



---

---

## RANCANG BANGUN PROTOTYPE COUNTER MOBIL MENGGUNAKAN SENSOR GIANT MAGNETIC RESISTANCE (GMR) BERBASIS MIKROKONTROLER

Adnan F. Ardiansyah<sup>1</sup>; Ahmad Aminudin<sup>1\*</sup>; Hikmat<sup>1\*</sup>

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

*\*Penulis Penanggungjawab. Email : [adnanfakhriardiansyah@gmail.com](mailto:adnanfakhriardiansyah@gmail.com),  
[aaminudin@upi.edu](mailto:aaminudin@upi.edu)*

### ABSTRAK

Kepadatan lalu lintas salah satunya diakibatkan pertambahan jumlah mobil yang tidak seimbang dengan pertambahan panjang jalan. Data kepadatan lalu lintas dapat menjadi informasi yang berguna untuk statistik pengembangan jalan dan pengguna jalan. Data tersebut didapatkan dengan cara menghitung manual ataupun dengan detektor yang ditanam pada jalan atau kamera CCTV. Namun, cara tersebut tidak efisien karena data yang didapat membutuhkan sumber daya manusia dan sumber dana yang besar. Pada penelitian ini, telah dirancang sistem sederhana yang dapat mendeteksi frekuensi atau jumlah kepadatan mobil tiap satuan waktu. Data diperoleh dengan mikrokontroler berbasis arduino yang menggunakan sensor magnet GMR sebagai input. Ketika kendaraan diatas telah melewati sistem, mikrokontroler memproses sinyal yang diterima dari sensor untuk mendapatkan data jumlah kendaraan. Serta LCD karakter 2x16 sebagai penampil data. Data yang diperoleh kemudian dapat digunakan untuk otomatisasi pengukur kemacetan dan sistem kontrol lalu lintas lainnya, menggantikan sistem detektor yang ditanam pada jalan raya dan video kamera dimalam hari dan untuk menutupi daerah yang tidak terjangkau. Hasil penelitian menunjukan bahwa sensor mempunyai tingkat akurasi pengukuran 94,66%, serta mempunyai tingkat presisi yang cukup baik.

**Kata kunci** : Arduino UNO, sensor GMR, pengukuran medan magnet, detektor kendaraan, counter mobil

---

---

**ABSTRACT**

Traffic data frequency can be beneficial for statistic extended road method and road user. Data may be found from manual counter or using detector implanted to the road or CCTV camera. However, that method not efficient because need operator in order to obtained the data and expensive cost. In this research, already planned a simple system traffic vehicle counter or vehicle quantity by the time. Data obtained by microcontroller Arduino UNO with magnetic sensor (GMR) attached as input. When a vehicle passes above the circuit system, a microcontroller processes signal of sensor to obtain data quantity of vehicle. And also character LCD 2x16 as display data. The collected data then can be used to automate the vehicle density meter and any traffic control system replacing the implanted road detector and surveillance camera in the night to cover extended areas or low light.. The result is indicating that the sensor is not yet be able to distinguish vehicle types but the level of accuracy reach 94,66% and very good precision.

**Keywords** : Arduino UNO, GMR sensor, magnetic field measurement, vehicle detector, vehicle counter

**1. Pendahuluan**

Saat ini, kemacetan menjadi hal yang biasa ditemui khususnya di kota-kota besar. Hal ini salah satunya diakibatkan penambahan jumlah kendaraan yang tidak seimbang dengan penambahan panjang jalan. "Data kepadatan lalu lintas merupakan data yang penting sebagai informasi mengenai kondisi lalu lintas suatu jalan" (Ade Pramono, Ary Mazharuddin, Hudan Studiawan, 2012). Menurut penelitian di 34 titik jalan arteri di Jakarta yang dilakukan Departemen Perhubungan RI pada tahun 2000 menunjukkan ada 32 titik (94%) ruas jalan arteri di Jakarta yang melebihi kapasitas (PDAT, 2006). Berdasarkan data tersebut, survey kepadatan lalu lintas adalah kegiatan pokok dan sangat penting dilakukan untuk mendapatkan data volume lalu lintas untuk berbagai keperluan teknik lalu lintas, perencanaan transportasi maupun pembangunan jalan itu sendiri.

Survei pencacahan lalu lintas selama ini dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan penghitungan manual, ataupun otomatis (menggunakan detector/ sensor kendaraan). Pada penghitungan manual pengumpulan data kepadatan arus lalu lintas dengan menempatkan surveyor pada ruas jalan tertentu. Cara kedua, penghitungan otomatis, adalah dengan menggunakan detector kendaraan (sensor loop induktif detektor). Penggunaan detektor ini ditanamkan pada aspal jalan yang membuat biaya pengadaan dan pemeliharaan detektor ini menjadi mahal. Atau menggunakan image processing menggunakan Closed-Circuit Television(CCTV), yang sekarang sudah terpasang di beberapa wilayah di Indonesia. Suatu persimpangan akan dipasang oleh sebuah kamera CCTV dan diawasi melalui layar. Permasalahan yang timbul adalah tingkat akurasi yang kurang baik karena terkendala

kejernihan gambar dari kamera dan juga memerlukan pencahayaan yang baik.

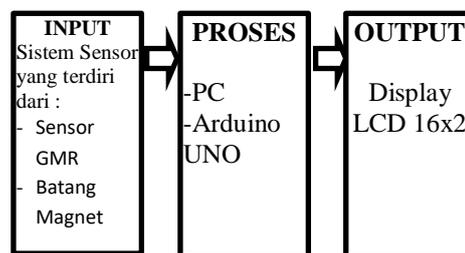
Selain itu ada beberapa sensor kendaraan yang sudah dipergunakan antara lain sensor LDR (Adam, 2013), sensor ultrasonik (Slamet, 2010), sensor laser (Bisman, 2008), dan sensor loop induktif detektor. Permasalahan yang ada adalah keterbatasan sensor dalam mendeteksi kendaraan yang melintasi jalan. Sensor LDR dan sensor kamera akan kesulitan dalam mendeteksi kendaraan pada malam hari karena cahaya sangat minim meskipun sudah diberikan perangkat cahaya tambahan. Sensor ultrasonik akan kesulitan dalam mendeteksi kendaraan saat geometri bentuk kendaraan yang kurang mendukung sehingga pantulan gelombang tidak tepat mengenai receiver. Sedangkan sensor dengan pointer laser akan kesulitan dalam mendeteksi kendaraan yang berhimpit. Namun sayangnya sistem-sistem tersebut tidak banyak terpasang sebab terkendala biaya yang cukup besar untuk pemasangan dan perawatan.

Untuk itu, penulis mencoba merancang suatu sistem counter kendaran sebagai alternatif untuk mendapatkan data volume kendaraan yang melintas yang relatif lebih murah dalam pembiayaan pemasangan dan perawatannya. Untuk mendeteksi kendaraan yang melintas, digunakan sensor GMR (giant magnetic resistance) yang merupakan sensor medan magnet. Sensor ini akan menjadi pendeteksi kendaraan yang melintas pada jalan. Hasil pendeteksian oleh sensor ini akan dijadikan masukan ke

mikrokontroler untuk memberikan informasi mengenai volume kendaraan yang melintas. Selanjutnya data tersebut akan memberikan informasi kepada pihak pengembangan jalan atau pun pusat polisi lalu lintas mengenai kepadatan jalan. Pada tulisan ini penulis mencoba mempersempit ruang lingkup kendaraan menjadi hanya untuk pendeteksian mobil. Untuk merealisasikan sistem tersebut, penulis mencoba membuat prototype sistem counter mobil.

## 2. Metode Penelitian

Pertama dibuat adalah algoritma pengerjaan umum. Berikut adalah flowchart umum perancangan alat.



Gambar 3.2 Diagram Alir Perancangan dan Desain Alat

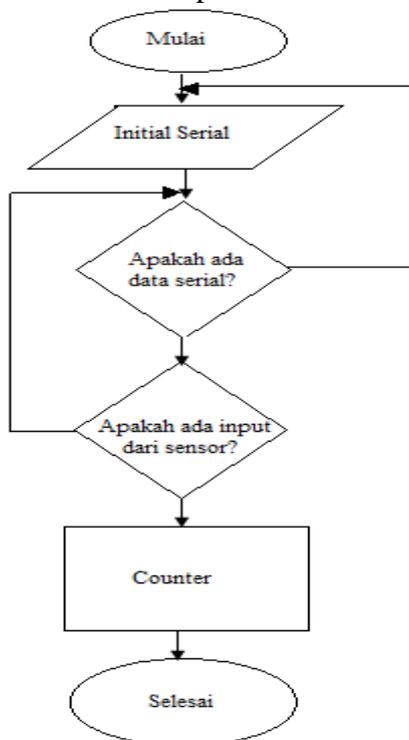
Berdasarkan Gambar 3.2, fungsi kerja dari masing masing bagian sistem alat ukur tersebut ialah sebagai berikut :

Input, merupakan bagian yang berfungsi sebagai masukan dimana dalam pembuatan sistem alat ukur ini menggunakan sebuah sistem sensor yang terdiri dari sensor GMR sebagai *detector* dan magnet. Keduanya dipasang sedemikian rupa tegak lurus berdampingan. Sistem sensor ini berfungsi untuk membaca gangguan pada medan magnet.

Proses, merupakan bagian yang mengolah masukan sehingga menjadi keluaran dimana dalam pembuatan sistem alat ini menggunakan *arduino UNO* sebagai pemrosesnya. *Arduino UNO* merupakan sebuah modul dimana sebagai mikrokontrollernya menggunakan jenis ATmega 328.

Output, merupakan bagian yang berfungsi sebagai keluaran dimana dalam pembuatan sistem alat ukur ini menggunakan LCD 16x2 untuk menampilkan data hasil *counter*.

Berdasarkan diagram alir perancangan dan desain alat dapat dilihat bahwa alat yang dibuat dikontrol oleh user melalui PC kemudian PC mengirimkan data serial ke sistem kontrol. Sistem kontrol di program agar ketika diberi input, sistem kontrol mengeluarkan output data masukan dari pembacaan sensor.



Gambar 3.3 Diagram Alir Pemrograman Mikrokontroller

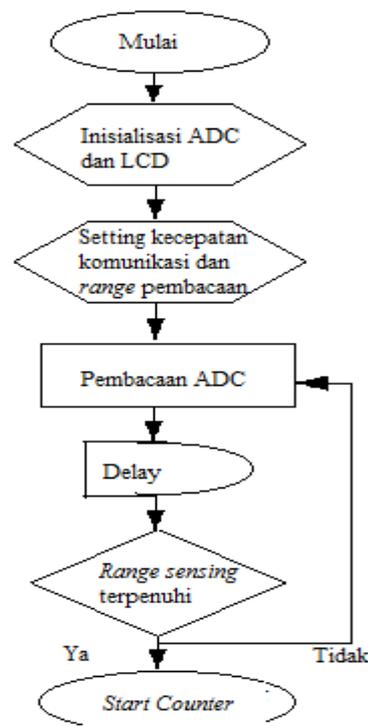
Selanjutnya adalah membuat antarmuka antara PC dan controller. Kontroler yang digunakan adalah *Arduino Uno R3* dengan mikrokontrollernya *Atmega328*.

Antarmuka yang dipakai antara PC dan mikrokontroller adalah komunikasi serial TTL. Pada gambar 3.3 diagram alir program dalam mikrokontroller.

Pada gambar 3.3 Diagram Alir Pemrograman Mikrokontroller

Kemudian diagram alir program mikrokontroller dituangkan dalam *Arduino IDE (Integrated Development Environment)*.

Berikut *flowchart* Algoritma pada program mikrokontroler ;



Gambar 3.4 *Flowchart* pemrograman dalam *mikrokontroler*

Untuk mempermudah memahaminya program sistem sebagai dijelaskan sebagai berikut:

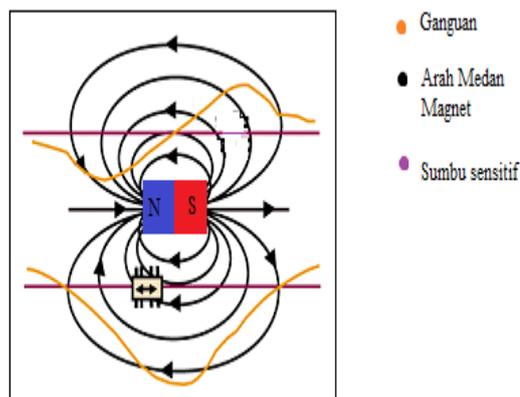
1. Inisialisasi semua variable dan library yang dipakai
2. Komunikasi serial diatur dengan kecepatan 115,200 bit per detik, atur range pembacaan nilai resistansi sensor
3. Tunggu data serial
4. Delay digunakan agar setiap perubahan dalam waktu teramati. Waktu delay 100Mv
5. Proses setiap pembacaan ADC sesuai dengan range yang diberikan kemudian memulai proses penghitungan.

### 3. Hasil Dan Pembahasan

Pengujian sistem sensor dilakukan untuk mengetahui apakah rancangan yang dibuat mampu memberikan respon terhadap setiap gangguan yang

diberikan.

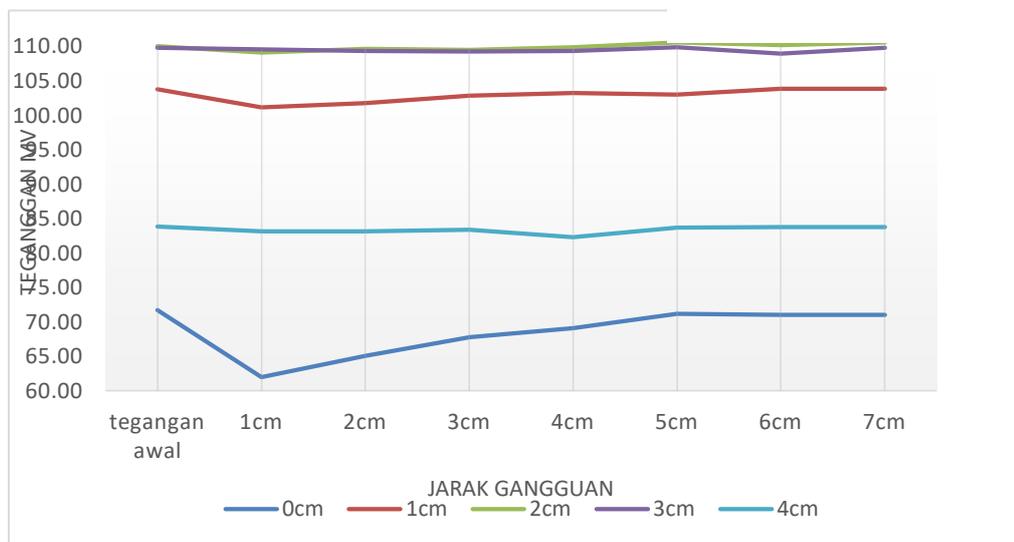
Sensor medan magnet dapat langsung mendeteksi medan magnet dari magnet permanen, elektromagnetik. Untuk pengujian ini *sensing* memerlukan penggunaan magnet bias yang memagnetisasi benda feromagnetik seperti besi. Sensor kemudian mendeteksi medan magnet gabungan dari objek dan magnet.



Gambar 4.1 *GMR* diposisikan untuk mendekteksi gangguan.

Data hasil karakteristik sensor, sensor diposisikan tegak lurus dengan magnet, pengujian dilakukan menggunakan multimeter, dengan cara mendekatkan Gangguan feromagnetik berupa logam ke

Resistansi te



rangkaian sensor yang akan digunakan. Telah dicoba bahan lain non-magnetik seperti kayu dan plastik, dari hasil uji coba tersebut bahan non-magnetik tidak menimbulkan perubahan resistansi pada pembacaan sensor.

Pada gambar 4.7 memperlihatkan grafik perubahan resistansi sensor terhadap jarak gangguan. Gambar 4.2 memperlihatkan nilai perubahan resistansi yang paling signifikan, terlihat semakin dekat sensor dengan magnet maka sensitifitas semakin tinggi. Sensitifitas sensor tertinggi ditunjukkan pada *range* jarak gangguan 1cm sampai 4cm dari sensor. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa sumbu sensitif sensor terletak pada jarak gangguan paling dekat dengan sensor. *Arduino UNO* membaca tegangan dalam bentuk ADC. *Arduino UNO* sendiri sudah ditanamkan ADC 10 bit yang artinya dapat membaca sinyal input dalam 1024 nilai diskrit. Dan dalam penelitian ini tegangan referensi yang diberikan adalah sebesar 5 V. Oleh karena itu dilakukan pengkarakterisasian sistem sensor dalam tegangan ADC yang dibaca oleh *arduino UNO*. Pengambilan data tegangan ADC ini dilakukan secara bersamaan dengan pengambilan data tegangan keluaran dari sistem sensor GMR. Berikut grafik hasil pengkarakterisasian sistem sensor dalam tegangan ADC ditunjukkan pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Pengujian Nilai ADC

No	Jarak sensor dan gangguan (cm)	Nilai Rata-rata ADC
1	0	12
2	1	12
3	2	13

4	3	14
6	5	14
7	6	14

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa nilai rentang ADC terbaca 12 sampai 14. Namun nilai ADC yang terbaca sangat tidak stabil maka dari itu dibuatlah rangkaian pengkondisian sinyal. Dan dari hasil pengujian, penulis menggunakan hasil tersebut sebagai referensi pada prototype sensor mobil yang digunakan. Karena jarak sensitivitas sensor yang sangat kecil untuk memperlebar jarak sensitifitas sensor maka dibuat rangkaian pengkondisian sinyal dengan menggunakan amplifier sebagai penguatn sinyal.

Proses pembuatan pengkonidisian sinyal analog. Pengkondisian sinyal analog diperlukan agar proses *sensing* dapat dilakukan dengan baik mengingat *output* dari *GMR* sangat kecil (<1mV). Proses ini dimulai dengan perancangan sumber tegangan dengan output tegangan +15V, -15V dan *ground*. Tegangan ini digunakan untuk mengaktifkan IC dan sumber tegangan pada *GMR*.

Dangan sumber tegangan tersebut rangkaian amplifier dibuat oleh penulis. Rangkaian amplifier ini dirancang agar tengangan terkecil pada dari sensor dapat teramati. Penguatan dibuat dapat variatif menggunakan resistor dan tambahan tegangan referensi lainnya sebagai *zero adjustment*. Hal ini memungkinkan kita mengatur tegangan pembebaman maksimal agar tidak merusak ADC karena kelebihan tagangan.

Tegangan dari regulator ini difilter dan disearahkan kembali untuk diolah

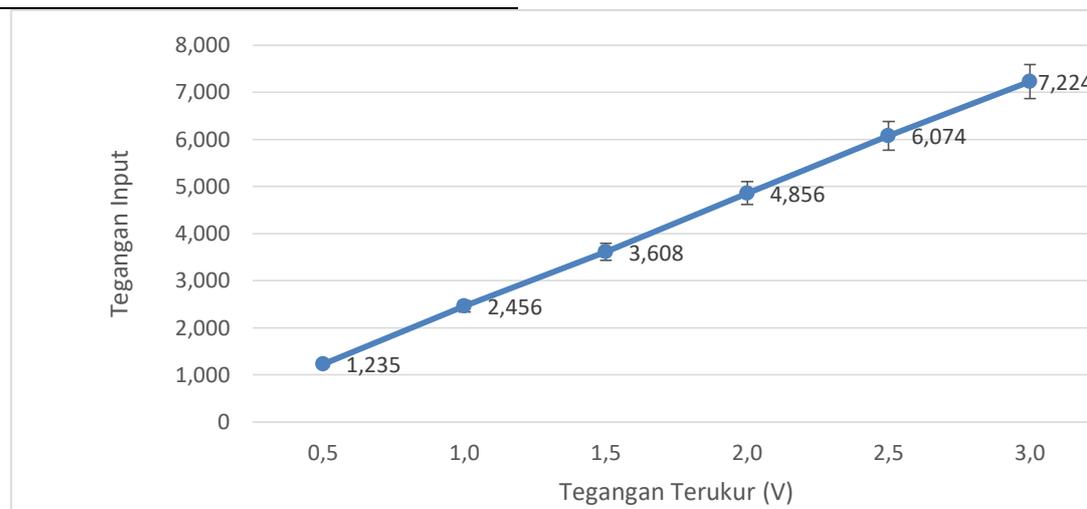
kembali untuk proses berikutnya menjadi tegangan referensi untuk sensor yang dibuat variatif menggunakan trimpot. Pengujian penguatan tegangan dilakukan untuk mengetahui kondisi komponen-komponen yang akan digunakan, penguatan dibuat tetap sebesar 2,3 kali penguatan dan sumber tegangan diambil power supply. Berikut hasil pengujian yang diambil dalam penelitian ini

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Tegangan

<i>Amplifier</i>				
n	Pengujian ke-	Tegangan Input (V)	Tegangan Terukur (V)	Nilai Penguatan (V)
1	1	0,5	1,235	2,470
2	2	1,0	2,456	2,456
3	3	1,5	3,608	2,400
4	4	2,0	4,856	2,428
5	5	2,5	6,074	2,428
6	6	3,0	7,224	2,408

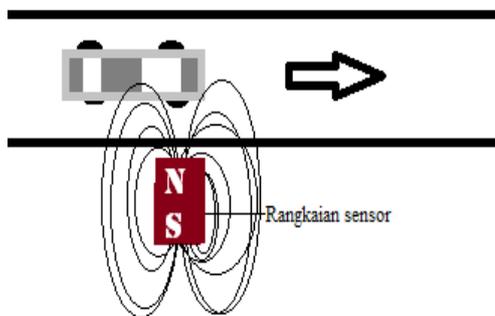
Berdasarkan Grafik diperoleh rata-rata nilai penguatan terukur sebesar  $2,432 \pm 2.247V$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa rangkaian amplifier bekerja dengan baik.

Trial dimaksudkan untuk mengetahui apakah alat sudah dapat berfungsi dengan baik dan dapat melaksanakan fungsinya sesuai dengan yang diharapkan. Kondisi pengujian menggunakan model alat sensor untuk mendeteksi mobil mainan. Model alat dibuat dan disesuaikan dengan kondisi yang sebenarnya dan disesuaikan juga dengan mobil mainan yang akan digunakan untuk pengujian. Output yang dihasilkan dari sensor merupakan gangguan medan magnet oleh bahan feromagnetik, gangguan tersebut menghasilkan perubahan resistansi sehingga menghasilkan logika 0 dan 1. logika 0 adalah kondisi awal keadaan dimana sensor tidak mengalami gangguan dan logika 1 adalah yang keadaan sensor yang mengalami gangguan dalam range yang telah ditentukan dan mengakibatkan terjadinya proses



Gambar 4.10 grafik pengujian amplifier penghitungan.

Setelah model alat (perangkat keras) terhubung dengan komputer, maka kita harus mengaktifkan perangkat lunaknya. Setelah semuanya aktif, dilakukan pengecekan pada masing-masing software dan hardware lalu langkah selanjutnya memulai penghitungan. Rangkaian sensor di disain agar dapat mengirim data ke komputer pada saat sensor mengalami gangguan oleh mobil.



Gambar 4.13 Model Prototype Sample yang diambil adalah jumlah kendaraan dalam hal ini prototype mobil dimana mobil yang melewati sensor dibuat konstan. Pada uji coba ini dilakukan varisasi dari jumlah mobil yang melewati sensor. Hal ini dilakukan sebagai pembandingan. Sedangkan nilai keakuratan dihitung dari:

$$\text{keakuratan}(\%) = \text{absolute} \left( \frac{\text{jumlah kendaraan}}{\text{jumlah terdeteksi}} \right)$$

#### Uji Coba 1

Pada uji coba pertama kendaraan yang melalui sensor 10 kendaraan. hasil uji coba ditunjukkan pada Tabel 4.5. Dari hasil uji coba tersebut didapatkan hasil yang akurat. Jika dihitung rasio keakuratannya didapatkan keakuratan sebesar 96%.

Tabel 4.5 Tabel Keakuratan Hasil Uji Coba 1

Uji Coba	Keakuratan (%)
1	100
2	100
3	80
4	100
5	100
Rata-rata	96

#### Uji Coba 2

Pada uji coba pertama kendaraan yang melalui sensor 20 kendaraan. hasil uji coba ditunjukkan pada Tabel 4.6. Dari hasil uji coba tersebut didapatkan hasil yang akurat. Jika dihitung rasio keakuratannya didapatkan keakuratan sebesar 96%.

Tabel 4.6 Tabel Keakuratan Hasil Uji Coba 2

Uji Coba	Keakuratan (%)
1	100
2	100
3	90
4	90
5	100
Rata-rata	96

#### Uji Coba 3

Pada uji coba pertama kendaraan yang melalui sensor 30 kendaraan. hasil uji coba ditunjukkan pada Tabel 4.7. Dari hasil uji coba tersebut didapatkan hasil yang akurat. Jika dihitung rasio keakuratannya didapatkan keakuratan sebesar 92%.

mobil yang dibuat sudah dapat mendeteksi gerakan mobil

Tabel 4.7 Tabel Keakuratan Hasil Uji  
Coba 3

Uji Coba	Keakuratan (%)
1	100
2	90
3	80
4	90
5	100
Rata-rata	92

#### 4. Simpulan

Setelah melakukan kajian terhadap teori, merancang alat, membuat alat serta melakukan pengujian terhadap alat maka penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut:

Rancang Bangun *prototype Counter* mobil terdiri dari sensor magnet GMR AA002-02 dan sebuah magnet yang diposisikan tegak lurus dengan sensor sebagai *detectornya* dan rangkaian pengkondisian sinyal analog, konversi sinyal analog menggunakan ADC 16-bit, komunikasi serial berbasis ATmega328. Selanjutnya data yang dihasilkan dari sistem sensor GMR ini diolah oleh *arduino UNO* sebagai interface *mikrokontroler* dengan komputer dan sensor sehingga menjadi nilai penghitungan dan ditampilkan dalam *display* LCD 2x16.

Setelah dilakukan pengujian pada alat yang telah dibuat, diperoleh rata-rata tingkat akurasi pengukuran alat ini ialah 94,66%. Dan mempunyai rata-rata kesalahan atau *error* sebesar 5,33%. Perangkat *prototype Counter*

#### 5. Referensi

1. A. Aminudin, M. Djamil, Suprijadi, dan D. H. Tjahyono. (2014) "Uji Sensitivitas Sensor Giant Magnetoresistance terhadap Konsentrasi Larutan Fe" Proceedings, Yogyakarta 2014, 26-04
2. Ade Pramono, Ary Mazharuddin, and Hudan Studiawan. (2012) "APLIKASI PEMANTAUAN LALU LINTAS MOBIL DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR GERAK DAN MIKROKONTROLER ARDUINO," Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
3. AS, Salman. (2000). Pengubah Analog ke Digital. [www.elektroindonesia.com.html](http://www.elektroindonesia.com/html/1/4/2008) 1/4/2008
4. Atmel. (2015). ATmega328. Diambil kembali dari Atmel: <http://www.atmel.com/devices/ATMEGA328.aspx>
5. Hindasyah, A., Purwanto, S., Heru, B., & Taufik, A. (2013). Program Simulasi Perancangan Rangkaian Magnetik Pembangkit Medan Elektromagnet untuk Pengujian Sensor GMR. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 9(1), 1. <http://doi.org/10.12962/j2460468.2.v9i1.776>
6. J.Pelegr´, J. Alberola, V. Llario. (2015) Vehicle Detection and Car Speed Monitoring System using GMR Magnetic Sensors. Valencia: Polytechnic University of Valencia Press.



7. M. Djamal, Ramli, Rahadi Wirawan, Edi Sanjaya. (2014) Sensor Magnetik GMR, Teknologi dan Aplikasi Pengembangannya, Prosiding Pertemuan Ilmiah XXV HFI, Jateng & DIY
8. Margelis, Michael. (2011). Arduino Cookbook. USA : O'Reilly Media, Inc.
9. PDAT. (2006). Masalah Kemacetan Jakarta. Diakses dari [http://www.pdat.co.id/hg/political\\_pdat/2006/03/17/pol,20060317-01,id.html](http://www.pdat.co.id/hg/political_pdat/2006/03/17/pol,20060317-01,id.html). [diakses terakhir 5 September 2015].
10. Robotech. (2015). *Arduino Uno R3*. Diambil kembali dari Robotech Shop: <http://robotechshop.com/shop/arduino/arduino-board/arduino-uno/>
11. Syahwil, M. (2013). *Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta: CV. ANDI OFFSET.
12. Tipler, P. A. (2001). *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. (edisi kelima) Jakarta: Erlangga.
13. Waslaluddin, & dkk. (2012). *Sistem Instrumentasi*. Bandung: Program Studi Fisika UPI.