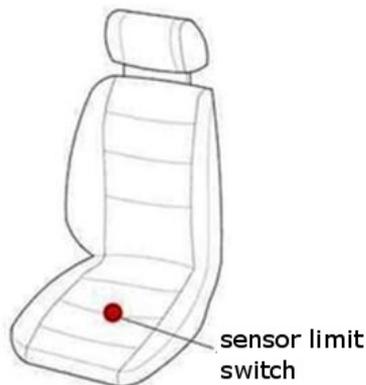
mengartikan tanda bahaya bagi pengemudi.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

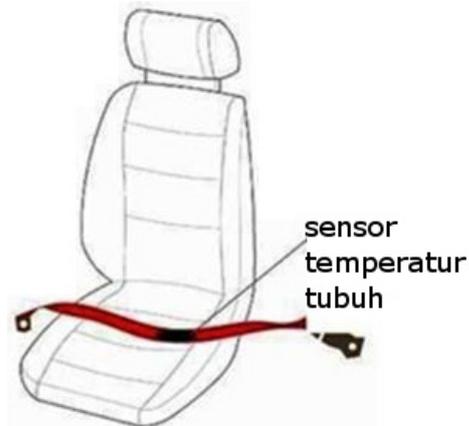
#### A. Perancangan Sistem

Perancangan dari sistem pengingat *safety riding* dideskripsikan dalam diagram blok sistem pada Gambar 5. Pada saat mobil dinyalakan, terdapat sebuah sensor yang aktif secara otomatis. Sensor ini terletak di dalam kursi pengemudi yang bertujuan untuk mendeteksi apakah terdapat tekanan berat terhadap kursi saat mobil dinyalakan. Sensor yang digunakan merupakan sensor *limit switch*. Tekanan berat ini dapat berasal dari berat orang atau pun berat benda. Apabila dalam rentang waktu 3 menit saat mobil dinyalakan dan sensor *limit switch* tidak mendeteksi adanya tekanan di kursi, maka sebuah pemroses keseluruhan sistem akan mengaktifkan alarm untuk berbunyi. Pemroses yang digunakan adalah sebuah mikrokontroler.

Pengaktifan alarm ini berasal dari sebuah alat yang disebut *buzzer*. *Buzzer* bertujuan untuk mengingatkan kepada pemilik mobil bahwa mobil sudah dinyalakan selama 3 menit serta mencegah kelalaian orang untuk tidur di dalam mobil yang menyala. Apabila dalam rentang 3 menit saat mobil dinyalakan dan sensor *limit switch* mendeteksi adanya tekanan di kursi, maka sebuah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi temperatur tubuh dan sebuah sensor untuk mendeteksi suara juga ikut aktif secara otomatis. Gambar 6 menunjukkan penempatan sensor *limit switch* pada bangku mobil. sedangkan sensor temperatur ditempatkan pada bagian sabuk pangkuan, seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 5. Penempatan Sensor *Limit Switch*



Gambar 6. Penempatan Sensor Temperatur Tubuh



Gambar 7. Penempatan Sensor Suara

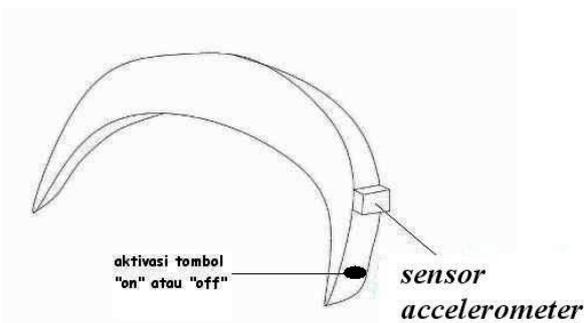
Mikrokontroler akan mengaktifkan indikator display berupa tampilan lampu kecil. Indikator ini menggunakan sebuah *light emitting diode* (LED) berwarna merah serta mengaktifkan *buzzer* untuk berbunyi apabila sensor temperatur tidak mendeteksi adanya panas dari tubuh pengemudi. Sensor suara akan aktif untuk mendeteksi adanya pola suara detak jantung pengemudi ketika sensor temperatur mendeteksi adanya panas dari tubuh pengemudi. Mikrokontroler mengaktifkan *buzzer* dan LED berwarna biru apabila sensor suara tidak mengenali pola suara detak jantung dari pengemudi. Sensor suara untuk mendeteksi suara detak jantung ini hanya mendeteksi apakah terdapat pola suara detak jantung pengemudi, bukan untuk memeriksa ritme detak jantung. Sensor suara ditempatkan di dalam aksesoris *sash* sabuk keselamatan, seperti terlihat pada Gambar 7.

Pada saat mobil dijalankan, terdapat sebuah sensor lagi yang digunakan untuk mendeteksi kecepatan mobil saat dikendarai. Penggunaan sensor ini menggunakan sensor kecepatan yang ditempatkan pada *dashboard* mobil merupakan fitur tambahan di dalam perancangan dan pemodelan alat ini. Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi kecepatan mobil pada saat mobil dijalankan. Sebuah sensor tambahan berupa sensor untuk mendeteksi posisi kemiringan kepala

pengemudi juga ditambahkan dalam perancangan dan pemodelan alat ini. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi posisi kemiringan kepala menggunakan sensor *accelerometer*.

Pengemudi dianggap dalam keadaan mengantuk apabila posisi kemiringan kepala pengemudi melewati batas referensi dari modul komparator dalam waktu yang telah ditentukan dari mikrokontroler.

Mikrokontroler akan mengaktifkan LED berwarna kuning dan mengaktifkan *buzzer* untuk berbunyi apabila sensor *accelerometer* mendeteksi bahwa pengemudi dalam keadaan mengantuk. Peringatan ini bertujuan agar pengemudi menjadi waspada ataupun pengemudi bisa beristirahat sejenak sebelum melanjutkan untuk menyetir lagi. Sensor *accelerometer* yang dipasang pada model bando (penjepit rambut) ini bisa diaktifkan sesuai kebutuhan pengemudi. Penempatan sensor *accelerometer* pada bando dapat terlihat dari Gambar 8.



Gambar 8. Penempatan Sensor *Accelerometer*

#### B. Metode Penelitian

Setelah selesai dirancang, sistem pengingat *safety riding* direalisasikan dalam bentuk rangkaian-rangkaian elektronika yang diintegrasikan supaya sesuai dengan rancangan. Masing-masing modul yang adalah bagian dari sistem ini diuji secara terpisah untuk memastikan bahwa setiap modul berfungsi dengan baik pada saat digabungkan bersama.

Setelah pengintegrasian dari modul-modul, rangkaian keseluruhan diujicoba pada seorang pengemudi untuk setiap detail dari kinerja dan fitur yang diharapkan. Perbaikan dilakukan jika ada bagian-bagian yang tidak sesuai dengan harapan dalam perancangan awal. Realisasi sistem dianggap selesai jika sudah tidak ditemui kesalahan alat dan memenuhi spesifikasi yang diinginkan dengan batas toleransi yang dapat diterima.

#### IV. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian secara keseluruhan alat bertujuan untuk menguji apakah sistem dapat bekerja dengan baik sesuai spesifikasi desain. Pengujian secara keseluruhan dilakukan saat dalam keadaan *steady* (saat keadaan mobil sedang menyala tanpa dijalankan) ataupun terdapat gangguan terhadap parameter yang ada.

Pengujian pertama dilakukan dengan cara menghubungkan kabel ke stop kontak. Saat terhubung, maka LED *power* akan menyala yang artinya terdapat aliran listrik ke rangkaian dan bersamaan dengan menyalnya LED *power*, ke-4 buah LED yang masing-masing sebagai indikator dari modul sensor temperatur, sensor suara, sensor *accelerometer*, dan sensor pendeteksi kecepatan akan menyala secara bersamaan. Mikrokontroler akan menunggu kurang lebih selama 30 detik saat rangkaian terhubung listrik, hal ini bertujuan untuk mendeteksi apakah terdapat tekanan berat pada kursi pengemudi. Apabila selama 30 detik, dan mikrokontroler tidak mendeteksi adanya tekanan berat, maka *buzzer* akan aktif dan berbunyi selama kurang lebih 10 detik. Setelah 10 detik berbunyi, maka keseluruhan alat akan kembali *reset* sendiri ke dalam keadaan awal hingga sensor *limit switch* pada bangku pengemudi mendapat tekanan berat. Saat *limit switch* tidak mendapat tekanan berat, tidak ada indikator pengingat/peringatan dari LED.

Pengujian kedua adalah saat sensor *limit switch* mendapat tekanan berat. Apabila sensor *limit switch* mendapat tekanan, maka mikrokontroler akan menunggu hingga kurang lebih 15 detik untuk mengaktifkan modul sensor temperatur untuk mendeteksi ada atau tidaknya perubahan temperatur yang terdapat pada bagian sabuk pangkuan. Modul sensor temperatur yang tidak mendeteksi adanya perubahan temperatur setelah *limit switch* tertekan, akan mengaktifkan LED berwarna merah, dan *buzzer* untuk berbunyi terus menerus hingga modul sensor temperatur mendeteksi adanya perubahan temperatur.

Pengujian ketiga adalah saat modul sensor temperatur mendeteksi adanya perubahan temperatur, maka dalam rentang waktu sekitar 15 detik, modul sensor suara akan mendeteksi ada atau tidaknya suara yang terdapat pada bagian *sash* sabuk. Apabila modul sensor suara tidak mendeteksi adanya suara, maka LED berwarna biru akan menyala dan *buzzer* akan berbunyi hingga mendeteksi adanya suara. Ketiga buah pengujian ini adalah pemodelan di saat mobil dinyalakan/*steady* dan tidak bergerak.

Pengujian berikutnya merupakan pemodelan di saat mobil sedang bergerak. Pengujian ini adalah saat mobil melaju dengan kecepatan *random*. *Speedometer digital* pada mobil yang dimodelkan dengan sebuah *potensiometer* ini bertujuan untuk mendeteksi perubahan kecepatan mobil. LED berwarna hijau akan menyala dan *buzzer* akan berbunyi apabila *potensiometer* ini diputar melebihi batas tegangan referensi.

Pengujian kelima merupakan pengujian terhadap kemampuan modul sensor *accelerometer* untuk menangkap arah pergerakan kepala. Sebuah LED berwarna kuning dan *buzzer* akan menyala apabila

modul sensor *accelerometer* mendapat masukan tegangan yang kurang atau pun melebihi *range* dari tegangan referensi yang telah diatur sebelumnya.

Setiap terjadi *error* atau pelanggaran terhadap parameter sistem, maka sistem akan *loop* lagi dari awal tanpa *delay* waktu. *Error* atau pelanggaran yang dimaksud misalnya keadaan dimana terdapat salah satu dari keadaan *steady* yang tidak terdeteksi kembali. Namun, masih terdapat sebuah kelemahan dari perancangan dan pemodelan alat ini, apabila sensor temperatur diletakkan di bagian punggung dan diapit ke bangku pengemudi masih bisa mendeteksi temperatur tubuh.

Berdasarkan kelima hasil pengujian keseluruhan terhadap seluruh sistem ini, sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan dapat disimpulkan bahwa rancangan dan pemodelan alat pengingat *safety riding* bagi pengemudi mobil pribadi ini dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

## V. SIMPULAN

Simpulan dari analisis secara keseluruhan sistem ini adalah sebagai berikut.

Pertama, penggunaan *accelerometer* sebagai sensor untuk mendeteksi keadaan kemiringan kepala dapat bekerja baik untuk mendeteksi kemiringan kepala pengemudi apabila melewati batas tegangan yang telah ditentukan yaitu sebesar  $1,67 V_{DC}$ .

Kedua, bahwa penggunaan LED sebagai indikator visual yang berbeda warna dapat berfungsi baik untuk mengetahui parameter yang dilanggar atau tidak terdeteksi.

Ketiga, dalam keadaan *steady*, sistem terus menerus memeriksa keadaan *limit switch* dalam bangku pengemudi apakah mendapatkan tekanan berat atau tidak selama 30 detik saat alat dinyalakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pengaturan lalu lintas yang bersifat perintah, larangan serta pemberian peringatan atau petunjuk pada jalan tol jorr w1 ruas kebun jeruk-penjarangan, “Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK.2752/HK.003/DRJD/2010”, 30 September 2010.
- [2] R. L. Boylestad and L. Nashelsky, *Electronic Devices And Circuits Theory*, 10<sup>th</sup> ed. New Jersey : Prentice-Hall International, 2009, pp 773 & 826.
- [3] M. I. Malik dan M. U. Juwana, “Aneka Proyek Mikrokontroler PIC16F84A”, Jakarta: Elex Media Komputindo, 2009, hal 1.
- [4] H. Putra, “Perancangan dan Implementasi Alat Pengingat *Safety Riding* bagi Pengemudi Mobil Pribadi”, Tugas Akhir, Jakarta: Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tarumanagara, 2011.
- [5] F. Suryatmo, “Dasar-Dasar Teknik Elektro”, cetakan ketiga, Jakarta : PT Rineka Cipta, 2002.