



RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKUR KECEPATAN KENDARAAN MENGGUNAKAN SENSOR MAGNETIK

Aris S. Ramdhani¹; Ahmad Aminudin^{1*}; Agus Danawan^{1*}

¹*Departemen Pendidikan Fisika, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung dan 40154*

**Penulis Penanggungjawab. Email : chiko.farm@gmail.com*

ABSTRAK

Data kecepatan kendaran di jalan raya sangat berpengaruh bagi keamanan dan keselamatan pengguna jalan raya. Kemajuan teknologi sensor sangat membantu dalam mengukur kecepatan kendaraan dengan otomatis. Metode yang umum dipakai ialah metode dengan menggunakan dua buah rangkaian sensor yang sudah diatur pada jarak tertentu. Sensor digunakan sebagai pendeteksi keberadaan kendaraan. Data kecepatan kendaraan didapatkan dengan mencari selang waktu yang dibutuhkan kendaraan melaju dari sensor pertama menuju sensor kedua. Saat kendaraan melaju melewati sensor maka sinyal keluaran sensor menjadi acuan perhitungan waktu *start* dan *stop*. Berbagai jenis sensor yang sudah digunakan ialah sensor LDR, sensor *ultrasonic*, sensor laser, sensor loop induktif dan sensor kamera. Setiap sensor yang sudah dipergunakan memiliki berbagai jenis kekurangan dalam mendeteksi kendaraan pada jalan raya. Oleh karena itu penulis memunculkan ide baru dengan menggunakan sensor magnetik yang memiliki faktor gangguan eksternal yang rendah. Sensor magnetik yang digunakan ialah sensor Giant MagnetoResistance (GMR). Perancangan sistem pengukur kecepatan kendaraan yang penulis lakukan berupa sebuah prototype. Hasil pengujian sistem pengukur kecepatan kendaraan menggunakan sensor magnetik GMR menunjukkan respon yang bagus saat pengujian dilakukan pada jarak 30cm dan 70cm antara dua buah sensor GMR.

Kata kunci: kecepatan kendaraan, sensor GMR, magnetik, tegangan

ABSTRACT

Data speed of vehicles on the highway are very influential to the security and safety of users of the highway. Advances in sensor technology is very helpful in measuring the speed of vehicles with automatic. A common method used is the method by using two sensor circuit which is set at a certain distance. The sensor is used as a detector for the existence of the vehicle. Vehicle speed data obtained by finding the time required vehicles drove from the first sensor to the second sensor. When the vehicle drove past the sensor, the sensor output signal to be a reference calculation start and stop time. Many types of sensors that have been used are LDR sensors, ultrasonic sensors, laser sensors, inductive loop sensors and camera sensors. Each of the sensor is already used to have various types of shortcomings in detecting vehicles on highways. Therefore, the authors bring up new ideas by using a magnetic sensor that has a low external noise factor. The type of sensor used magnetic sensor is giant magnetoresistance (GMR). Measuring system design vehicle speed that the author did such a prototype. The results of testing measuring vehicle speed using the GMR sensor showed a good response when testing is done at a distance of 30cm and 70cm between the two GMR sensors.

Keywords: an external magnetic field, the resistivity, GMR sensor, voltage, speed

1. Pendahuluan

Silikon Suatu benda yang bergerak pasti mempunyai kecepatan, misalnya di dalam sistem lalu lintas. Kecepatan suatu kendaraan baik motor atau mobil dapat diukur kecepatannya secara otomatis ataupun manual. Data kecepatan kendaraan di jalan raya sangat berpengaruh bagi keamanan pengendara dan demi terciptanya keselamatan terhadap para pengguna jalan raya. Maka munculah ide untuk membuat sistem yang dapat mengukur dan mengetahui kecepatan kendaraan yang melintasi jalan raya secara otomatis.

Kemajuan Teknologi sensor saat ini sudah dapat membantu dalam menghitung data kecepatan kendaraan pada jalan raya. Konsep metode yang digunakan adalah dengan menggunakan sensor sebagai

pendeteksi keberadaan kendaraan. Penelitian alat pengukur kecepatan yang sudah ada menggunakan sensor berbasis sensor Light Dependent Resistor (LDR) (Adam, 2013), sensor ultrasonik (Slamet, 2010), sensor laser (Bisman, 2008), sensor loop induktif dan sensor kamera. Konsep yang digunakan adalah menggunakan dua buah rangkaian sensor yang berfungsi sebagai acuan mulai dan berhentinya penghitungan waktu, dengan jarak antara sensor yang sudah ditentukan maka setelah didapatkannya waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk menempuh jarak dari kedua sensor tersebut diperoleh kecepatan kendaraan dengan membagi jarak dan waktu tempuh.

Permasalahan yang ada adalah keterbatasan sensor dalam mendeteksi kendaraan yang melintasi jalan sehingga menghasilkan pengamatan

yang kurang maksimal. Sensor LDR dan sensor kamera sangat mengandalkan sumber cahaya luar sehingga saat malam hari sensor tidak dapat bekerja secara optimal. Sama halnya sensor ultrasonik sangat mengandalkan bentuk geometri kendaraan yang akan diamati. Sedangkan sensor laser akan mengalami masalah saat terdapat benda selain kendaraan yang menghalangi laser menuju receiver.

Konsep sensor yang paling minim mendapatkan gangguan permasalahan adalah sensor yang berbasis magnet. Sensor berbasis magnet mendeteksi kendaraan dari bahan logam yang dominan terdapat pada kendaraan sehingga baik dalam kondisi apapun siang, malam, hujan dan panas tidak akan berpengaruh banyak kepada kemampuan sensor dalam mendeteksi kendaraan. Sensor induktif loop detektor salah satunya. Namun sensor ini memiliki sedikit kendala dalam perihal pemasangan sensor karena memerlukan tempat yang sesuai agar tidak terkena dampak efek medan magnet bumi dan peralatan yang dibutuhkan memerlukan biaya cukup tinggi baik dari segi pemasangan sensor maupun pengadaan detektor sensor.

Oleh karena itu, Berdasarkan paparan permasalahan di atas penulis mencoba mengusulkan pengembangan konsep baru dalam mengukur kecepatan kendaraan yakni menggunakan sensor magnet Giant Magneto Resistance (GMR) agar lebih efisien dalam hal performa pendeteksian kendaraan dan juga efisien dalam hal biaya yang lebih terjangkau. Proses pengembangan yang diambil yakni dengan membuat prototype dari

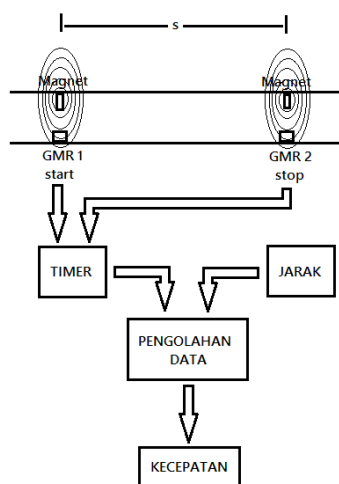
pengembangan sensor magnet GMR yang difungsikan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan yang ada disekitarnya. Mulai dari proses karakterisasi daerah optimum sensor magnet GMR dalam mendeteksi kendaraan yang lewat disekitarnya sehingga didapatkan referensi pemasangan sensor magnet GMR yang optimal.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada rancang bangun pengukur kecepatan kendaraan menggunakan sensor magnetik GMR adalah metode deskriptif dan eksperimen. Melalui metode deskriptif penulis menjelaskan permasalahan yang dibahas. Sedangkan melalui metode eksperimen penulis merancang, membuat dan menguji daerah optimum kerja dari sensor GMR dalam mendeteksi keberadaan kendaraan dan merancang, membuat dan menguji prototype sistem pengukur kecepatan prototype kendaraan dengan mengkombinasikan dua buah sensor GMR.

Pada proses pengujian daerah optimum kerja atau karakterisasi batas ukur sensor GMR dalam mendeteksi kendaraan dilakukan beberapa pengujian dengan menempatkan posisi sensor terhadap sumber magnet dengan berbagai variasi posisi. Variasi yang dilakukan mulai dari melihat pengaruh posisi muka sensor terhadap magnet, pengaruh medan magnet bumi terhadap posisi sensor dan magnet, pengaruh jarak sensor dan magnet lalu diberikan gangguan oleh prototype kendaraan.

Perancangan prototype sistem pengukur kecepatan kendaraan mengikuti diagram alir pada gambar 1



Gambar 1 Diagram alir perancangan prototype sistem pengukur kecepatan kendaraan

Pada gambar 1 terlihat diagram alir perancangan sistem pengukur kecepatan kendaraan menggunakan dua buah sensor GMR yang sudah diatur jarak sebesar S. Sensor GMR berfungsi memberikan sinyal pada rangkaian timer sehingga menjalankan perhitungan waktu.

Saat kendaraan melaju melalui sensor GMR 1 maka sensor GMR 1 memberikan sinyal start perhitungan waktu pada rangkaian timer. Selanjutnya saat kendaraan melaju melalui sensor GMR 2 maka sensor GMR 2 memberikan sinyal stop perhitungan waktu pada rangkaian timer. Selang waktu yang didapatkan akan dikonfersi oleh rangkaian pengolahan data menjadi besar nilai kecepatan kendaraan.

Pengolahan data kecepatan yang penuli lakukan menggunakan pengolahan data manual dari selang

waktu yang didapat dari hasil pengujian menggunakan persamaan :

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (1)$$

Dengan V menunjukkan kecepatan (cm/s), Δx menunjukkan jarak antara dua buah sensor sebesar S, Δt menunjukkan selang waktu yang dibutuhkan kendaraan melaju melalui sensor GMR 1 menuju sensor GMR 2.

3. Hasil Dan Pembahasan

Pengujian karkaterisasi batas ukur sensor dilakukan beberapa pengujian yakni melihat respon keluaran sensor yang diuji menurut penempatan magnet terhadap muka sensor GMR, penempatan sensor GMR terhadap medan magnet bumi, penempatan jarak antara sensor GMR dan magnet.

Hasil pengambilan data respon keluaran sensor GMR pada penempatan magnet terhadap muka sensor GMR terlihat pada tabel 1.

Tabel 1 Pengujian posisi magnet terhadap muka sensor GMR

No.	Posisi Magnet terhadap Muka Sensor GMR	V (mV)
1	Atas	15,2
2	Bawah	11,1
3	Kanan	4,3
4	Kiri	4,8

Terlihat pada tabel 1 pengujian posisi magnet terhadap muka sensor GMR menghasilkan besar keluaran pada orde milivolt. Terdapat dua buah hasil dua sisi yang memiliki nilai lebih

tinggi yakni 15,2 Volt dan 11,1 Volt dan sisi lainnya memiliki nilai yang lebih rendah yakni 4,3 Volt dan 4,8 Volt. Hal tersebut menunjukkan bahwa saat nilai tegangan yang diperoleh GMR memiliki nilai lebih besar dapat diartikan GMR sedang mendeteksi bagian magnet dengan medan magnet yang rapat. Sebaliknya saat nilai tegangan yang diperoleh GMR memiliki nilai yang lebih rendah dapat diartikan GMR sedang mendeteksi bagian magnet dengan medan magnet yang kurang rapat.

Hasil pengambilan data respon keluaran sensor GMR pada penempatan sensor GMR terhadap arah medan magnet bumi terlihat pada tabel 2.

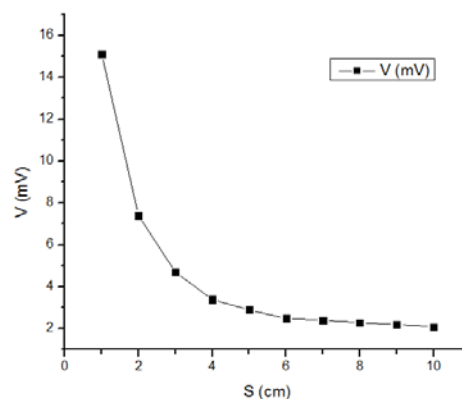
Tabel 2 Pengujian sensor GMR terhadap arah medan magnet bumi

No.	Posisi Sensor terhadap Medan Magnet Bumi	V (mV)
1	Utara	17,4
2	Selatan	17,6
3	Timur	16,4
4	Barat	15,2

Terlihat pada tabel 1 pengujian sensor GMR terhadap arah medan magnet bumi menghasilkan besar keluaran pada orde milivolt. Terdapat dua sisi arah mata angin yang memiliki nilai lebih tinggi yakni 17,6 mV dan 17,4 mV pada arah selatan dan utara, sedangkan dua sisi arah mata angin yang memiliki nilai yang lebih rendah yakni 15,2 mV dan 16,4 mV pada arah barat dan timur. Namun penulis tidak menguji besar pengaruh medan magnet bumi terhadap arah atas dan bawah berdasarkan permukaan bumi.

Data hasil pengujian menunjukkan bahwa medan magnet bumi ikut berpengaruh pada medan magnet batang sehingga terdapat penguatan pada saat rangkaian menghadap arah utara dan selatan magnet bumi, sedangkan terdapat penurunan saat rangkaian menghadap arah timur dan barat magnet bumi. Hal tersebut dikarenakan sifat medan magnet yang cenderung membesar saat terdapat dua buah medan magnet yang searah garis gaya medan magnet, sedangkan sifat medan magnet yang cenderung mengecil saat terdapat dua buah medan magnet yang berlawanan arah garis gaya medan magnet.

Hasil pengambilan data respon keluaran sensor GMR pada penempatan jarak antara sensor GMR dan magnet terlihat pada gambar 2.



Gambar 2 Hasil tegangan keluaran terhadap jarak antara sensor dan magnet

Terlihat pada gambar 2 nilai tegangan keluaran tertinggi didapatkan pada saat jarak antara sensor dan magnet yang paling dekat yakni pada jarak 1cm. Semakin jauh jarak antara sensor dan magnet maka semakin kecil tegangan yang dihasilkan sensor GMR. Pada pengujian dengan jarak

diatas 5cm didapatkan besar tegangan hanya memiliki perubahan sebesar 0,1 mV. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada jarak diatas 5cm sensor GMR sudah tidak dapat bekerja dengan maksimal dalam mendeteksi besar medan magnet yang diberikan oleh sumber magnet. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin jauh sumber medan magnet dengan sensor GMR maka semakin sedikit rapat medan magnet yang dideteksi oleh sensor GMR.

Pengujian keseluruhan sistem alat *prototype* pengukur kecepatan kendaraan dilakukan dengan memvariasikan jarak antara dua buah sensor GMR dengan variasi jarak 10cm, 20cm, 30cm dan 70cm. Selain variasi jarak, pengujian yang dilakukan menggunakan variasi input masukan pada *prototype* kendaraan saat memberikan gangguan pada alat pengukur kecepatan dengan variasi input 3V, 4V, 5V, 6V dan 7V aru DC. Input pada *prototype* merepresentasikan kecepatan pada *prototype* kendaraan.

Hasil pengujian dengan variasi input pada *prototype* kendaraan terlihat pada tabel 3, tabel 4, tabel 5, tabel 6 dan tabel 7.

Tabel 3 Pengujian dengan input 3V

N	S							
o.	(c m)	t (s)						\bar{t} (s)
1	10	0, 18	0, 16	0, 17	0, 14	0, 18	0, 17	
2	20	0, 0,	0, 0,	0, 0,	0, 0,	0, 0,	0, 0,	

		35	34	38	36	36	36
3	30	0, 56	0, 54	0, 54	0, 55	0, 56	0, 55
4	70	1, 29	1, 31	1, 28	1, 29	1, 28	1, 29

Tabel 4 Pengujian dengan input 4V

N	S							
o.	(c m)	t (s)						\bar{t} (s)
1	10	0, 15	0, 15	0, 15	0, 14	0, 15	0, 15	
2	20	0, 20	0, 18	0, 16	0, 18	0, 18	0, 18	
3	30	0, 31	0, 31	0, 30	0, 28	0, 30	0, 30	
4	70	0, 62	0, 75	0, 69	0, 73	0, 75	0, 71	

Tabel 5 Pengujian dengan input 5V

N	S							
o.	(c m)	t (s)						\bar{t} (s)
1	10	0, 11	0, 12	0, 11	0, 12	0, 11	0, 11	
2	20	0, 14	0, 11	0, 13	0, 14	0, 13	0, 13	
3	30	0, 22	0, 24	0, 25	0, 23	0, 25	0, 24	
4	70	0, 0,	0, 0,	0, 0,	0, 0,	0, 0,	0, 0,	

50 51 50 50 50 50

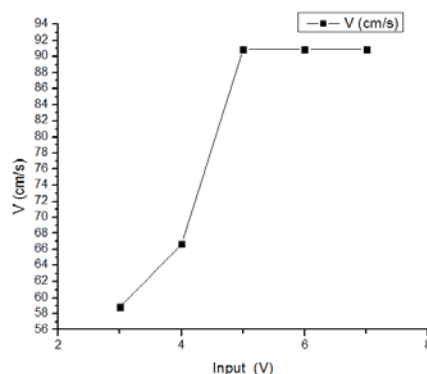
Tabel 6 Pengujian dengan input 6V

N o.	S (c m)	t (s)						\bar{t} (s)
1	10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
2	20	0,11	0,12	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11
3	30	0,16	0,15	0,16	0,18	0,16	0,16	0,16
4	70	0,36	0,37	0,38	0,36	0,36	0,37	0,37

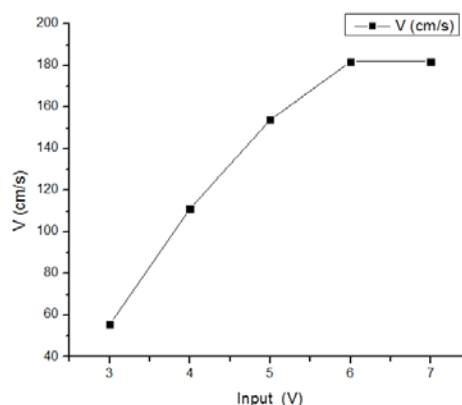
Tabel 7 Pengujian dengan input 7V

N o.	S (c m)	t (s)						\bar{t} (s)
1	10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
2	20	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
3	30	0,14	0,13	0,14	0,14	0,11	0,13	0,13
4	70	0,32	0,30	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29

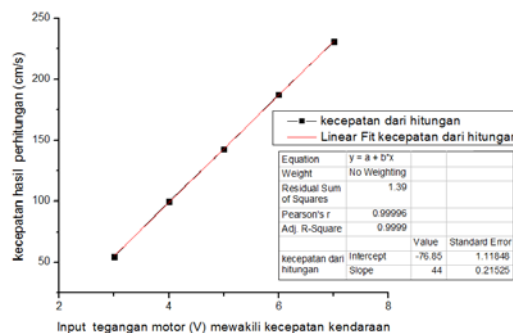
Setelah dilakukan pengolahan data waktu tempuh maka didapatkan besar kecepatan sebagai berikut :



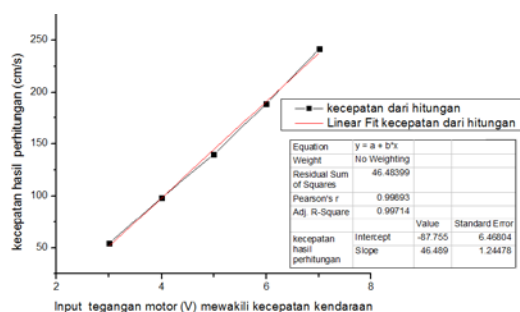
Gambar 3 Hasil kecepatan pada jarak 10 cm antara dua buah sensor GMR



Gambar 4 Hasil kecepatan pada jarak 20 cm antara dua buah sensor GMR



Gambar 5 Hasil kecepatan pada jarak 30 cm antara dua buah sensor GMR



Gambar 6 Hasil kecepatan pada jarak 70 cm antara dua buah sensor GMR

Hasil kecepatan yang diperoleh pada pengujian memberikan hasil yang bervariasi. Pada pengujian dengan jarak 10cm dan 20cm antara dua buah sensor menghasilkan nilai error yang cukup besar terlihat pada kemiringan grafik yang tidak konstan. Terdapat nilai yang sama dengan input yang berbeda.

Pada pengujian jarak 30cm dan 70cm antara dua buah sensor menghasilkan nilai error yang cukup sedikit terlihat pada kemiringan grafik yang konstan dengan persamaan grafik $y = 44 * x - 76,85$ pada pengujian 30cm dan $y = 46,49 * x - 87,76$ pada pengujian 70cm.

4. Simpulan

Karakterisasi batas ukur sensor memiliki beberapa faktor penting yakni penempatan sensor terhadap sumber magnet, penempatan sensor terhadap sumber medan magnet bumi dan jarak penempatan sensor terhadap sumber magnet.

Respon sensor terdapat dua muka posisi yang mendeteksi medan magnet rapat dan dua buah muka posisi yang mendeteksi medan magnet kurang rapat. Respon posisi sensor terhadap medan magnet bumi saat sensor menghadap arah utara dan selatan magnet bumi, medan magnet

bumi menambahkan besar medan sumber magnet, namun saat sensor menghadap arah timur dan barat, medan magnet bumi mengurangi besar medan sumber magnet. Respon sensor semakin jauh jarak antara sensor GMR dan sumber magnet maka tegangan yang dihasilkan oleh sensor akan semakin kecil. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin jauh sumber medan magnet maka semakin sedikit rapat medan magnet yang dapat dideteksi oleh sensor.

Setelah dilakukan pengujian keseluruhan alat *prototype* pengukur kecepatan kendaraan didapatkan hasil yang cukup baik pada saat *prototype* kendaraan diberikan input sebesar 3 Volt DC. Namun saat input *prototype* kendaraan diberikan di atas 3 Volt DC, beberapa pengujian menghasilkan data dengan error yang cukup besar. Hal tersebut terlihat jelas pada pengujian jarak 10cm. Menurut analisis penulis hal tersebut terjadi dikarenakan kemampuan pencatat waktu stopwatch yang penulis gunakan tidak dapat menghasilkan waktu yang lebih rendah dari 0,11s. Sehingga pada pengujian dengan jarak 10cm saat menggunakan input yang lebih tinggi tetap menghasilkan kecepatan yang sama.

Jarak antara dua sensor GMR yang menghasilkan nilai kecepatan yang baik ialah pada jarak 30cm dan 70cm dengan data dengan kenaikan yang linier. Pada jarak 10cm dan 20cm data kecepatan yang dihasilkan masih belum menunjukkan linieritas yang baik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penganjuran daerah kerja yang pada perancangan *prototype* pengukur kecepatan kendaraan menggunakan input rendah dan jarak antara dua



buah sensor GMR diatas 30cm agar hasil kecepatan yang dihasilkan optimal.

5. Referensi

1. Bisman, P. (2008).” Rancangan Alat PengukurKecepatan Kendaraan Di Jalan Tol Berbasis Mikrokontroler AT89S51”. Medan: Universitas Sumatra Utara.
2. Dickson, K. (2014) Pengertian Optocoupler dan Prinsip Kerjanya. [Online]. <http://www.creativeelectro.com/product.php?category=71>. 15 April 2015.
3. Mitra, D. (2010). *Sensor Magnetik GMR, Teknologi dan Aplikasi Pengembangannya*. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXV HFI jateng & DIY. ISSN 0853-0823.
4. Tipler, P.A.(1991). *Fisikan Untuk Sains dan Teknik* (Edisi Ketiga) Jakarta: Erlangga.
5. Slamet, H. (2010). Sensor Ultrasonik SRF05 sebagai memantau kecepatan Kendaraan Bermotor. *Jurnal Elektronik*.(3)