

Rancang Bangun *Smart Vehicle* untuk Mendeteksi Dini Kecelakaan dan Keadaan Darurat

Akhmad Hendriawan¹, Sigit Wasista², Nanda Fathurrahman³

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Kampus PENS-ITS Sukolilo, Surabaya

¹hendri@eepis-its.edu

²wasista@eepis-its.edu

³nandafrahman@student.eepis-its.edu

Abstrak— Penelitian tentang *Smart Vehicle* sudah banyak dilakukan. *Smart Vehicle* telah memiliki berbagai macam fasilitas diantaranya seperti monitoring posisi kendaraan, kontrol hidup/mati mesin, aplikasi sensor parkir, aplikasi sensor pendeteksi penyeberang jalan, navigasi GPS, dan lain sebagainya. Namun demikian kelemahan dari sistem yang ada adalah tidak adanya sistem notifikasi terjadinya kecelakaan yang bisa diberikan secara otomatis kepada kepolisian dan rumah sakit jika mobil mengalami kecelakaan atau keadaan darurat yang sangat bermanfaat bagi pengemudi dan penumpang. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kelemahan dan melengkapi penelitian-penelitian sebelumnya.

Berdasarkan data pengujian, alat ini mampu mendeteksi perlambatan pada mobil saat melakukan pengereman mendadak pada kecepatan 40km/jam dan 60km/jam hingga berhenti dengan perlambatan terbesar 1,3 *gravity*, hal tersebut menjadi acuan penentuan nilai batas kecelakaan. Kecelakaan terjadi jika data terbaca diatas 6g. Pada pengujian tabrakan dilakukan dua arah pengujian (depan dan samping), pada pengujian tabrakan arah samping pada sumbu Y didapatkan hasil pengukuran 100% kecelakaan. Pada tabrak samping Y axis dan Z axis saling menunjukkan nilai tinggi dengan rincian, Y dan Z axis berstatus kecelakaan 30%, Y axis berstatus kecelakaan 30%, Z axis berstatus kecelakaan 40% hal ini dikarenakan sudut tabrak samping yang berbeda. Pada pengujian arah depan didapatkan hanya 50% masuk dalam kategori kecelakaan, ini juga dikarenakan sudut tabrak depan yang berbeda. Berdasarkan data tersebut jika nilai perlambatan diatas 6g maka kendaraan dalam kondisi kecelakaan.

Sistem yang dibangun ini telah memenuhi kontribusi yang ingin dicapai yaitu mendeteksi terjadinya kecelakaan pada mobil melalui deteksi perlambatan seketika (*rapid deceleration*) pada dua arah (depan dan samping) dengan batasan *range* kategori tabrakan diatas 6g dan inisiasi kondisi darurat melalui tombol darurat untuk kemudian mengirimkan lokasi kejadian kepada monitoring server.

Kata kunci— : Deteksi Tabrakan, Accelerometer, GPS, SMS, Bluetooth Serial Port Profile

I. PENDAHULUAN

Transportasi pada era modern ini merupakan kebutuhan primer untuk semua orang. Seiring dengan perkembangan zaman jumlah alat transportasi yang semakin banyak berbanding lurus dengan tingkat kejadian kecelakaan lalu lintas.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik^[1] terjadi peningkatan kejadian dari 12.649 kasus pada tahun 2000 menjadi 59.164 kasus pada tahun 2008. Jumlah korbanpun meningkat secara signifikan dari 9.536 meninggal, 7.100 luka berat, 9.518 luka ringan tahun 2000 menjadi 20.188 meninggal, 23.440 luka berat, dan 55.731 luka ringan di tahun 2008. Kerugian materi pada tahun 2008 saja mencapai seratus tiga puluh satu miliar rupiah lebih.

Perlu diingat bahwa korban kecelakaan tidak hanya korban yang tewas pada saat kejadian, justru yang paling penting adalah banyak korban luka berat dan luka ringan dari suatu kecelakaan lalu lintas yang jika tidak mendapatkan pertolongan keamanan dan medis dengan segera, maka akan berakibat pada kematian ataupun cacat seumur hidup.

Keterlambatan penanganan kecelakaan sering terjadi dikarenakan keterlambatan informasi yang diterima oleh kepolisian dan rumah sakit terdekat. Saat ini pihak kepolisian dan rumah sakit hanya bergantung pada informasi dari masyarakat. Hal tersebut mempunyai kekurangan pada sisi kecepatan transfer informasi dan ketergantungan kepada manusia untuk melapor, sedangkan adakalanya kecelakaan terjadi pada daerah yang sepi dan jauh dari masyarakat.

Oleh karena itu diperlukan suatu sistem yang dapat secara mandiri mendeteksi terjadinya kecelakaan dan melakukan pelaporan secara cepat guna membantu terciptanya penanganan kecelakaan yang lebih responsif dan tepat.

II. TEORI PENUNJANG

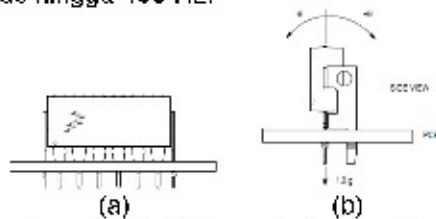
Teori penunjang yang digunakan dalam penyelesaian pembuatan sistem *Smart Vehicle*

ini adalah, deteksi tabrakan, sensor Accelerometer, GPS, SMS, dan Bluetooth.

A. Deteksi Tabrakan

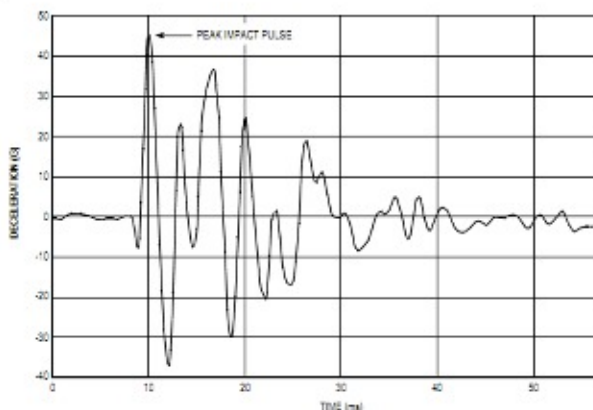
C.S Chua seorang Engineer Sensor Application, dalam Application Note^[21] nya untuk Freescale Semiconductor memaparkan konsep pengukuran tabrakan sebuah objek menggunakan akselerometer.

Selama tabrakan, akselerometer akan diposisikan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.1 (a) dan (b) untuk mengukur perlambatan yang dialami oleh benda tersebut dari dc hingga 400 Hz.



Gambar 2.1 (a) Tampak depan (b) Tampak samping

Sebuah grafik hasil percobaan mobil mainan yang menabrak permukaan keras ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Respon akselerometer ketika tabrakan

B. Sensor Accelerometer MMA7260 3-Axis

MMA7260QT seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 merupakan sensor accelerometer 3-Axis generasi pertama. Pengguna bisa mendapatkan nilai akselerasi dari sumbu X, Y, dan Z. Sensor ini secara luas telah digunakan pada deteksi tabrakan, jungkir balik, dan pergerakan. Sensitifitas keluaran bisa dipilih dari pengaturan level tegangan sederhana dari pin-pin yang tersedia. Rentang pengukuran sensor ini dapat dipilih dari 1.5g, 3g, dan 6g. Arus yang digunakan selama sleep mode hanya 3uA dan serendah-rendahnya 500uA saat mode kerja.



Gambar 2.3 Penampang atas sensor Accelerometer

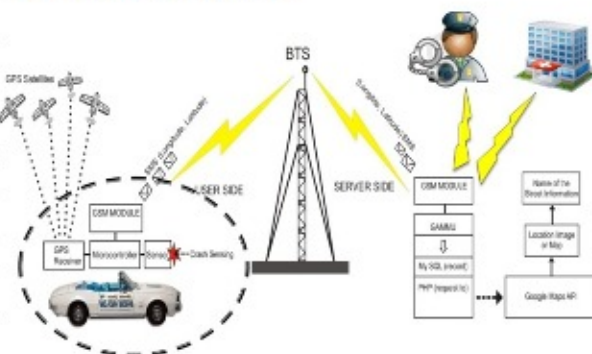
Output dari MMA7260 3-Axis adalah analog, jadi diperlukan ADC untuk membaca nilai akselerasinya saat di interface-kan dengan mikrokontroler.

Pada paper^[21] yang berjudul "Development of an automated crash notification system: an undergraduate research experience" yang merupakan proyek penelitian undergraduate dari berbagai disiplin ilmu dalam mendesain dan mengembangkan system notifikasi kecelakaan mobil yang berbiaya murah dikombinasikan komunikasi wireless dan teknologi GPS dengan jaringan sensor akselerometer untuk mendeteksi tabrakan dan memanggil bantuan medis pada lokasi kejadian.

III. PERENCANAAN SISTEM

Pada perencanaan sistem ini, terdiri dari blok diagram perencanaan sistem, perencanaan hardware dan perencanaan software

A. Perencanaan sistem



Gambar 3.1 Blok diagram sistem

Berdasarkan Gambar 3.1, sistem ini terbagi 2 bagian yaitu:

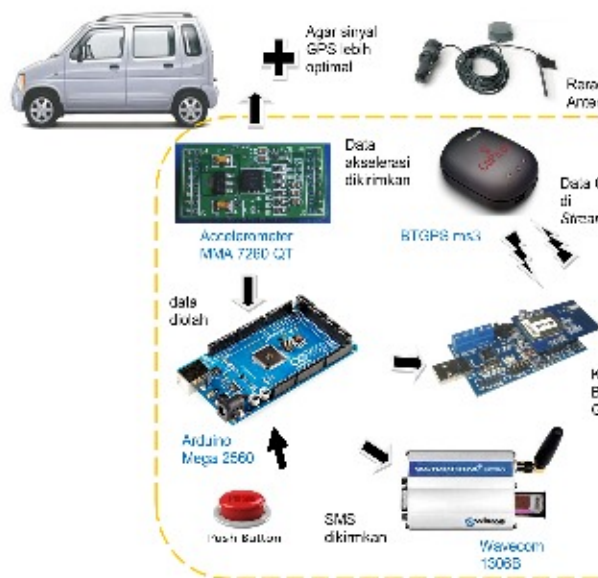
1. Desain sistem deteksi kecelakaan pada mobil (dalam lingkaran).
2. Desain software monitoring sistem yang akan menampilkan posisi kecelakaan dan mengirimkan SMS pada pihak kepolisian dan rumah sakit.

Pada penelitian ini sisi yang dikerjakan adalah sistem deteksi kecelakaan pada mobil saja. Gambaran umum sistem deteksi pada mobil dijelaskan pada Gambar 3.2 (a) dan (b).

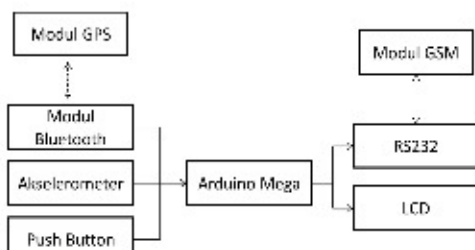
B. Perencanaan Hardware

Pada sistem Smart Vehicle ini menggunakan Arduino mega 2560, modul Bluetooth SPC Blue-Link, MMA7260QT, dan

CoPILOT BTGPS. Secara umum sistem Smart Vehicle ini ditunjukkan pada Gambar 3.2. Gambar (a) menunjukkan profil hardware dan arah kerjanya. Dan Gambar (b) menunjukkan blok-blok sistem didalamnya.



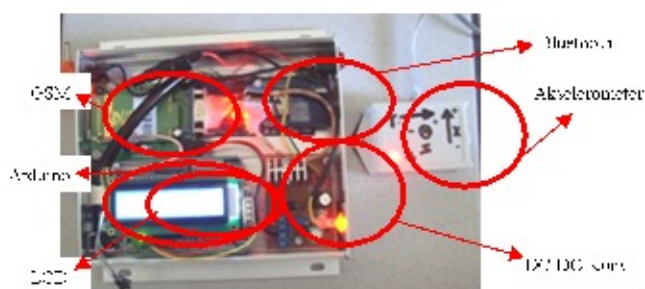
(a) Rangkaian kerja hardware Smart Vehicle



(b) Blok Diagram sistem Smart Vehicle

Gambar 3.2 Rangkaian sistem Smart Vehicle

Pada realisasinya sistem diletakkan dalam boks aluminium untuk diujicobakan pada mobil dan mainan Radio Control seperti pada gambar 3.3.

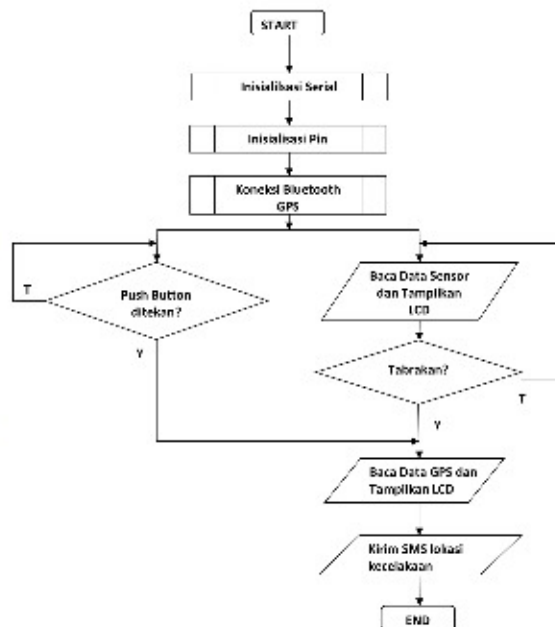


Gambar 3.3 Realisasi boks Smart Vehicle Sistem

(c). Perencanaan Software

Flowchart program Smart vehicle ini ditunjukkan oleh Gambar 3.4. program Smart vehicle terdiri dari program koneksi Bluetooth,

pembandingan nilai akselerasi, parsing GPS, tulis LCD, dan kirim SMS.



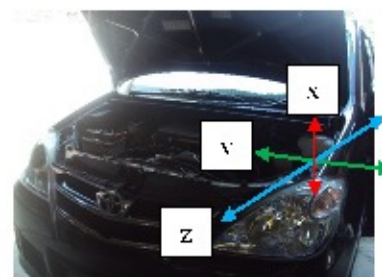
Gambar 3.4 Flowchart sistem Smart Vehicle

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian keseluruhan sistem, meliputi pengujian respon mesin mobil, pengujian rem mendadak, pengujian tahap tabrakan pada sumbu Z dan pada sumbu Y berdasarkan orientasi sensor terhadap mobil, serta parsing data GPS dan pengiriman SMS ke monitoring server.

1). Pengujian respon mesin mobil

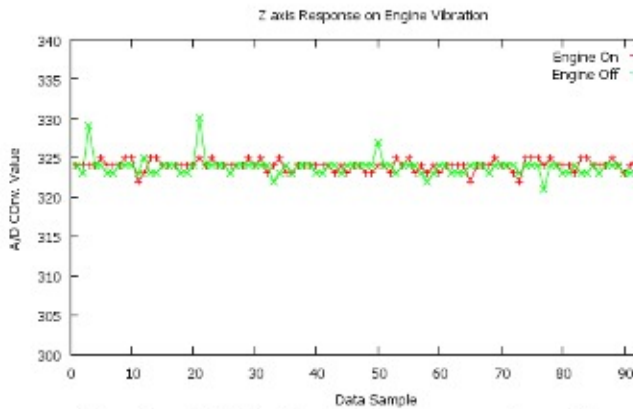
Pada tahap ini kami melakukan pengujian pembacaan respon akselerometer pada mobil. Metode pengujian yang kami gunakan adalah membaca nilai ADC dari sensor akselerometer yang ditempelkan pada rangka mobil seperti pada Gambar 4.1 pada saat mobil diam, saat mesin mobil menyala, saat mobil berakselerasi dan saat dilakukan pengereman mendadak.



Gambar 4.1 Orientasi pengukuran sensor accelerometer

Data-data direkam dalam laptop melalui komunikasi serial yang dilakukan dengan arduino pada baudrate 115200bps. Data tersebut kemudian digambarkan dalam bentuk grafik untuk dianalisa lebih lanjut.

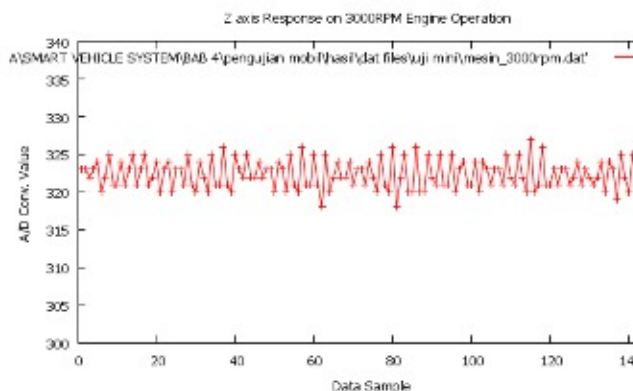
Hasil pengujian dapat dilihat sebagai berikut



Gambar 4.2 Grafik pembacaan mesin mobil

Dapat kita lihat pada grafik bahwa pada kondisi mesin mobil mati dan menyala pada Gambar 4.2 tidak ada perubahan yang begitu besar pada pembacaan akselerometer. Hal tersebut terjadi karena posisi akselerometer diletakkan pada rangka mobil. Getaran yang dihasilkan mesin tidak cukup besar untuk memberi akselerometer nilai untuk dibaca.

Hasil pengujian saat mesin bekerja pada putaran 3000 rpm pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa pada level itu getaran mesin sampai dan dapat dibaca oleh akselerometer. Nilai rata-rata setiap axis pada akselerometer adalah X axis = 276.05 , Y axis = 334.09, Z axis = 322.35 dengan besar simpangan baku X axis = 1.79, Y axis = 1.66, Z axis = 1.55.



Gambar 4.3 Grafik pembacaan saat mesin 3000 rpm

E. Pengujian Tahap Rem Mendadak pada Mobil

Akselerometer memiliki karakteristik khusus tersendiri dalam setiap produknya. Karakteristik yang penting pada MEMS akselerometer adalah nilai zero gravity yang berarti nilai saat akselerometer tidak merasakan percepatan sama sekali atau percepatan sama dengan nol. Datasheet MMA7260QT menunjukkan nilai zero gravity adalah sebesar minimal = 1,485V, tipikal = 1,65V, dan maksimal = 1,815V. ADC yang digunakan adalah 10 bit maka nilai ADC dari tegangan tipikal tanpa percepatan adalah:

$$\text{Nilai ADC zero } g = \frac{1,65 \times 1023}{5} = 337,59 \approx 338$$

Tegangan output akselerometer berbentuk tegangan analog akan diubah dalam data ADC 10 bit dengan persamaan sebagai berikut

$$V_{ADC} = \frac{\text{Nilai ADC} \times V_{ref}}{1023}$$

$$\text{Nilai ADC} = \frac{V_{ADC} \times 1023}{V_{ref}}$$

Untuk mendapatkan nilai percepatan dalam satuan g (gravity) maka diperlukan konversi nilai dari tegangan ADC menjadi nilai percepatan dalam satuan g.

Berdasarkan datasheet MMA7260QT didapatkan beberapa parameter sebagai berikut

$$V_{zero\ g} = 1,65\ V = 1650\ mV$$

$$\text{Sensitifitas} = 200\ mV/g\ (\text{untuk range } +/-6g)$$

Maka untuk dapat mengetahui nilai percepatan dalam g, dapat disimpulkan persamaan sebagai berikut

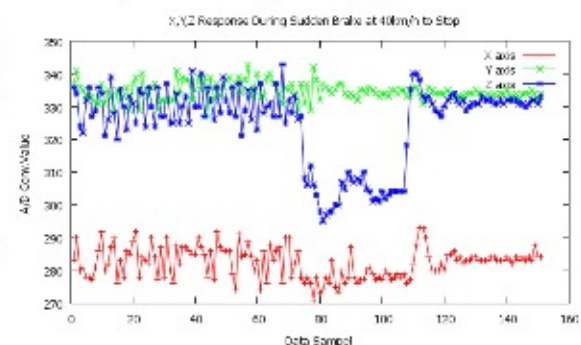
$$\text{nilai } g = \frac{(V_{ADC} \times 1000) - V_{zero\ g}}{\text{sensitifitas}}$$

misal Nilai ADC = 295, maka nilai g nya adalah

$$V_{ADC} = \frac{295 \times 5V}{1023} = 1.441838\ V$$

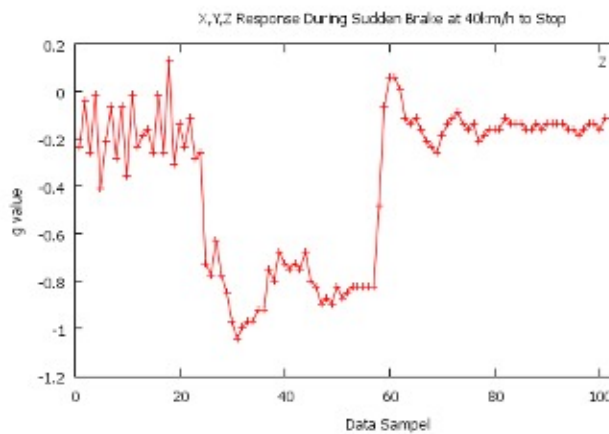
$$\text{nilai } g = \frac{(1.441838 \times 1000) - 1650}{200\ mV/g} = -1.040811\ g$$

Berikut ini pada Gambar 4.4 adalah grafik hasil pengujian saat mobil direm secara mendadak dari kecepatan 40km.jam hingga berhenti.



Gambar 4.4 Grafik akselerometer rem mendadak 40km/jam

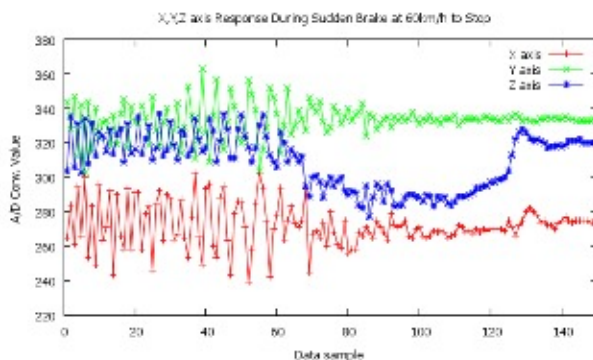
Maka berdasarkan rumus konversi diatas dapat dibuat grafik serupa yang menunjukkan nilai perlambatan yang dialami oleh mobil selama waktu pengereman hingga berhenti ditunjukkan pada Gambar 4.5.



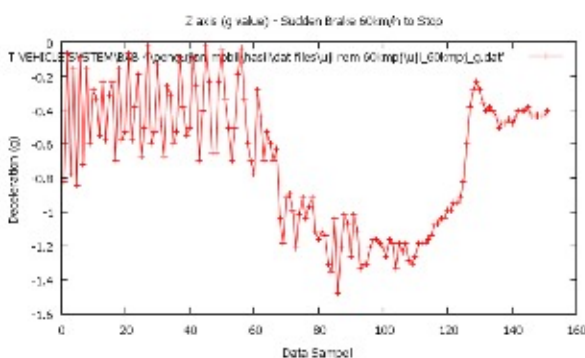
Gambar 4.5 Grafik rem mendadak 40km/jam dalam g

Dapat dilihat dalam grafik bahwa karakteristik grafik berbentuk turunan selama beberapa milisecond dan kemudian kembali kepada level stabil pada -0,1 g hingga -0,2 g. nilai perlambatan tertinggi tercatat sebesar -1,0408 g dan spike akhir sebelum kembali stabil terjadi akibat hentakan kecil suspensi kendaraan setelah berhenti.

Selanjutnya pengujian kami tingkatkan level kecepatannya menjadi rem mendadak pada kecepatan 60km/jam hingga berhenti. Hasilnya didapatkan data pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik akselerometer rem mendadak 60km/jam



Gambar 4.7 Grafik nilai percepatan rem mendadak 60km/jam

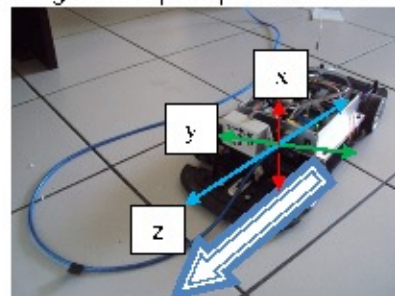
Setelah melalui hasil konversi didapatkan grafik perlambatan dalam g yang menghasilkan nilai perlambatan terbesar pada -1,31 g dengan spike suspensi terbaca -0,234 g yang ditunjukkan oleh Gambar 4.7.

Perlambatan dari rem mendadak dari kecepatan 40km/jam hingga diam ternyata hanya memiliki range g maksimal sebesar -1,04g dan pada kecepatan 60km/jam hingga diam menghasilkan g maksimal -1,31g.

P. Pengujian Tabrakan Arah Depan

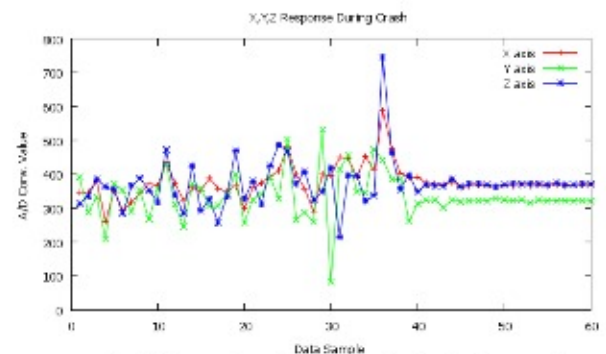
Selanjutnya dilakukan pengujian berbagai kondisi untuk mensimulasikan terjadinya keadaan tabrakan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui respon sensor terhadap berbagai arah tabrakan yang diberikan. Sehingga sensor dapat mengenali nilai ADC tertentu pada sumbu tertentu sebagai pertanda kondisi kecelakaan telah terjadi.

Pengujian tabrakan dilakukan menggunakan mobil mainan yang dikendalikan untuk menabrak kearah target berupa Styrofoam berukuran besar dengan konfigurasi seperti pada Gambar 4.8.

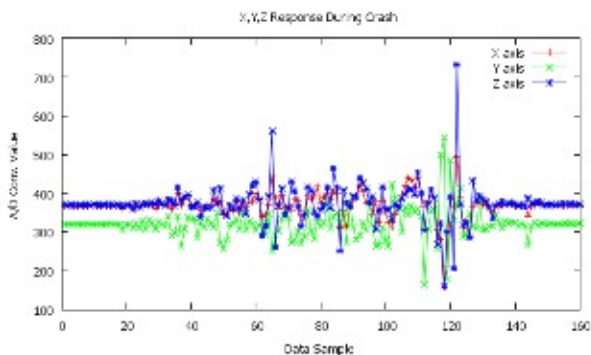


Gambar 4.8 Konfigurasi pengujian dan Orientasi Sensor

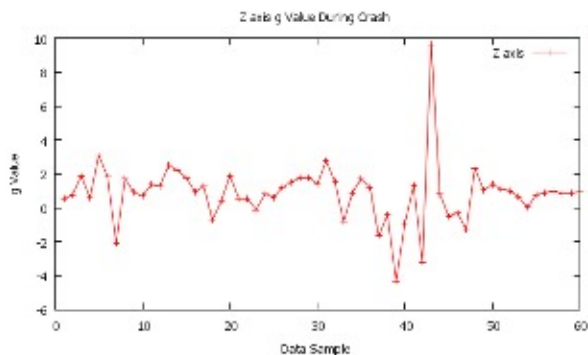
Pada pembacaan grafik konversi nilai puncak ke gravity pada uji tabrakan seperti ditunjukkan pada Gambar 4.10 menunjukkan bahwa nilai puncak Z axis yang bernilai lebih dari 6g ada pada kisaran 8g sampai 9,9g untuk kategori tabrakan.



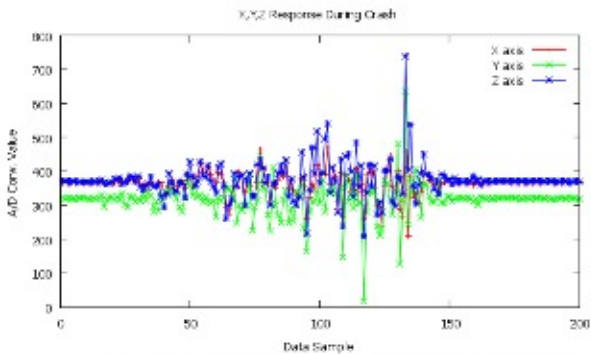
(a) Pengujian Tabrakan ke-1 nilai puncak = 731



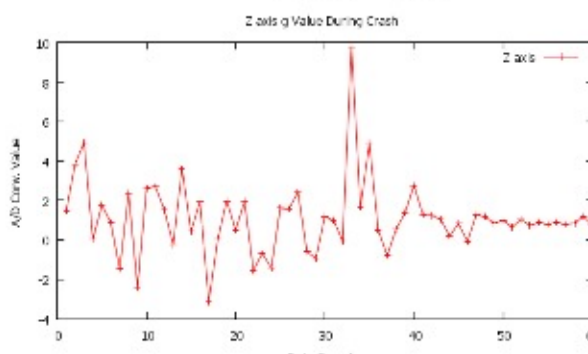
(b) Pengujian Tabrakan ke-2 nilai puncak = 738



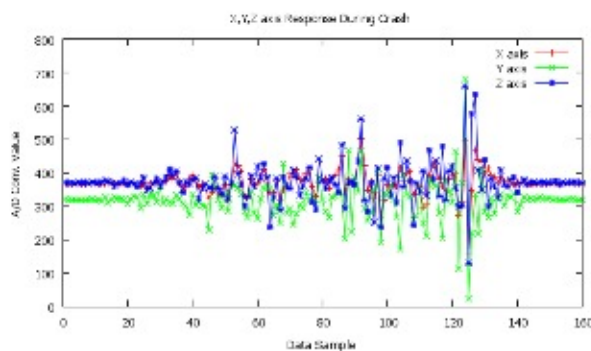
(b) Nilai g Pengujian Tabrakan ke-2 nilai puncak = 9.79



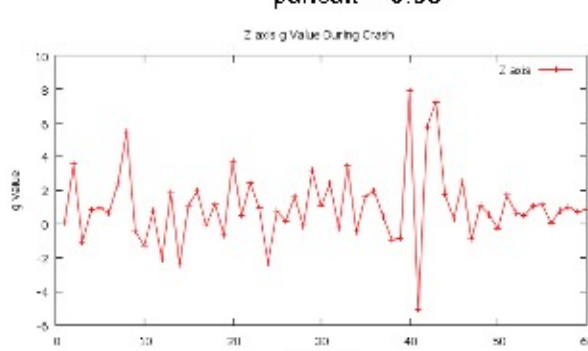
(c) Pengujian Tabrakan ke-3 nilai puncak = 745



(c) Nilai g Pengujian Tabrakan ke-3 nilai puncak = 9.96



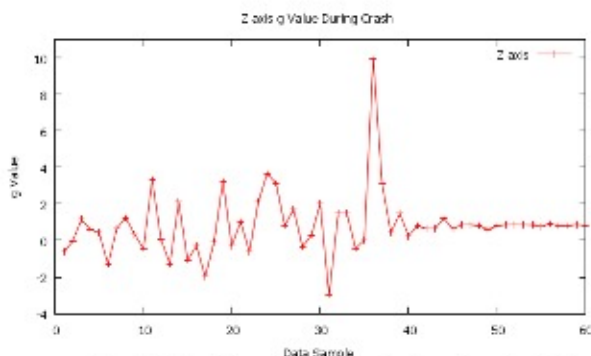
(d) Pengujian Tabrakan ke-4 nilai puncak = 834



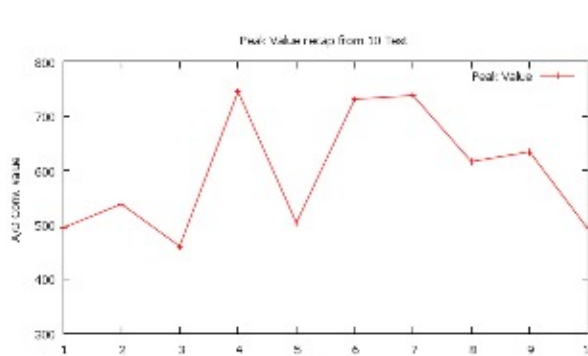
(d) Nilai g Pengujian tabrakan ke-4 nilai puncak = 7.24

Gambar 4.8 Grafik uji tabrakan

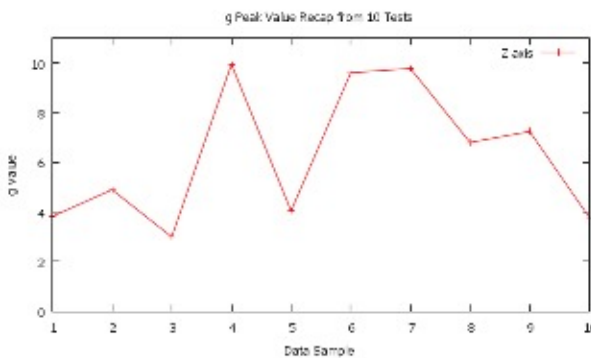
Gambar 4.9 nilai g uji tabrakan pada Z axis



(a) Nilai g Pengujian Tabrakan ke-1 nilai puncak = 9.61



(a) Perbandingan nilai puncak ADC tiap pengujian



(b) Perbandingan nilai puncak tiap pengujian dalam g

Gambar 4.10 Sampling Data-data puncak dari 10 kali tes

Pada pengujian tabrakan dari 10 kali pengujian didapatkan hasil seperti ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1

No	Z axis Peak	Nilai g	Status/Ket.
1	494	3.83	Tertabrak samping depan
2	538	4.90	Tertabrak samping depan
3	460	2.99	Tertabrak samping depan
4	745	9.96	Kecelakaan
5	503	4.04	Tertabrak samping depan
6	731	9.61	Kecelakaan
7	738	9.79	Kecelakaan
8	616	6.80	Kecelakaan
9	634	7.24	Kecelakaan
10	492	3.77	Tertabrak samping depan

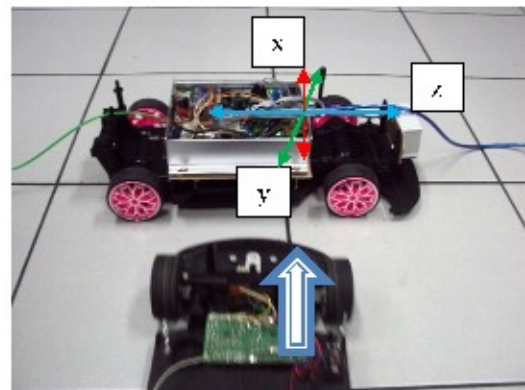
Ket : masuk kategori kecelakaan

Berdasarkan pengujian pada mobil sebelumnya dan pengujian tabrakan maka dari itu kami membuat asumsi bahwa nilai ADC yang harus diterima oleh mikrokontroler sebagai kondisi tabrakan berkisar diatas nilai 6g atau 583,11 pada ADC atau diatas 2,85 V sehingga pada Tabel 4.1 diberikan keterangan status tertabrak dan kecelakaan.

(i. Pengujian Tabrakan Arah Samping

Setelah dilakukan pengujian pada arah depan, maka selanjutnya akan dilakukan pengujian pada arah samping *Smart Vehicle* hal ini diperlukan mengingat arah tabrakan pada mobil umumnya ada pada dua sumbu yaitu sumbu X dan Y. Sumbu X dalam hal ini diwakili oleh Z axis yang mengukur percepatan arah depan-belakang dari *Smart Vehicle*, sedangkan sumbu Y diwakili oleh Y axis yang mengukur percepatan

yang dialami dari arah samping kiri kanan *Smart Vehicle*. Orientasi sensor dan arah tabrak pengujian ini ditunjukkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Orientasi sensor dan arah uji tabrak samping

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan maka didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.2. Pada tabel 4.2 dapat dilihat bahwa adakalanya pada pengujian, sumbu Z bernilai lebih tinggi dari sumbu Y. Hal tersebut terjadi karena arah tabrak yang dialami oleh *Smart Vehicle* tidak selalu tepat pada bagian tengah atau sumbu Y.

Nilai Z tinggi diakibatkan oleh benturan yang lebih kearah bagian depan mobil, seperti pada bagian roda depan dan bumper depan sisi samping. Kejadian ini mengakibatkan hasil pembacaan seperti pada data tabel 4.2 nomor 2, 3, 5, 9.

Pengujian tabrakan pada sisi tengah mobil data yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 4.2 nomor 4, 6, dan 10. Jika tabrakan berlangsung dengan gaya yang besar maka kedua sumbu baik Y maupun Z akan memiliki nilai yang besar seperti ditunjukkan pada tabel 4.2 nomor 1, 7 dan 8. Simbol latar belakang kuning pada tabel 4.2 ditunjukkan untuk nilai puncak dan g yang masuk dalam kategori kecelakaan.

Tabel 4.2

N	Y axis Peak	Y axis Peak value	Z axis Peak	Z axis Peak value	Status/Ket.
1	643	7.46	706	9.00	Kecelakaan
2	496	3.87	634	7.24	Kecelakaan
3	474	3.33	682	8.41	Kecelakaan
4	602	6.46	503	4.04	Kecelakaan
5	458	2.94	709	9.07	Kecelakaan
6	709	9.07	497	3.89	Kecelakaan

7	604	6.51	642	7.43	Kecelakaan
8	700	8.85	593	6.24	Kecelakaan
9	421	2.03	695	8.73	Kecelakaan
10	708	9.05	535	4.82	Kecelakaan

Ket : masuk kategori kecelakaan

V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan proses perencanaan, pembuatan dan pengujian alat serta berdarakan data yang diperoleh maka dapat disimpulkan mengenai perancangan penelitian Smart Vehicle Sistem untuk Mendeteksi Dini Kecelakaan dan keadaan Darurat sebagai berikut :

1. Smart vehicle Sistem mampu merasakan percepatan atau perlambatan pada mobil dengan range pengukuran sesuai dengan spesifikasi akselerometer dan mengirimkan posisi kendaraan pada monitoring server.
2. Pada pengereman mendadak mobil 40km/jam – 0km./jam diperoleh nilai puncak perlambatan sebesar -1,04 g. Sedangkan Pada pengereman mendadak mobil 60km/jam – 0km/jam diperoleh puncak perlambatan sebesar -1,31 g.
3. Pada 10 kali uji tabrakan sumbu Z didapatkan 50% kategori tabrakan dan 50% tidak. Hal ini dikarenakan sudut tabrak yang berbeda-beda.
4. Pada 10 kali uji tabrakan sumbu Y didapatkan 100% teridentifikasi kecelakaan, dengan rincian Y dan Z axis bernilai kecelakaan 30%, Y axis bernilai kecelakaan 30%, Z axis bernilai kecelakaan 40%. Hal tersebut disebabkan oleh titik tabrak yang berbeda-beda.
5. Deteksi tabrak yang paling efektif adalah menghadap lurus terhadap target sesuai dengan prinsip kerja Z axis dan dari arah samping sesuai dengan prinsip kerja Y axis.
6. Pengujian tabrakan sensor mendeteksi perlambatan akibat tabrakan bernilai diatas 6g.
7. Berdasarkan pengujian maka kami tetapkan batas nilai ADC akselerometer untuk kondisi tabrakan harus lebih dari nilai 583 atau 6 g, sesuai dengan spesifikasi sensor untuk sumbu Z dan sumbu Y akselerometer.

[1] http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=17¬ab=14 (diakses 4 Oktober 2010)

[2] Chua, C.S.. *Impact Measurement Using Accelerometers*. Freescale Semiconductor Application Note AN1611, 2004.

[3] Bujak, Christopher Richards. *Vehicle Impact Sensor Using Both Accelerometer and Pressure Sensing For Side Impact Detection*. US Patent No. US. 7,422,086 B2. Sep. 9, 2008

[4] Krida Hartono Putro, Tri. *Sistem Online Untuk Pelacakan Paket Menggunakan Gps (Hardware)*. Proyek Akhir D3 : Teknik Informatika, PENS-ITS; 2007.

[5] Ali Murtadho. *Simulasi Sistem Informasi Posisi Kereta Api dengan Menggunakan GPS untuk Keselamatan Penumpang*. Proyek Akhir D4 LJ : Teknik Elektronika, PENS-ITS; 2010.

[6] Okta Sari, Dian. *Sistem Informasi Via SMS Gateway Antara Pihak Kepolisian dengan Pengemudi*. Proyek Akhir D3 : Teknik Elektronika, PENS-ITS; 2007.

[7] Kurniawan, Deddy. *Rancang Bangun Sistem Pengganti Kunci Kontak Kendaraan Roda Dua Berbasis Bluetooth*. Proyek Akhir D3 : Teknik Telekomunikasi, PENS-ITS; 2011.

[8] Wijaya, Agung Budi. *Rancang Bangun Alat Pengukur Detak Jantung Dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis Komunikasi Bluetooth*. Proyek Akhir D3 : Teknik Telekomunikasi, PENS-ITS; 2010.

DAFTAR PUSTAKA