

SIMULASI PENDETEKSI AMBANG BATAS GETARAN VERTIKAL BERBASIS MIKROKONTROLER SEBAGAI INDIKATOR KENYAMANAN DAN KEAMANAN PENGENDARA PADA KENDARAAN BERMOTOR

Alfan Yuli Wicaksono¹⁾, Haris Ilman Fiqih²⁾, Mohamad Imam Ramadhan³⁾
Isman Djulfi⁴⁾, Setya Wijayanta⁵⁾

^{1), 2), 3)} Teknik Keselamatan Otomotif

⁴⁾ Teknik Mesin Universitas Indonesia Depok

Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal

Jl. Perintis Kemerdekaan No 17, Tegal Timur, Kota Tegal, Jawa Tengah 52125

Email : alfanyuli@gmail.com¹⁾, harisilmanfiqih0794@gmail.com²⁾, mohamadimamr27@gmail.com³⁾
isman_djulfi@yahoo.co.id⁴⁾, s.wijayanta@gmail.com⁵⁾

Abstrak

Keselamatan serta kenyamanan berkendara merupakan bagian yang sangat pokok seiring dengan berkembangnya teknologi. Kelayakan kendaraan untuk dapat beroperasi tidak pernah lepas dari perawatan yang rutin dilakukan. Segala jenis noise serta getaran yang dapat membahayakan kesehatan sering dirasakan pengemudi. Terdapat nilai ambang batas dalam getaran (Hertz) yang dapat diterima oleh pengemudi dan sudah ada penelitian terhadap penentuan terhadap nilai ambang batas. Faktor penyebab yang sangat sering dirasakan oleh pengemudi terhadap getaran adalah di bagian kaki-kaki kendaraan (onderstel). Untuk mengantisipasi terhadap kerusakan bagian kendaraan tersebut dan kesehatan oleh pengemudi maka diperlukanlah suatu sistem pemberi informasi terhadap getaran yang terjadi apabila melewati ambang batas dan sebagai indikator untuk mengetahui terjadi keusakan di bagian kaki-kaki kendaraan.

Dalam penelitian ini disimulasikan dengan rancang bangun menggunakan software simulasi elektronika. Sistem ini bekerja saat terjadi getaran yang melebihi ambang batas terhadap kesehatan tubuh pengemudi. Sistem ini terdiri sensor getaran (Vibration sensor) sebagai input dan sistem informasi berupa LCD yang menampilkan keadaan akibat getaran yang melebihi ambang batas yang dikontrol secara otomatis oleh Mikrokontroler Atmega16. Hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan penggunaan software ISIS Profesional 7, sistem pendeteksi getaran dapat disimulasikan dengan baik. Simulasi ini dapat pula direalisasikan sebagai produk nyata dan dapat diimplementasikan guna menunjang keselamatan dan kesehatan dalam berkendara.

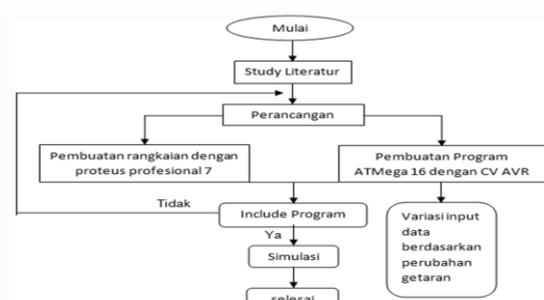
Kata kunci: Getaran, Vibration sensor, Mikrokontroler, LCD.

1. Pendahuluan

Keselamatan dan kenyamanan dalam berkendara menjadi hal yang sangat diinginkan oleh setiap

masyarakat. Salah satu kendala yang timbul dalam berkendara adalah terjadinya getaran mekanis, Getaran Mekanis didefinisikan sebagai getaran-getaran yang ditimbulkan oleh alat-alat mekanis[1]. Sebagian dari getaran tersebut sampai kepada tubuh pekerja, sehingga menimbulkan akibat-akibat yang tidak diinginkan. Getaran mekanis dapat beresonansi dengan tubuh, apabila frekuensi getaran sama dengan frekuensi alami tubuh manusia, maka resonansi tersebut dapat mempengaruhi konsentrasi kerja, mempercepat terjadinya kelelahan, dan menimbulkan gangguan kesehatan mata, syaraf, otot, dan lain sebagainya

Pengaruh getaran yang melewati ambang batas terhadap manusia khususnya pengemudi akan mengakibatkan turunnya ketajaman penglihatan dan kemampuan mengikuti lintasan berkendara[2]. Penurunan konsistensi keakuratan pengendalian dari gerakan otot, serta kemampuan syaraf seperti monitoring, menginterpretasi bentuk, waktu reaksi akan terganggu. Terdapat batasan terhadap getaran vertikal melalui satuan getaran (Hertz) yang dijadikan tolak ukur untuk membuat simulasi peringatan apabila getaran mencapai atau melewati ambang batas. Dengan adanya sistem pendeteksi getaran ini memungkinkan para pengendara atau pemilik kendaraan untuk selalu mengendarai kendaraan dengan keamanan, kenyamanan dan mengutamakan keselamatan berkendara. metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi sederhana.

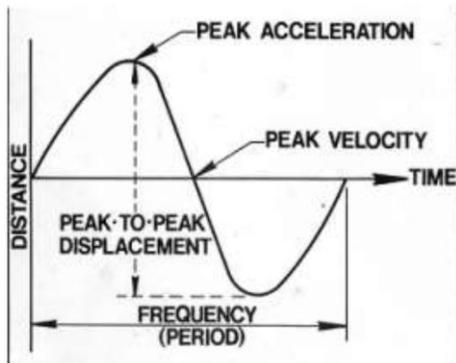


Gambar 1. Diagram alir penelitian

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Karakteristik Getaran

Ada tiga parameter utama yang digunakan sebagai acuan dalam pengukuran getaran mesin. Dengan mengacu pada gerakan pegas, kita dapat mempelajari karakteristik suatu getaran dengan memetakan gerakan dari pegas terhadap fungsi waktu.



Gambar 2. Gelombang getaran

a. Amplitudo

Amplitudo adalah ukuran atau besarnya sinyal getaran yang dihasilkan. Amplitudo dari sinyal getaran ini mengidentifikasi besarnya gangguan yang terjadi. Semakin tinggi nilai amplitudo menandakan semakin besar gangguan yang terjadi.

Perpindahan

Pengukuran perpindahan adalah pengukuran jarak perpindahan benda dari posisi awal saat terjadi getaran.

Kecepatan

Kecepatan adalah laju perubahan jarak per satuan waktu. Kecepatan merupakan salah satu indikator yang paling baik untuk mengetahui masalah getaran pada mesin kecepatan sedang.

Percepatan

Percepatan adalah laju perubahan kecepatan terhadap perubahan waktu. Dalam unit SI satuan percepatan adalah meter per sekon² (m/s²) atau 1 g (gravity) = 9,8 m/s². Parameter percepatan getaran diukur menggunakan transduser *accelerometer*.

b. Frekuensi

Frekuensi adalah banyaknya gelombanggetaran dalam satu satuan waktu. Frekuensi merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk analisis kondisi kendaraan sama halnya dengan detak jantung yang mengindikasikan kesehatan.

c. Fase

Fase adalah perpindahan atau perubahan posisi pada bagian-bagian yang bergetar secara relatif untuk menentukan titik referensi atau titik awal pada bagian lain yang bergetar pada frekuensi yang sama.

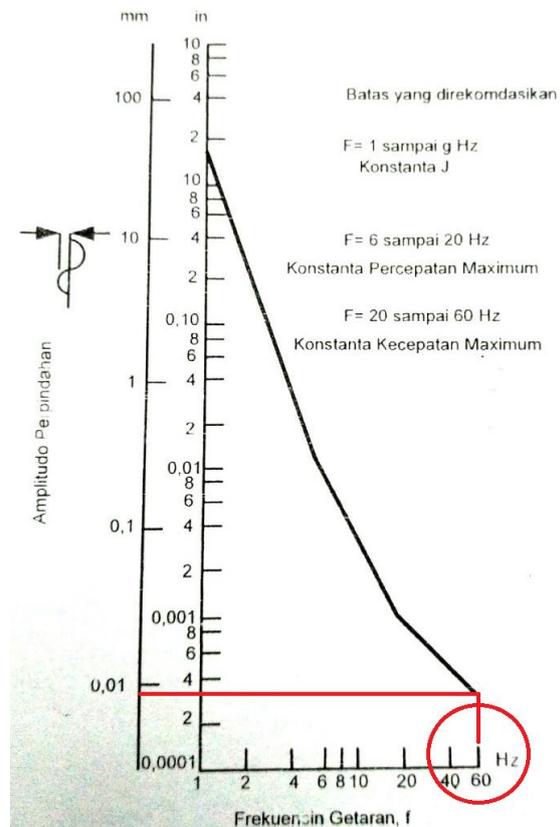
Getaran Pada Kendaraan

Getaran merupakan salah satu gerakan utama yang diderita oleh penumpang suatu kendaraan. Besarnya dampak getaran pada suatu obyek ditentukan oleh frekuensi resonansi dari obyek tersebut dari getaran. Badan manusia terdiri dari banyak organ yang satu sama

lain berhubungan tidak rigid, dengan demikian masing-masing organ dari badan manusia akan mempunyai resonansi frekuensi masing-masing. Getaran yang diberikan oleh kendaraan kepada manusia akan memberi dampak yang berbeda masing-masing organ tubuh manusia. Karena dampak dari getaran juga menyangkut hal-hal yang subyektif, maka perlu untuk memperhatikan reaksi subyektif manusia terhadap getaran. Channey pada tahun 1965 memberikan suatu data perbandingan reaksi subyektif manusia terhadap getaran pada saat duduk dan berdiri pada meja yang bergetar pada frekuensi yang berbeda. Ada 4 batasan reaksi subyektif yang dipakai dalam data tersebut, yaitu : reaksi yang menyatakan tidak terganggu, agak terganggu, sangat terganggu, dan sudah tidak dapat ditoleransi.

2.2 Ambang Batas Getaran

Salah satu kriteria kenyamanan bagi penumpang kendaraan yang terkena getaran vertikal adalah kriteria *Janeway* yang digunakan sebagai kriteria kenyamanan oleh *Society of Automotive Engineer (SAE)* yang diwujudkan dalam manual yaitu *Ride and Vibration Data Manual J6a of SAE*. Kriteria kenyamanan *Janeway* tersebut pada intinya memberikan batasan toleransi ampiltudo getaran sebagai fungsi dari frekuensi. Batasan toleransi kenyamanan yang ditetapkan untuk 3 level frekuensi, yaitu : pertama, pada frekuensi 1 sampai 6 Hz, kedua frekuensi 6 sampai 20 Hz, dan ketiga pada 20 sampai 60 Hz[3].



Gambar 3. Grafik ambang batas getaran

Untuk frekuensi getaran 1 – 6 Hz, harga maksimum dari *Jerk* yaitu perubahan percepatan frekuensi getaran per satuan waktu tidak boleh melebihi $12,6 \text{ m/s}^3$ (496 in/s^3). Getaran dianggap harmonis misal $x = A \sin \omega t$, harga *Jerk* adalah :

$$\frac{dx^3}{dt^3} = A \omega^3 \cos \omega t \quad \dots(1)$$

Jadi harga maksimum dari *Jerk* adalah $A \omega^3$. Dengan demikian untuk getaran dengan toleransi 1 – 6 Hz maka amplitudo maksimum yang diijinkan adalah

$$A_1 = \frac{126}{\omega^3} (\text{meter}) \quad \dots(2)$$

Misal untuk frekuensi 1 Hz = $2\pi \text{ rad/s}$, maka amplitudo maksimum yang diijinkan adalah

$$A_1 = \frac{126/\text{s}^3}{(2\pi \text{ rad/s})^3} = 0,0508 \text{ m} = 2 \text{ in} \quad \dots(3)$$

Selain itu juga telah dikembangkan suatu standar tentang kriteria getaran untuk tubuh manusia yang dapat ditoleransi. Standar ini telah dipakai dan sesuai dengan standar internasional ISO 2631, 1974. Standar tersebut berlaku untuk kendaraan transportasi dan juga untuk kendaraan di industri. Terdapat tiga batasan yang didefinisikan pada standar ini, yaitu:

1. Batasan waktu bagi tubuh manusia tahan dan aman terhadap kesehatan terhadap getaran. Batasan ini tidak boleh dilewati tanpa ada alasan dan justifikasi khusus
2. Batasan kelelahan dan penurunan kinerja yang mana terkait dengan kemampuan untuk mempertahankan efisiensi kerja berlaku untuk pekerjaan mengemudikan kendaraan jalan raya atau traktor.
3. Batasan penurunan kenyamanan yang mana terkait dengan mempertahankan kondisi nyaman penumpang untuk tidak terganggu jika membaca, menulis, dan makan di kendaraan.

Dari ambang batas tersebut diambil nilai frekuensi terakhir yaitu 60 Hz pada grafik dengan amplitudo 0,0003-0,0004 mm berdasarkan kriteria kenyamanan *Janeway*.

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah suatu kontrol elektronik berukuran kecil. Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terintegrasi dengan *ROM (Read-Only Memory)*, *RAM (Read-Write Memory)*, beberapa *PORT* masukan maupun keluaran, dan beberapa peripheral seperti pencacah/pewaktu, *ADC (Analog to Digital converter)*, *DAC (Digital to Analog converter)* dan serial komunikasi. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Compute*) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, ATmega dan ATtiny. Pada dasarnya

yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fiturnya AVR Seperti mikroprosesor pada umumnya, secara internal mikrokontroler ATmega16 terdiri atas unit-unit fungsionalnya *Arithmetic and Logical Unit (ALU)*, himpunan register kerja, register dan dekoder instruksi, dan pewaktu beserta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan mikroprosesor, mikrokontroler menyediakan memori dalam serpih yang sama dengan prosesornya (*in chip*).

2.4 ISIS Proteus Profesional 7

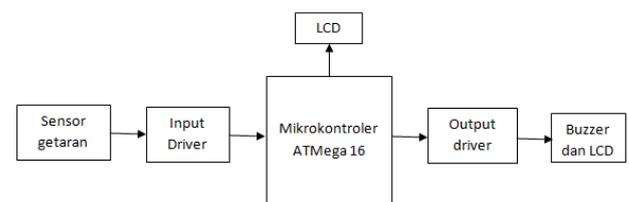
Proteus professional 7 merupakan kelompok software elektronik yang digunakan untuk membantu para desainer dalam merancang dan mensimulasikan suatu rangkaian elektronik. Software ini memiliki dua fungsi sekaligus dalam satu paket, paket satu sebagai software untuk menggambar skematik dan dapat disimulasikan yang diberi nama ISIS[4]. Paket kedua digunakan untuk merancang gambar *Printed Circuits Board (PCB)* yang diberi nama ARES. Sebagai perancang rangkaian elektronik terlebih dahulu menggunakan ISIS sebagai media yang memudahkan dalam perancangan dan simulasi.

2.5 CV AVR

CodeVision AVR merupakan sebuah software yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler sekarang ini telah umum. Mulai dari penggunaan untuk kontrol sederhana sampai kontrol yang cukup kompleks, mikrokontroler dapat berfungsi jika telah diisi sebuah program, pengisian program ini dapat dilakukan menggunakan compiler yang selanjutnya diprogram ke dalam mikrokontroler menggunakan fasilitas yang sudah di sediakan oleh program tersebut. Salah satu compiler program yang umum digunakan sekarang ini adalah *CodeVision AVR* yang menggunakan bahasa pemrograman C.[5]

3. Pembahasan

Rancangan simulasi pendeteksi getaran ditunjukkan pada gambar 2.1 di bawah ini:



Gambar 4. Rancangan Simulasi Alat Pendeteksi getaran

Berdasarkan garis besar sistem simulasi ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu sensor input, perangkat mikrokontroler, dan aktuator.

3.1 Sensor input

Perangkat sensor input terdiri dari beberapa sensor yang bertugas untuk mendeteksi dan mengirim sinyal menuju mikrokontroler.

3.1.1 Vibration Sensor

Sensor getaran merupakan salah satu sensor yang dapat mengukur getaran suatu benda yang nantinya dimana data tersebut akan diproses untuk kepentingan percobaan ataupun digunakan untuk mengantisipasi suatu keadaan tertentu. Sensor getaran merupakan alat yang dapat mendeteksi adanya perubahan fisis berupa getaran kemudian sinyal tersebut diubah menjadi sinyal listrik/elektrik berupa tegangan. Tegangan yang keluaran yang dihasilkan dapat dikonversikan menjadi besar amplitudo maupun frekuensi getaran yang dideteksi dengan cara menghubungkan tegangan keluar dengan rangkaian antarmuka sensor. Komponen penting untuk merancang sensor ini adalah magnet permanen dan kumparan. Prinsip kerja sensor getaran ini adalah memberikan keluran berupa besaran listrik sebagai akibat adanya perubahan fluks karena induksi oleh magnet dan kumparan (solenoida).

3.2 Liquid Crystal Display

Liquid Cristal Display (LCD) yang digunakan pada simulasi ini menggunakan tipe standar dengan 16x4 karakter. LCD digunakan untuk menampilkan kondisi getaran pada kendaraan berbasis mikrokontroler ATmega 16.

3.3 Perangkat Output

Perangkat output yang digunakan pada simulasi ini antara lain :

1. LCD
LCD menampilkan keadaan berupa tulisan apabila terjadi peringatan getaran yang melewati ambang batas.
2. Buzzer
Buzzer digunakan untuk memberikan sinyal peringatan berupa suara.

3.4 Perancangan Simulasi

Aplikasi Proteus adalah gabungan antara program ISIS dan ARES, dengan penggabungan kedua program tersebut maka skematik rangkaian elektronika dapat dirancang serta disimulasikan dan dibuat menjadi PCB layout. Dalam ISIS juga dimasukan sebuah program ProSPICE yang dapat berguna untuk menyimulasikan rangkaian skematik, sehingga program ISIS dapat dijadikan program simulator rangkaian elektronika yang interaktif.

3.5 Perangkat Mikrokontroler

Pada simulasi ini digunakan mikrokontroler ATmega 16 untuk mengolah input dari sensor getaran. Mikrokontroler dalam pemrogramannya menggunakan bahasa C++, pembuatan program dari ATmega 16 ini menggunakan Code Vision AVR untuk menulis bahasa pemrograman pada mikrokontroler.

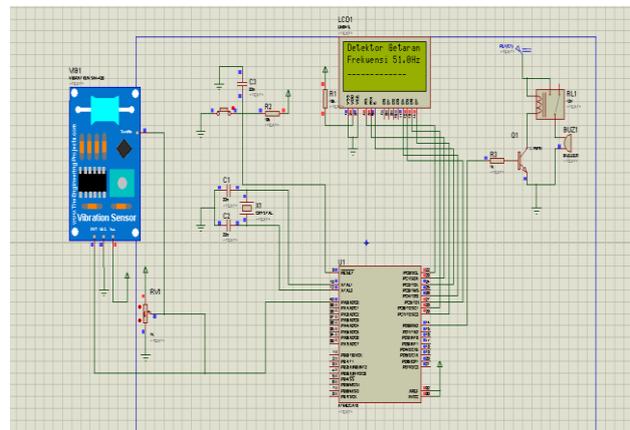
3.6 Aktuator

Aktuator merupakan output dari mikrokontroler yang berfungsi sebagai pelaksana perintah dari

mikrokontroler. Aktuator disini menggunakan *buzzer*, karena *buzzer* ini akan bekerja sebagai penanda ketika terjadi getaran yang melewati ambang batas pada kendaraan. Dengan adanya alat ini pengemudi akan mengetahui secara cepat kondisi yang terjadi di dalam kabinnya dan harus segera memeriksa kondisi onderstel kendaraan untuk menyebabkan terjadinya getaran.

3.7 Kondisi Getaran Normal

Dalam kondisi pada ruang kabin kendaraan normal, sensor getaran memberikan informasi kepada mikrokontroler ATmega 16 bahwa kondisi getaran dalam keadaan aman pada saat ini alat akan menginformasikan kepada pengendara bahwa keadaan dari kendaraan masih aman yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini:

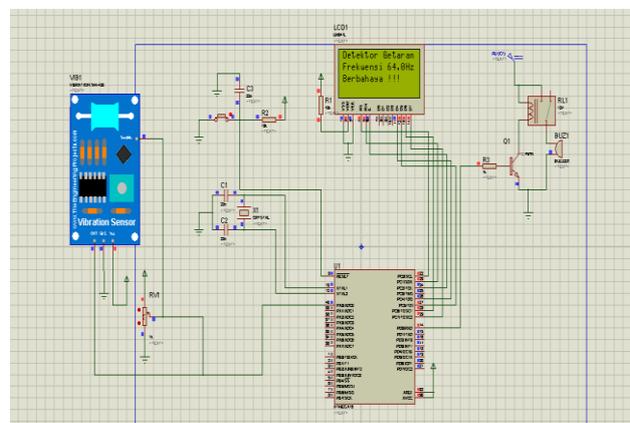


Gambar 5. Kondisi getaran normal

Ketika sensor getar pada rangkaian simulasi menerima getaran tetapi masih dibawah ambang batas frekuensi kenyamanan getaran dengan amplitudo yang ditetapkan berdasarkan grafik ambang batas getaran (60 Hz dan amplitudo melewati 0,0003-0,0004 mm) maka output tambahan yang berupa *buzzer* tidak berbunyi karena masih menunjukkan kondisi normal.

3.8 Kondisi Getaran Melewati Ambang Batas

ketika pada kendaraan mengalami getaran sampai mencapai nilai ambang batas atau melebihinya, sensor akan memberi informasi berupa peringatan seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 6. Kondisi getaran melewati ambang batas

Mikrokontroler akan mengaktifkan output berupa *buzzer* yang berbunyi serta LCD menampilkan peringatan “Berbahaya” pada sistem apabila getaran mencapai lebih atau sama dengan 60 Hz dan amplitudo melewati 0,0003-0,0004 mm. Output akan berhenti bekerja ketika frekuensi getaran dan amplitudo menurun hilang (kendaraan berhenti).

3.9 Hasil Pengujian Simulasi Pendeteksi Getaran

Dari hasil pengujian simulasi sistem pendeteksi getaran pada kendaraan, maka diperoleh hasil seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Pengujian simulasi pendeteksi getaran :

Frekuensi Getaran (Hertz)	Kondisi Output
10	OFF
20	
30	
40	
50	
60	ON
70	
80	
90	
100	

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan menggunakan ISIS Proteus Profesional 7 dengan komponen utama menggunakan Atmega16, *vibration sensor*, *LCD* serta *buzzer* dapat disimulasikan sistem pendeteksi getaran vertikal kendaraan pada keadaan tertentu (keadaan normal dan melewati ambang batas). Simulasi ini dapat menjadi sistem yang menunjang keselamatan serta kenyamanan ketika berkendara berdasarkan kriteria kenyamanan *Janeway* yang pada intinya memberikan batasan toleransi amplitudo getaran sebagai fungsi dari frekuensi. Karakteristik dari sensor tersebut sangat sensitif terhadap perubahan getaran berdasarkan frekuensi dan amplitudo yang ditentukan.

Daftar Pustaka

- [1] <http://doyoyekti.staff.telkomuniversity.ac.id/bahaya-getaran/>, diakses pada tanggal 19 Desember 2016.
- [2] <https://id.scribd.com/document/231404966/revisi-bahaya-fisika>, diakses pada tanggal 19 Desember 2016.
- [3] Nyoman Sutantra dan Bambang Sampurno, “Teknologi Otomotif”, edisi kedua, ITS, Surabaya, 2010.
- [4] Ariadie Chandra N., M.T, Muhamad Ali, M.T. Hartoyo, M.Pd., M.T., Andik Asmara, S.Pd., Aditia Putra Kurniawan, Setyo Negoro, “Module Proteus Profesional 7.5 Isis Digital”, Program Pengabdian Masyarakat (Ppm) 18-20, Juli 2012.
- [5] Suprpto; “Aplikasi dan Pemrograman Mikrokontroler AVR”, UNY Press, Yogyakarta, 2012.
- [6] Ernest J. Mc Cormick; “Human Factors in Engineering and Design”, Mc Graw Hill, New York, 1976.
- [7] J. Li, Y. Y. Qin, Q. Zhao, and W. Zhang, “A pseudo excitation method for automotive vibration analysis,” Mechanical Science and Technology, vol. 28, no. 3, pp. 281–285, 2009.

- [8] Thomas D. Gillespie; “Fundamentals of Vehicle Dynamics”, Society of Automotive Engineer. Inc, 1994.
- [9] Young Li Yoo dan Buyung Woon Jin; “The Characteristic of The Shock Force Induced in The Switchable Damper During Its Mode Change”, Proceeding, IPC –III on Automotive Eng., Bali, 1997.

Biodata Penulis

Alfan Yuli Wicaksono, Jurusan Teknik Keselamatan Otomotif Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal, masuk tahun 2013. Saat ini menjadi Mahasiswa aktif di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal.

Haris Ilman Fiqih, Jurusan Teknik Keselamatan Otomotif Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal, masuk tahun 2013. Saat ini menjadi Mahasiswa aktif di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal.

Mohamad Imam Ramadhan, Jurusan Teknik Keselamatan Otomotif Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal, masuk tahun 2013. Saat ini menjadi Mahasiswa aktif di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal.

Isman Djulfi. Lahir, 26 Juli 1971. Penulis memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang. Memperoleh gelar Magister Administrasi. Program Pasca Sarjana di Universitas Pendidikan Nasional Denpasar, lulus tahun 2012. Saat ini menjadi Dosen di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.

Setya Wijayanta. Lahir di Yogyakarta, 22 Mei 1981. Penulis pernah mengikuti pendidikan formal di TK Tunas Sari, SD N Sendang, SMP N 2 Pengasih, SMK N 2 Pengasih. Memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd), Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Yogyakarta, lulus tahun 2004. Memperoleh gelar Magister Teknik (M.T) Program Pasca Sarjana Magister Teknik Mesin Universitas Indonesia, lulus tahun 2012. Saat ini menjadi Dosen di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.

