

SISTEM FORENSIK DIGITAL PADA SEPEDA MOTOR

Daniel Santoso¹, F. Dalu Setiaji², Jonathan Tanzil R.³

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer, Universitas

Kristen Satya Wacana

¹danvicz@yahoo.com, ²fdsetiaji@yahoo.com,

INTISARI

Kecelakaan lalu – lintas yang melibatkan sepeda motor mendominasi statistik angka kecelakaan lalu – lintas di Indonesia. Tidak jarang kecelakaan tersebut berakibat fatal dan mengakibatkan pengendara meninggal sehingga sulit dilakukan investigasi mengenai penyebab maupun kronologi kejadian. Pada makalah ini dirancang suatu alat berbasis mikrokontroler yang terpasang pada sepeda motor untuk mengukur parameter – parameter dinamika pergerakan dan merekamnya dalam sebuah kartu memori. Parameter yang dimaksud meliputi waktu, jarak tempuh, kecepatan, percepatan, orientasi, dan sudut kemiringan. Data yang tersimpan dapat diputar – ulang secara grafis pada PC menggunakan program aplikasi. Alat telah berhasil dirancang dan diimplementasikan pada sepeda motor. Pengujian telah dilakukan lebih dari 1000 km dengan berbagai skenario dan hasilnya parameter – parameter dinamika pergerakan dapat diukur dengan akurat dan disimpan dengan baik pada kartu memori. Pemutaran-ulang pada PC cukup memberikan gambaran skenario yang berkaitan.

Kata kunci: sepeda motor, dinamika pergerakan, mikrokontroler, PC

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia, terutama kota – kota besar yang lalu – lintasnya sering macet, sepeda motor menjadi alat transportasi pilihan akhir – akhir ini. Pada tahun 2012, jumlah sepeda motor yang beredar di jalanan mencapai 77,755 juta unit, meningkat 12% dari tahun sebelumnya [1]. Tingkat mobilitas tinggi, harga unit murah, biaya perawatan

rendah, dan konsumsi bahan bakar irit merupakan alasan penggunaan sepeda motor sebagai alat transportasi di perkotaan. Karena populasi sepeda motor yang meningkat tiap tahunnya, angka kecelakaan yang melibatkan sepeda motor pun ikut meningkat. Sepanjang tahun 2012, terjadi 117.949 kecelakaan di seluruh Indonesia, 111.015 di antaranya melibatkan sepeda motor [2]. Disini terlihat bahwa mayoritas kecelakaan lalu – lintas di Indonesia melibatkan sepeda motor.

Faktor manusia menjadi penyebab utama kecelakaan yang melibatkan sepeda motor. Berkendara di bawah pengaruh minuman keras, mengebut, membelok atau berhenti secara tiba – tiba, mengendarai sepeda motor tanpa dasar keterampilan cukup merupakan penyebab utama kecelakaan sepeda motor karena faktor manusia [3], [4], [5]. Apabila karakter pengendaraan selama berkendara dapat direkam dan diputar – ulang, maka kronologi suatu insiden yang melibatkan sebuah sepeda motor dapat terpaparkan dengan jelas dan terukur.

Pada penelitian ini dirancang suatu alat berbasis mikrokontroler untuk mengukur dan merekam parameter – parameter pengendaraan yang nantinya diperlukan untuk investigasi suatu insiden secara kronologis. Rekaman disimpan dalam kartu memori dan dapat diputar – ulang menggunakan program aplikasi pada PC.

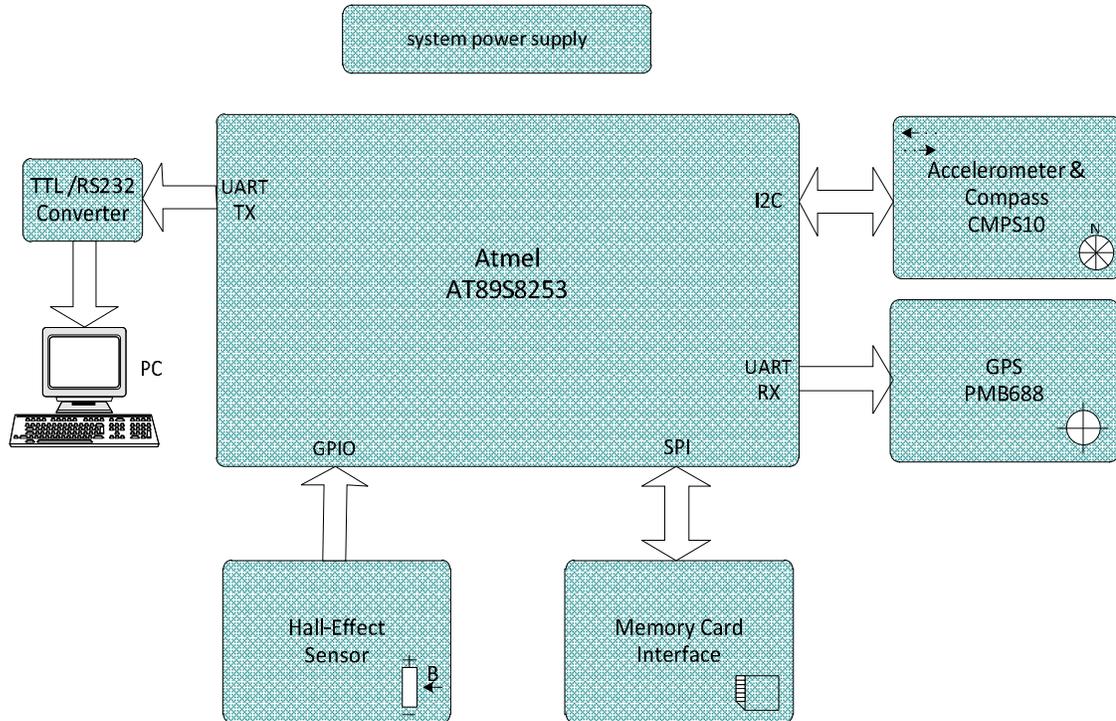
2. PERANCANGAN SISTEM

Prinsip kerja sistem forensik yang dirancang serupa dengan kotak hitam pada pesawat terbang. Kartu memori digunakan untuk menyimpan data pengendaraan sepeda motor berupa posisi, waktu, kecepatan, percepatan, jarak tempuh, dan orientasi. Dengan menggunakan program aplikasi pada PC, data ini nantinya dapat diambil dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Pembahasan perancangan sistem dibagi dua yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

2.1 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras dirancang berbasis mikrokontroler. Beberapa periferal pendukung seperti kompas digital, akselerometer, sensor efek Hall, GPS *transceiver*, dan antarmuka

kartu memori turut diintegrasikan untuk melakukan fungsi pengukuran parameter dan penyimpanan data. Gambar 1 menunjukkan diagram blok sistem secara keseluruhan.



Gambar 1. Diagram blok sistem forensik digital berbasis mikrokontroler

Modul CMPS10 merupakan modul terintegrasi yang berisi magnetometer 3-sumbu, akselerometer 3-sumbu, dan prosesor 16-bit. Keluaran modul ini sudah dalam bentuk digital sehingga dapat langsung dihubungkan ke mikrokontroler melalui saluran I2C. Ada tiga parameter dinamika pergerakan yang diambil dari modul ini yaitu orientasi bidang datar ($0^{\circ} - 359.9^{\circ}$), sudut *pitch* dan *roll* ($\pm 85^{\circ}$), serta percepatan pada sumbu x, y, dan z.

Lokasi sepeda motor berupa koordinat lintang dan bujur didapat dari modul GPS PMB688 yang menggunakan IC SiRFIII sebagai prosesor. Selain lokasi, data berupa waktu dan ketinggian juga dapat diperoleh dari modul ini. Modul ini terhubung ke mikrokontroler melalui saluran serial. Protokol komunikasi yang digunakan adalah NMEA0813, diambil pesan GGA-nya.

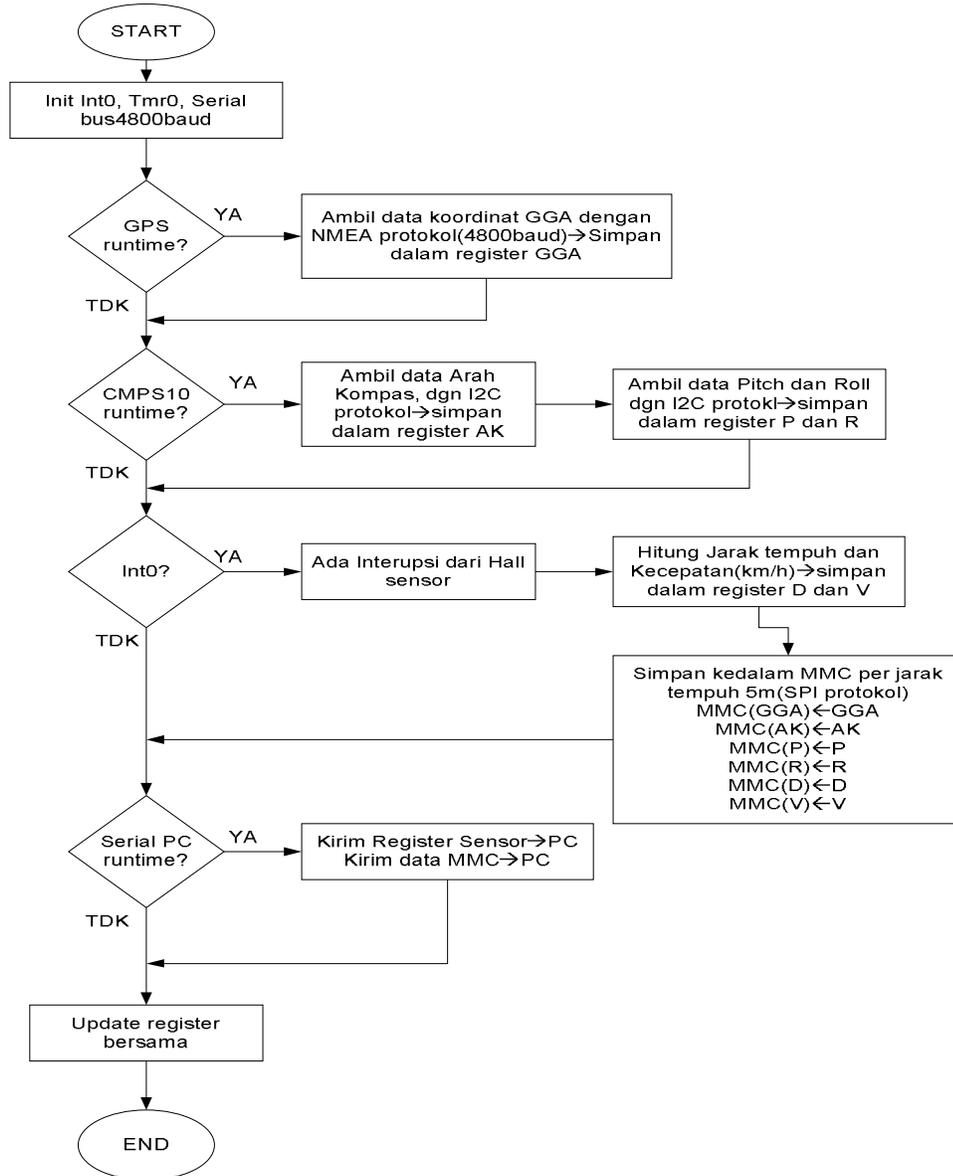
Untuk mengukur kecepatan sepeda motor digunakan sensor efek Hall yang dipasang pada batang suspensi depan. Pada bagian roda depan dekat sensor berada diberi kepingan dari bahan magnetik. Tiap kali kepingan ini melintas dekat sensor, akan ditanggapi sebagai interupsi eksternal pada mikrokontroler. Kecepatan rotasi kepingan ini akan proporsional kecepatan rotasi roda depan, yang juga berarti kecepatan sepeda motor.

Data yang diambil selama berkendara disimpan dalam kartu memori berukuran 2 GB. Dengan menggunakan program aplikasi pada PC data ini nantinya dapat dibaca dan ditampilkan secara grafik.

2.2. Perancangan Perangkat Lunak

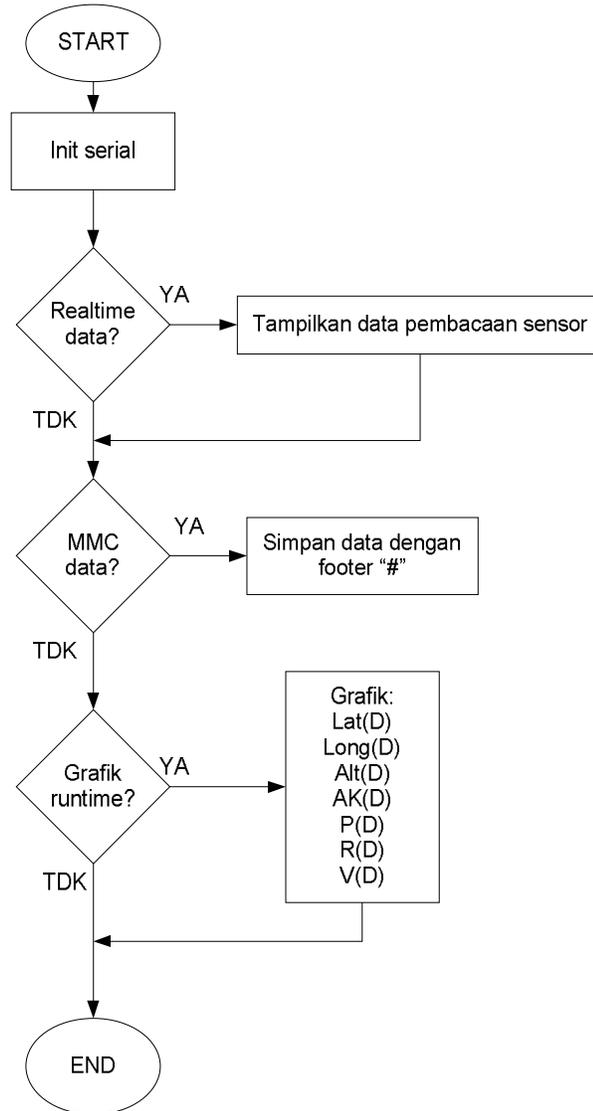
Ada dua perangkat lunak yang dirancang dan direalisasikan, yaitu perangkat lunak pada mikrokontroler dan perangkat lunak pada PC. Pada mikrokontroler digunakan bahasa pemrograman rakitan yang kompatibel dengan MCS-51 sedangkan aplikasi visual pada PC dikembangkan menggunakan Delphi 7.

Fungsi utama perangkat lunak pada mikrokontroler adalah untuk berkomunikasi dan mengambil data yang relevan dari masing – masing sensor, mengolah, dan menyimpannya dalam kartu memori. Gambar 2 menunjukkan diagram alir perangkat lunak pada mikrokontroler.



Gambar 2. Diagram alir perangkat lunak pada mikrokontroler

Program aplikasi pada PC dapat digunakan untuk menyalin data dari kartu memori, menampilkan bacaan sensor – sensor secara real-time, dan memutar ulang data yang tersimpan secara teks maupun grafik. Gambar 3 menunjukkan diagram alir perangkat lunak pada PC.



Gambar 3. Diagram alir perangkat lunak pada PC

3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dilakukan secara bertahap dengan memastikan tiap modul bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Setelah itu barulah dilakukan pengujian secara keseluruhan untuk melihat kinerja sistem. Sistem tidak dirancang memiliki antarmuka penampil, untuk itu dalam beberapa pengujian digunakan bantuan LCD karakter untuk melakukan verifikasi pembacaan.

3.1. Pengujian Modul GPS PMB688

Pengujian modul ini bertujuan untuk memastikan bahwa GPS dapat menerima transmisi dari satelit dan mikrokontroler dapat menerjemahkan data yang dikirim oleh modul GPS. Tabel 1 menunjukkan contoh data yang diterima dari modul GPS serta data yang telah diterjemahkan oleh mikrokontroler.

Tabel 1. Hasil penerjemahan data yang diterima dari modul GPS

Data yang diterima	Terjemahan
\$GPGGA, 123519, 0719.1170,S, 11029.5522,E,1,07,1.0,626.7,M,,*47	UTC Time=12:35:19 Latitude=7°19'11.70"S Longitude=110°29'55.22"E Altitude=626.7meter

Waktu UTC yang diterima harus ditambahkan 7 jam supaya menjadi waktu WIB. Pada contoh di atas, berarti data diterima pukul 19.35.19 WIB. Mode penerimaan data diatur pada mode *push data* sehingga pembaruan data dilakukan berkala secara otomatis. Dari tabel tersebut terlihat bahwa modul ini dapat menunjukkan lokasi secara cukup akurat, yaitu dalam kisaran 5 meter. Contoh data yang diterima dapat dilihat pada tampilan LCD Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan hasil terjemahan data modul PMB688

3.2. Pengujian Modul Magnetometer dan Akselerometer CMPS10

Pengujian modul ini bertujuan untuk memastikan bahwa modul magnetometer dan akselerometer dapat menentukan arah mata angin, mengukur sudut *pitch* dan *roll*, serta mengukur percepatan pada sumbu x, y, dan z. Hasil pengukuran dibandingkan dengan hasil pengukuran oleh aplikasi “Nice Compass” dan “Inclinometer” pada sebuah telepon selular berbasis Android.

Arah mata angin diambil dari register 2 dan 3 dengan panjang data 16-bit dengan jangkah pengukuran 0 - 399.9°. Untuk data *pitch* diambil dari register 4, sementara untuk data *roll* diambil dari register 5, masing – masing dengan jangkah pengukuran 0+/-85°. Untuk data pengukuran percepatan 3-sumbu diambil dari register 16-17 (sumbu-x), register 18-19 (sumbu-y) dan register 20-21 (sumbu-z). Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 secara berturut - turut menunjukkan hasil pembacaan arah mata angin, sudut *pitch*, dan sudut *roll*.

Tabel 2. Pengujian pembacaan arah mata angin

Posisi	Pembacaan Sensor	Pembanding(Android app: "Nice Compass")	Ralat(%)
Utara	0°	0°	0
Timur	91°	90°	1.11
Selatan	180°	180°	0
Barat	271°	270°	0.4
Ralat Maksimal:			0.4

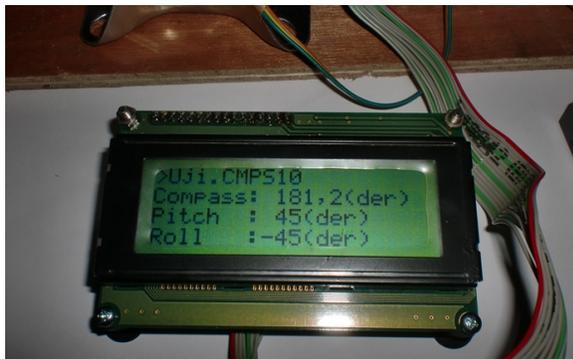
Tabel 3. Pengujian pembacaan sudut *pitch*

Kemiringan	Pembacaan Sensor	Pembanding(Android app: "Inclinometer")	Ralat(%)
80°	79°	79°	1.25
45°	45°	45°	0
0°	0°	0°	0
-45°	-45°	-45°	0
-80°	-79°	-79°	1.25
Ralat Maksimal:			0.625

Tabel 4.5 Pengujian pembacaan sudut roll

Kemiringan	Pembacaan sensor	Pembanding(Android app: "Inclinometer")	Ralat(%)
80°	79°	79°	1.25
45°	45°	45°	0
0°	0°	0°	0
-45°	-45°	-45°	0
-80°	-79°	-79°	1.25
Ralat Maksimal:			0.625

Dari tabel – tabel di atas, hasil terlihat bahwa modul dapat bekerja dengan baik untuk mengukur parameter – parameter yang relevan dengan ralat di bawah 1%. Gambar 5 menunjukkan salah satu contoh pembacaan dari modul ini pada LCD.



Gambar 5. Tampilan hasil terjemahan data modul CMPS10

3.3. Pengujian Sensor Efek Hall A3210

Pengujian ini bertujuan untuk mengamati keluaran sensor ketika didekatkan bahan magnetik. Pada pengujian ini digunakan kepingan magnet permanen berukuran 100x80x20 mm yang ditempelkan pada sisi miniatur roda, sedangkan sensor diletakkan pada dekat kepingan magnet tersebut, seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Posisi kepingan magnet dan sensor Efek-Hall

Dari hasil pengujian didapatkan ketika sensor berada pada jarak 2 – 5 cm dari kepingan magnet, keluaran akan berada pada logika ‘1’ dan sebaliknya. Roda yang sebenarnya berdiameter 45 cm sehingga sekali putaran dapat menempuh jarak 1,5 m.

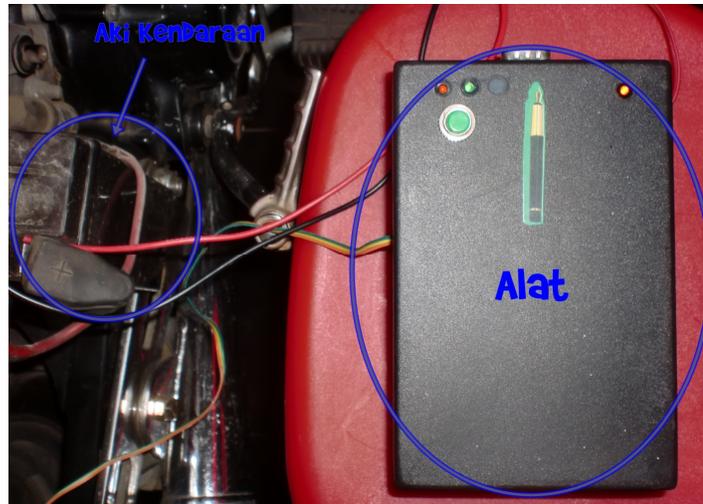
3.4. Pengujian Modul Antarmuka Memori

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah data dapat ditulis dan dibaca kembali pada suatu alamat memori dengan benar. Pengujian dilakukan dengan menulis alamat 0h-3h dengan karakter ASCII "YOYO", kemudian dilakukan proses pembacaan. Hasil pembacaan menunjukkan karakter ASCII yang sama persis, yang berarti antarmuka memori dan mikrokontroler berjalan lancar.

Pembaruan data sensor – sensor dilakukan tiap 0,5 detik sedangkan tiap penyimpanan data tersebut ke kartu memori dilakukan tiap sepeda motor menempuh 1 m. Tiap paket data berukuran 59 *byte*, termasuk header dan footer masing – masing 2 *byte*, sehingga kartu memori sebesar 2 GB dapat menampung data perjalanan sepanjang kira – kira 35.000 km.

3.5. Pengujian Alat secara Keseluruhan

Setelah masing – masing modul dipastikan dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, dilakukan integrasi dan instalasi pada sepeda motor. Sistem dikemas dalam suatu kotak berukuran 14,5x9,5x5 cm dengan berat 290 gram, sehingga telah berwujud alat yang siap dipasang di sepeda motor, seperti yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pemasangan catu daya berupa baterai motor ke alat

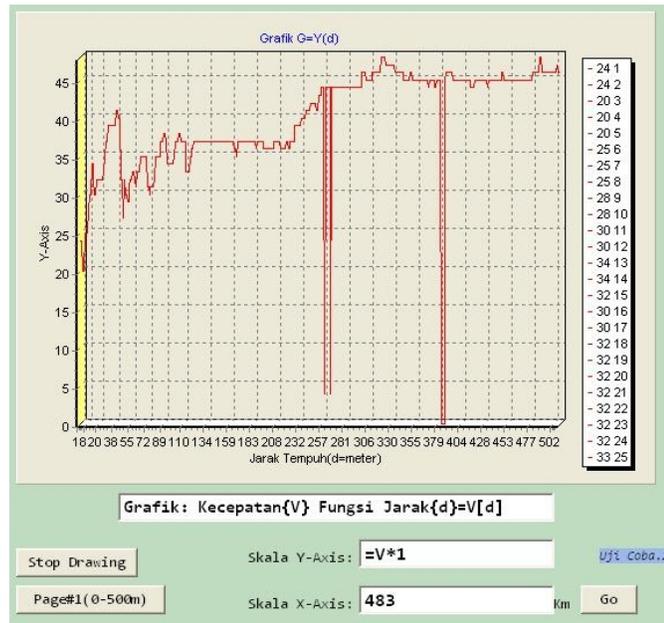
Catu daya didapat dari baterai sepeda motor dengan tegangan 12 V yang diubah menjadi 5 V oleh regulator yang ada di dalam alat. Pengujian telah dilakukan sebanyak empat kali dengan skenario sebagai berikut:

1. Sekali perjalanan singkat
2. Sembilan kali perjalanan luar kota
3. Sekali simulasi tabrakan menggunakan sepeda
4. Sekali simulasi jatuh sendiri menggunakan sepeda

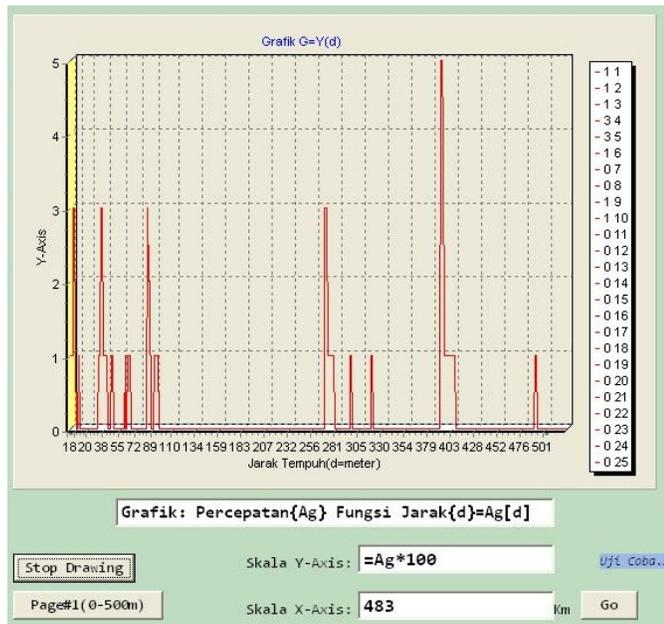
Perjalanan dengan skenario pertama ditempuh dari depan Apotik Wahid Jl. Jendral Sudirman ke Klenteng Ho Tek Bio Jl. Sukowati, Salatiga. Perjalanan menempuh jarak sejauh 200 m dengan hanya satu tikungan. Dinamika pergerakan sepanjang perjalanan dapat direkam dengan baik dan dapat ditampilkan secara grafik pada program aplikasi di PC.

Perjalanan dengan skenario ke – dua ditempuh dari Salatiga ke Semarang sejauh 120,6 km sehingga total perjalanan sejauh 1085,4 km. Dinamika pergerakan dapat

direkam dengan baik dan dapat ditampilkan pada program aplikasi seperti pada Gambar 8, Gambar 9. Data yang ditampilkan hanya berupa sampel data kecepatan dan percepatan yang diambil pada kilometer ke 483.



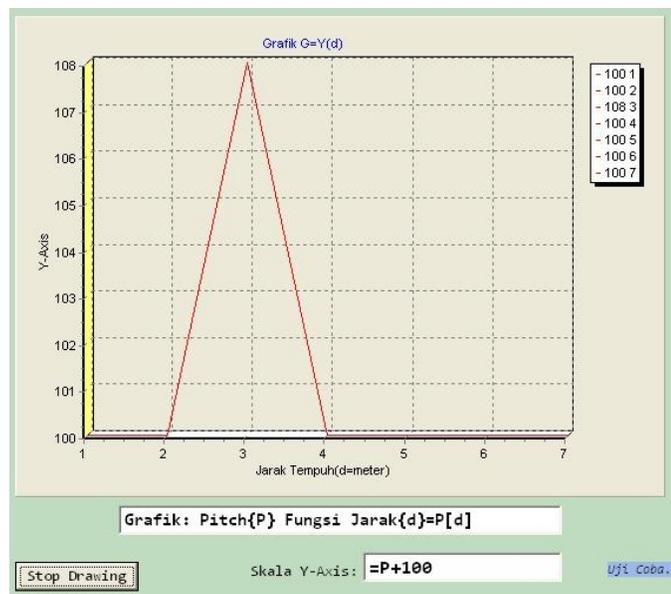
Gambar 8. Grafik kecepatan sebagai fungsi jarak skenario ke – 2



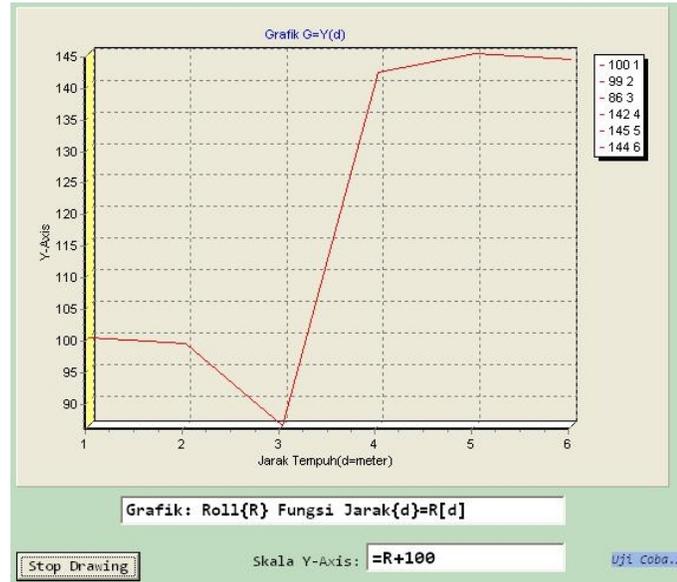
Gambar 9. Grafik percepatan sebagai fungsi jarak skenario ke – 2

Kedua contoh grafik di atas menunjukkan dinamika kecepatan dan percepatan sepeda motor sepanjang kurang lebih 500 m. Terlihat konsistensi antara kecepatan dan percepatan, yaitu ketika terjadi perubahan kecepatan yang drastis, akan terlihat lonjakan pada grafik percepatan.

Untuk mensimulasikan kejadian tabrakan, alat dipasang pada sepeda yang ditabrakkan ke dinding. Dinamika pergerakan direkam dan ditampilkan ulang pada program aplikasi seperti yang terlihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10. Grafik *pitch* sebagai fungsi jarak skenario ke – 3



Gambar 11. Grafik *roll* sebagai fungsi jarak skenario ke – 3

Kondisi simulasi tabrakan juga cukup tergambar pada Gambar 10 dan Gambar 11, terutama dari grafik *roll*, yang menunjukkan adanya perubahan drastis kemiringan kendaraan yaitu dari sudut -10° menjadi 45° dalam jarak yang sangat pendek. Hal ini menunjukkan laju kendaraan yang tak terkendali.

4. KESIMPULAN DAN SARAN PENGEMBANGAN

Dari hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa masing – masing modul sensor dapat mengukur parameter – parameter yang relevan dengan akurat. Dengan menggunakan protokol komunikasi yang sesuai untuk masing – masing modul, data tersebut dapat dibaca oleh mikrokontroler untuk selanjutnya disimpan dalam kartu memori.

Pembacaan dan penampilan data dari kartu memori juga dapat berjalan dengan baik dengan menggunakan program aplikasi pada PC. Dari beberapa contoh skenario yang diuji-coba, dapat dilakukan analisa sederhana untuk mengetahui kronologi kejadian berdasarkan parameter – parameter pergerakan yang diputar ulang.

Pengembangan dapat dilakukan di sisi program aplikasi PC dengan menambahkan suatu fungsi yang dapat memutar – ulang parameter – parameter pergerakan dalam

bentuk animasi. Pemutaran – ulang dalam bentuk animasi diharapkan dapat lebih memberikan gambaran mengenai kronologi kejadian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://otomotif.kompas.com/read/2013/02/26/6819/94.2.juta.Mobil.dan.Sepeda.Motor.Berseliweran.di.Jalanan.Indonesia>, diakses 1 Februari 2014.
- [2] <http://otomotif.kompas.com/read/2013/02/25/6810/Sepeda.Motor.Penyebab.Kece-lakaan.Terbanyak>, diakses 1 Februari 2014.
- [3] *Motorcycles Traffic Safety Fact Sheet*, NHTSA DOT-HS-810-990.
- [4] *Traffic Safety Facts 2008 data*, NHTSA DOT-HS-811-159.
- [5] *Motorcycle Safety*, NHTSA DOT-HS-807-709.

