

SENSOR ULTRASONIK SRF05 SEBAGAI MEMANTAU KECEPATAN KENDARAAN BERMOTOR

Slamet Hani
Jurusan Teknk Elektro
Fakultas Teknologi Industri, IST AKPRIND Yogyakarta
shani_akprind@yahoo.com

ABSTRACT

Ultrasonic sensor function base that is as distance measures. In those ability to measure distance, it possible to use to measure velocity with two ultrasonic sensor.

Velocity measuring system is the first measures is how the reflection distance from ultrasonic sensor less than maximum limit monitoring. Sensor will begin to calculated time and when the second sensor obtain reflection time will be stopped. The velocity value that has gotten is result of quotient between both sensor with bounce time between sensor. The velocity value will be displayed on LCD.

The velocity value that has measured from this device is not precision enough. In this case cause by delay in this sensor that can influence time calculation to get velocity value.

Key word: ultrasonic, Velocity, Measure, sensor, LCD

INTISARI

Fungsi dasar dari Sensor ultrasonik yaitu sebagai sensor untuk mengukur jarak, dengan kemampuan mengukur jarak dimungkinkan penggunaannya untuk mengukur kecepatan dengan menggunakan 2 sensor ultrasonik.

Sistem pengukuran kecepatan ini yang pertama mengukur jarak pantul dari sensor ultrasonik kurang dari batas maksimal pemantauan. Sensor akan mulai menghitung waktu dan waktu akan berhenti saat sensor kedua mendapatkan pantulan. Besar nilai kecepatan yang didapat adalah hasil bagi antara jarak kedua sensor dengan waktu pantul antara dua sensor. Besarnya nilai kecepatan akan ditampilkan melalui LCD.

Besarnya nilai kecepatan yang terukur dari alat ini masih kurang presisi. Hal ini Karena adanya tunda yang terdapat pada sensor ultrasonik yang dapat mempengaruhi perhitungan waktu guna mendapatkn nilai kecepatan.

kata kunci: ultrasonik, kecepatan, pengukuran, sensor, LCD

PENDAHULUAN

Sampai saat ini pembangunan sarana transportasi masih terus dilakukan, tetapi masih banyak terjadi kecelakaan dijalan raya. Penyebab kecelakaan sebagian besar adalah ulah pengemudi yang tidak mentaati peraturan atau rambu-rambu lalulintas yang terpasang. Sesungguhnya aturan batas kecepatan diindonesia sudah diatur pada Undang Undang No 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (LLAJ) mengamanatkan agar kecepatan laju kendaraan dibatasi. Realitanya rambu-rambu batas kecepatan hanya terdapat dijalan tol saja.

Dengan menempatkan titik-titik pantau kecepatan dijalan yang rawan kecelakaan dan juga di pos jaga polisi. Diharapkan dengan titik-titik stasiun pantau tersebut, akan membuat jera pengendara yang melewati batas kecepatan.

Untuk mewujudkan ide pembuatan stasiun pantau tentunya harus memahami

teknik pengukuran dan perancangan peralatan stasiun pantau kecepatan itu sendiri, sehingga bisa digunakan oleh para aparat pengatur lalulintas sebagai wujud penerapan teknologi untuk menjamin keamanan dan kesejahteraan pengguna jalan.

Permasalahan utama pada penelitian ini antara lain bagaimana unjuk kerja sensor ultrasonik yang merupakan sensor jarak sebagai sensor kecepatan, serta cara penampilan kecepatan menggunakan LCD sehingga memudahkan dalam pembacaan

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar kekuatan sensor ultrasonik sebagai pengukur sensor kecepatan. Batasan masalah tersebut meliputi :

- Obyek yang digunakan adalah kendaraan dan parameter yang dipakai adalah kecepatan sesaat.
- Operasi yang dijalankan alat adalah pemantauan.
- Tingkat satuan pembacaan dalam unit kilometer per jam (km/jam).
- Hasil pemantauan bisa diperoleh dengan pembacaan langsung pada media penampil LCD (*liquid crystal display*).

Berdasarkan permasalahan diatas dapat diketahui tujuan penelitian sebagai berikut:

- Mengetahui unjuk kerja dari sensor ultrasonik yang merupakan sensor jarak, diaplikasikan sebagai sensor kecepatan serta melihat kepresisian hasil pengukuran kecepatan sistem satu arah menggunakan sensor ultrasonik.
- Mengetahui cara penampilan hasil Pengukuran Menggunakan LCD, yang terdiri dari cara pemasangan hardware LCD dan cara Pemrogramannya.

Pengertian Kecepatan

Kecepatan adalah laju perubahan posisi. Kecepatan rata-rata partikel didefinisikan sebagai perbandingan antara perpindahan Δx dan selang waktu Δt .

$$V_{rata - rata} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

Jika pengertian kecepatan menurut disiplin fisika seperti hal tersebut diatas, maka apabila seseorang berjalan melingkar dan berhenti ditempat awal mulai berjalan, maka nilai kecepatannya rata-ratanya adalah nol. Karena nilai $x_2=x_1$.

Definisi kecepatan yang biasa dipakai masyarakat awam dalam ilmu fisika disebut dengan kelajuan. Kelajuan rata-rata partikel didefinisikan sebagai perbandingan jarak total yang ditempuh terhadap waktu total yang dibutuhkan.

$$Kelajuan \text{ rata - rata} = \frac{\text{Jarak total}}{\text{Waktu total}} \quad (2)$$

Satuan SI kelajuan rata-rata adalah meter per sekon (m/s), dan satuan yang lazim di amerika adalah feet per sekon (ft/s). Secara internasional, Satuan kelajuan yang lebih umum adalah kilometer per jam (Km/j).

Menjalankan kendaraan dengan kecepatan rendah (kurang dari 60 kilometer per jam) di mana kendaraan lain melaju dengan kecepatan tinggi (di atas 100 kilometer per jam) sangat berbahaya.

Gelombang Ultrasonik

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik longitudinal dengan frekuensi di atas 20 kHz. Gelombang ini dapat merambat dalam medium padat, cair dan gas, hal disebabkan karena gelombang ultrasonik merupakan rambatan energi dan momentum mekanik sehingga merambat sebagai interaksi dengan molekul dan sifat enersia medium yang dilaluinya.

Karakteristik gelombang ultrasonik yang melalui medium mengakibatkan getaran partikel dengan medium amplitudo sejajar dengan arah rambat secara longitudinal sehingga menyebabkan partikel medium membentuk rapatan (*Strain*) dan tegangan (*Stress*). Proses kontinu yang menyebabkan terjadinya rapatan dan regangan di dalam medium disebabkan oleh getaran partikel secara periodik selama gelombang ultrasonik melaluinya. Energi dan Intensitas

Jika gelombang ultrasonik merambat dalam suatu medium, maka partikel medium mengalami perpindahan energi. Besarnya energi gelombang ultrasonik yang dimiliki partikel medium sesuai dengan persamaan 3.

$$E = E_p + E_k \quad (3)$$

Dengan :

E_p = energi potensial (Joule)

E_k = energi kinetik (Joule)

Untuk menghitung intensitas gelombang ultrasonik perlu mengetahui energi yang dibawa oleh gelombang ultrasonik. Intensitas gelombang ultrasonik (I) adalah energi yang melewati luas permukaan medium $1 \text{ m}^2/\text{s}$ atau watt/m^2 . Untuk sebuah permukaan, intensitas gelombang ultrasonik (I) diberikan dalam bentuk persamaan 4.

$$I = \frac{1}{2} \rho V A^2 (2\pi f)^2 = \frac{1}{2} Z (A\omega)^2 \quad (4)$$

Dengan:

ρ = massa jenis medium (kg/m^3)

f = frekuensi (Hz)

v = kecepatan gelombang (m/s)

V = volume (m^3)

A = amplitudo maksimum (m)

$Z = \rho v$ = impedansi akustik ($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)

$\omega = 2\pi f$ = frekuensi sudut (rad/s)

Sensor ultrasonic adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara, dimana sensor menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkapnya kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindraannya. Perbedaan waktu antara gelombang suara yang dipancarkan dan

yang diterima kembali adalah berbanding lurus dengan jarak atau tinggi objek yang memantulkannya. Jenis objek yang dapat diindranya adalah padat, cair dan butiran. Tanpa kontak jarak 2 cm sampai 3 meter dan dapat dengan mudah dihubungkan dengan mikrokontroler melalui satu pin I/O saja.

Jarak antara sensor dengan objek yang direfleksikan dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan 5.

$$L = 1/2 \cdot \text{TOF} \cdot c \quad (5)$$

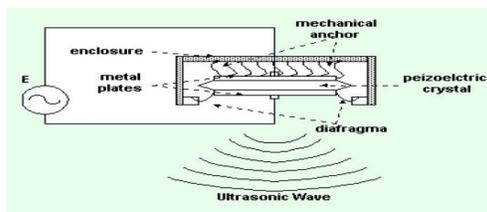
dengan :

- L = jarak ke objek
- TOF = waktu pengukuran yang diperoleh
- c = cepat rambat suara (340 m/s)

Perancangan Modul Sensor Ultrasonik

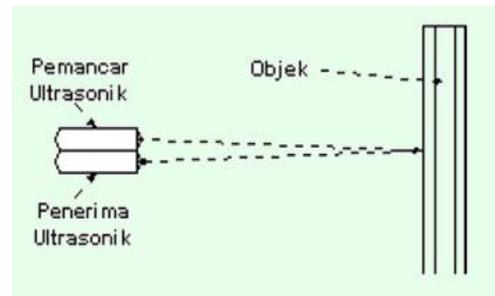
Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal *piezoelectric* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal *piezoelectric* akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan, dan ini disebut dengan efek *piezoelectric*.

Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya), dan pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu, dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek *piezoelectric* menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama. Untuk lebih jelas tentang prinsip kerja dari sensor ultrasonik dapat dilihat prinsip dari sensor ultrasonic pada gambar 1.



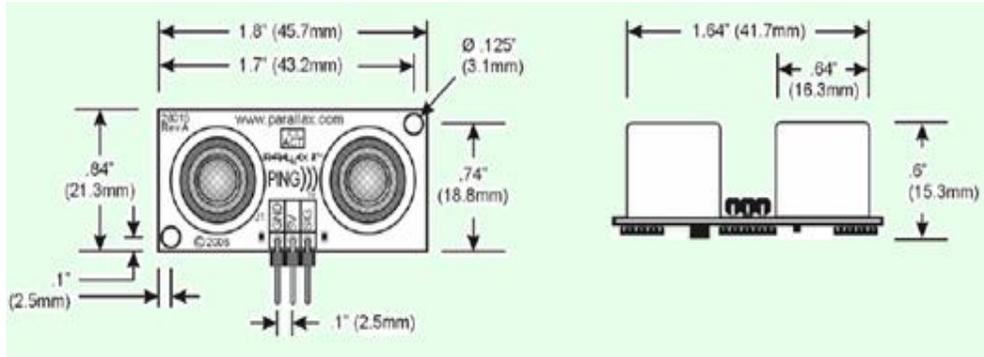
Gambar 1. Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik
(sumber: <http://www.electroniclab.com>)

Besar amplitudo sinyal elektrik yang dihasilkan unit sensor penerima tergantung dari jauh dekatnya objek yang dideteksi serta kualitas dari sensor pemancar dan sensor penerima. Proses *sensing* yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan obyek sasaran. Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal ultrasonik dalam perjalanannya dari rangkaian Tx sampai diterima oleh rangkaian Rx, dengan kecepatan rambat dari sinyal ultrasonik tersebut pada media rambat yang digunakannya, yaitu udara. Prinsip pantulan dari sensor ultrasonik ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Prinsip Pemantulan Gelombang Ultrasonik
(sumber: <http://www.electroniclab.com>)

Waktu di hitung ketika pemancar aktif dan sampai ada input dari rangkaian penerima dan bila pada melebihi batas waktu tertentu rangkaian penerima tidak ada sinyal input maka dianggap tidak ada halangan didepanya.

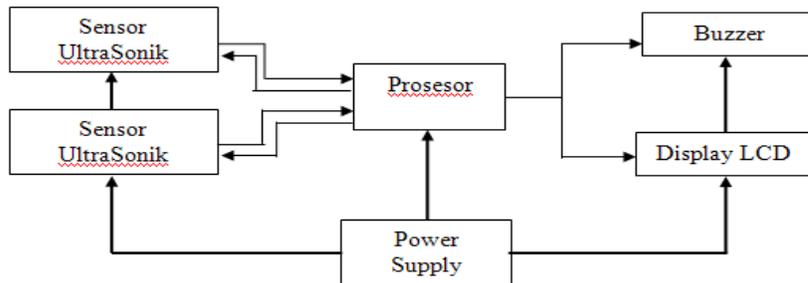


Gambar 3. PING)))™ Ultrasonic Range Finder (#28015)
 (Sumber: <http://www.parallax.com/dl/docs/prod/acc/PingDocs.pdf>)

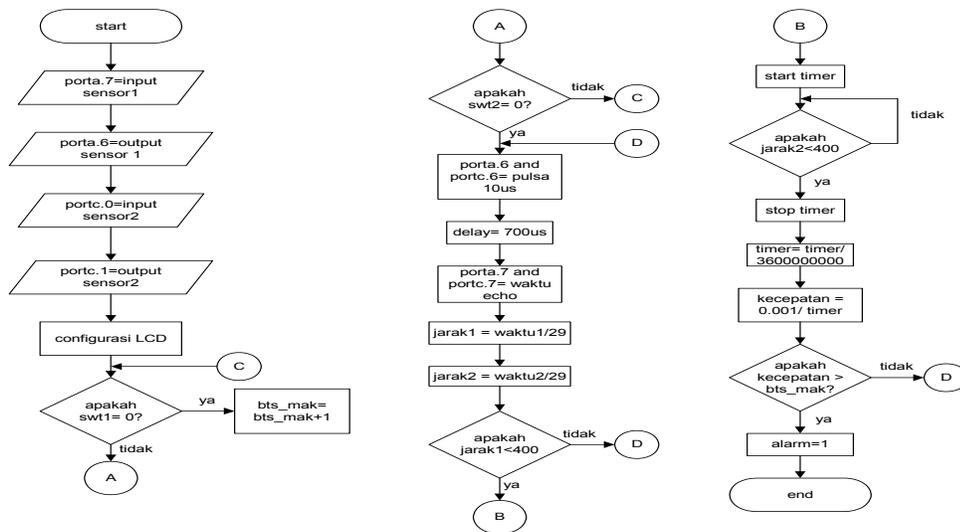
Prinsip Kerja Alat

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah membuat gambaran sistem secara garis besar dalam bentuk diagram blok yang merepresentasikan sistem keseluruhan, dimana setiap blok mempunyai fungsi masing-masing. Gambar 6. menunjukkan gambaran sistem dalam bentuk diagram blok.

Sebelum membuat program, perlu dicek spesifikasi dari transduser baik itu berupa sensor ataupun display. Berikut ini tampilan diagram alir (*flowchart*) dari program yang akan dibuat pada gambar 7.



Gambar 6. Diagram Blok Sistem



Gambar 7 Diagram Alir Keseluruhan Program

Dari gambar 7, dapat dijelaskan sebagai (1) Mulai program berikut:

- (2) Konfigurasi port dan pin untuk input dan output sensor ultrasonik SRF05 dan juga untuk port lcd.
- (3) Menentukan batas kecepatan maksimum
- (4) Menekan tombol untuk mengaktifkan perangkat kecepatan.
- (5) Memberikan pulsa pada input sensor ultrasonik SRF05 selama 10 mikro detik.
- (6) Memberi tunda waktu selama 700 mikro detik
- (7) Membagi hasil waktu dengan 29 agar didapat nilai jarak dengan satuan centimeter. Nilai 29 merupakan waktu perambatan gelombang tiap cm dengan satuan us/cm
- (8) Apabila nilai jarak kurang dari 400 cm
- (9) Maka timer akan aktif dengan orde mikrodetik.
- (10) Program menanyakan apakah jarak sensor 2 kurang dari 400 cm jika ya timer akan berhenti, jika tidak timer ada salah satu dari rangkaian yang tidak berfungsi tentunya alat tidak dapat berjalan dengan sempurna atau dengan kata lain sering mengalami kesalahan data.

Alat pengukur kecepatan akan bekerja apabila saklar ON-OFF sudah dinyalakan. Setelah menyala, seting kecepatan diatur pada posisi maksimum. Dilanjutkan menekan tombol mulai untuk mulai mengukur kecepatan. Setelah itu secara otomatis sensor akan menunggu adanya pantulan dari sensor pertama. Setelah sensor menerima pantulan mikrokontroler akan menghitung waktu sampai ada pantulan pada sensor kedua. Nilai kecepatan didapat setelah membagi jarak antar sensor dengan lama waktu. Apabila kecepatan melebihi kecepatan maksimum maka *buzzer* akan berbunyi.

Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik SRF05. Sensor ini terdiri dari 5 pin, yaitu: Vcc, echo, trigger, NC dan Ground. Sensor ini bekerja dengan cara diberi pulsa selama 10 mikrosekon pada pin trigger selanjutnya menunggu pantulan dari sensor pada pin echo. Nilai pantulan

akan terus bekerja hingga jarak sensor dua kurang dari 400 cm.

- (11) Setelah didapat nilai dari timer maka timer diubah dari mikro detik ke dalam satuan jam, 1 mikro detik = 1:3600000000 jam.
- (12) Karena sensor kecepatan ini mempunyai jarak antar sensor sejauh 1 meter atau 0.001 km. maka besar nilai kecepatan adalah hasil bagi jarak dengan waktu yang masing-masing satuannya telah diubah ke dalam satuan km dan jam.
- (13) Program diakhiri.

PEMBAHASAN

Dari hasil penelitiannya dapat dilakukan pembahasan sebagai berikut diantaranya cara kerja, percobaan alat, yang terdiri dari: pengujian rangkaian catu daya, pengujian sensor, pengujian rangkaian pengukur kecepatan. Hasil yang dicapai pada pengujian alat ini sangat penting karena bila berkisar antara 115 mikrosekon dan maksimal 30 milisekon.

Setelah alat ini dirancang, yang terdiri atas beberapa blok rangkaian dan blok, maka melakukan percobaan alat secara langsung untuk melihat apakah alat ini dapat berfungsi sebagaimana yang diinginkan. Adapun blok-blok yang dicoba adalah:

Hasil pengukuran catu daya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Trafo Catu

Daya	
V in	V out
192 Vac	7.2 Vac

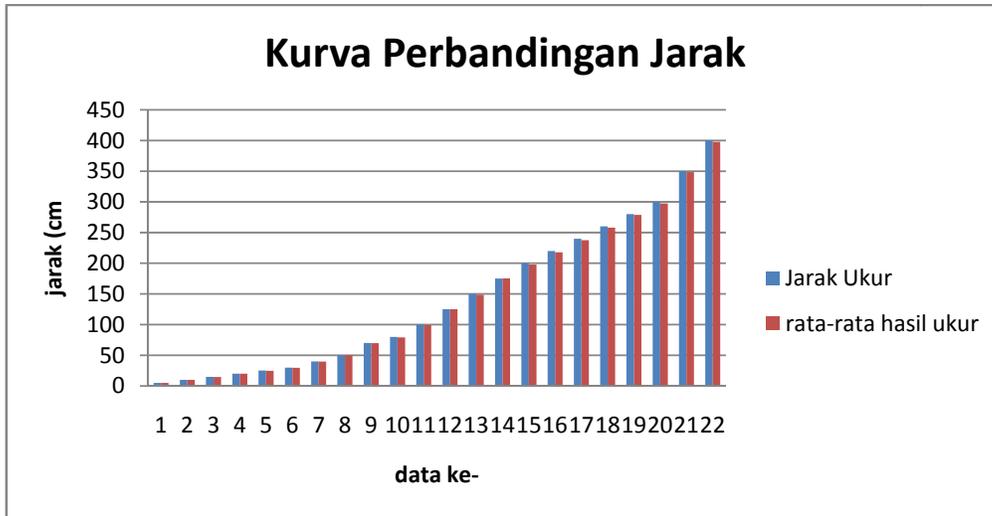
Tabel 2. Data Hasil Pengukuran IC L7805

V in	V out Tanpa Beban	Vout Berbeban
6.9 Vdc	5,02 Vdc	4.94 Vdc

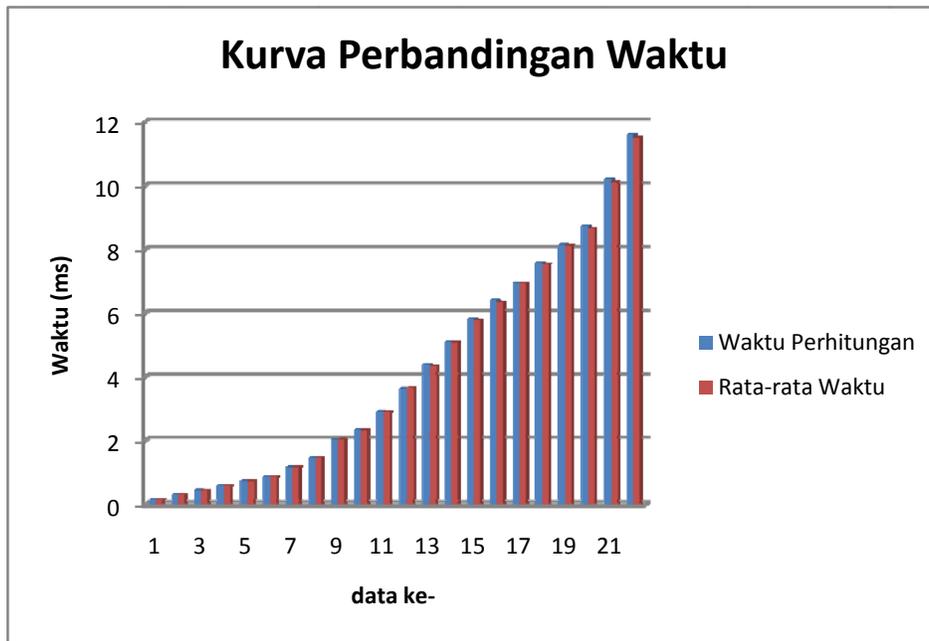
Tabel 3.Data Hasil Pengukuran Sensor Ultrasonik SRF05

X _R	HASIL PENGUKURAN SENSOR				WAKTU TEMPUH SENSOR				RATA-RATA		T _R
	X1	X2	X3	X4	T1	T2	T3	T4	X	T	
5	5	5	5	5	0.15	0.16	0.16	0.15	5	0.155	0.15
10	10	10	10	10	0.3	0.3	0.3	0.3	10	0.3	0.3
15	14	15	15	15	0.43	0.44	0.44	0.44	14.75	0.4375	0.44
20	20	20	20	20	0.59	0.59	0.59	0.59	20	0.59	0.58
25	24	25	25	25	0.72	0.73	0.73	0.73	24.75	0.7275	0.73
30	29	30	30	30	0.87	0.87	0.87	0.88	29.75	0.8725	0.87
40	40	40	40	39	1.16	1.16	1.16	1.16	39.75	1.16	1.16
50	50	50	50	50	1.46	1.46	1.46	1.46	50	1.46	1.45
70	69	70	70	70	2.03	2.04	2.04	2.03	69.75	2.035	2.03
80	79	79	79	79	2.32	2.32	2.32	2.32	79	2.32	2.33
100	99	99	99	99	2.89	2.89	2.89	2.89	99	2.89	2.91
125	124	125	125	126	3.63	3.64	3.66	3.68	125	3.6525	3.63
150	148	148	149	149	4.33	4.33	4.33	4.33	148.5	4.33	4.36
175	175	175	175	176	5.07	5.07	5.07	5.08	175.25	5.0725	5.09
200	197	198	198	198	5.76	5.76	5.76	5.76	197.75	5.76	5.81
220	218	218	218	217	6.34	6.34	6.34	6.33	217.75	6.3375	6.4
240	237	237	238	238	6.92	6.92	6.93	6.93	237.5	6.925	6.93
260	258	258	258	258	7.51	7.51	7.53	7.53	258	7.52	7.56
280	279	280	278	278	8.08	8.12	8.11	8.13	278.75	8.11	8.14
300	298	297	297	297	8.66	8.65	8.62	8.65	297.25	8.645	8.72
350	348	349	349	348	10.1	10.1	10.1	10.1	348.5	10.1	10.2
400	397	398	398	398	11.5	11.5	11.5	11.5	397.75	11.5	11.6
Tanpa pantulan	524	524	524	524	15.2	15.2	15.2	15.2	524	15.2	∞

Ket :
X_R = Alat Ukur Standar
T_R = Waktu Hasil Pehitungan
= X_R / 34.4



Gambar 8. Kurva Perbandingan jarak



Gambar 9. Kurva Perbandingan Waktu

Tabel 4. Data Pengukuran Kecepatan (dalam Km/jam)

Spedometer (Km/Jam)	Hasil pengukuran (Km/jam)		Rata-rata Pengukuran	Selisih Pengukuran	
	X1	X2		X1	X2
10	7.22	7.63	7.425	2.78	2.37
20	23.45	14.35	18.9	-3.45	5.65
30	27	27.12	27.06	3	2.88
40	65.02	29.81	47.415	-25.02	10.19
50	78.95	34.15	56.55	-28.95	15.85
Jumlah	201.64	113.06	157.35	-201.64	-113.06

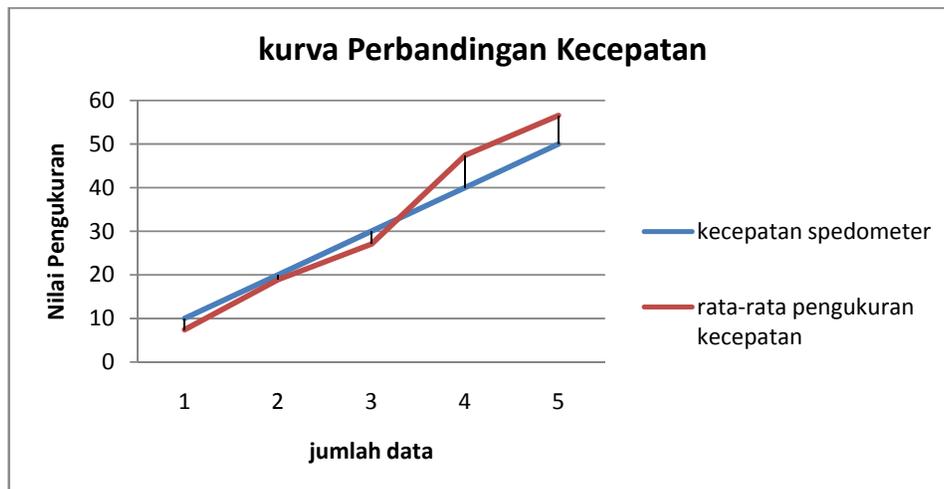
Dari data pengukuran kecepatan diatas nilai selisih terbesar adalah 28.95 pada pengukuran 50 Km/jam. Besar nilai error pada pengukuran tersebut adalah 57,9 %. Untuk pengujian nilai 40 dan 50 km/jam terdapat nilai error yang cukup besar. Hal ini bisa dijelaskan dengan analisa sebagai berikut:

Sensor yang digunakan ada 2. Sensor pertama sebagai pemicu start timer dan sensor kedua digunakan sebagai pemicu stop timer. Untuk kecepatan 40 km/jam besarnya waktu tempuh untuk jarak 1 meter adalah 90 milidetik. Untuk kecepatan 50 km/jam besarnya waktu tempuh untuk jarak 1 meter adalah 72 milidetik.

Padahal sensor ultrasonik mempunyai delay sebesar 30 milidetik untuk memantulkan sinyal bolak-balik. Nilai pengukuran bisa jauh lebih besar. Hal ini terjadi karena ketika motor melewati sensor 1 sinyal belum mencapai motor, sehingga sinyal picunya

mengenai bodi motor bukan ujung roda depan motor. Sehingga terjadi keterlambatan pemunculan start timer. Tapi pada sensor kedua pemantulan sinyal tepat ketika motor datang dan langsung memicu stop timer. Hal ini berakibat pada nilai waktu (t) yang kecil. Dengan nilai t yang kecil akan menghasilkan nilai v yang besar.

sebaliknya Nilai pengukuran bisa jauh lebih kecil. hal ini terjadi karena ketika motor melewati sensor 1 sinyal langsung mencapai motor, sehingga sinyal picunya mengenai ujung roda depan motor dan start timer langsung dipicu. Tapi pada sensor kedua pemantulan sinyal terlambat dan tidak langsung mengenai ujung motor sehingga terjadi keterlambatan pemunculan stop timer. Hal ini berakibat pada nilai waktu (t) menjadi besar. Dengan nilai t yang besar akan menghasilkan nilai kecepatan (v) yang kecil.



Gambar 10. Kurva Perbandingan Pengukuran Kecepatan

KESIMPULAN

Dari analisis yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengukuran dapat dilakukan jika terdapat objek pantul sebagai bidang pantul dalam hal ini bidang pantul adalah bodi kendaraan dan pengukuran dilakukan di udara serta tegak lurus terhadap bidang objek ukur agar sinyal yang dipantulkan dapat diterima kembali.
2. Pengukuran dilakukan jika suara dari pemancar (*transmitter*) dapat di terima oleh penerima ultrasonik (*receiver*) dengan waktu maksimal 30 ms.
3. Perlu adanya penampang pemantul yang datar agar sensor ini dapat bekerja dengan maksimal. Nilai hasil pengukuran sering kurang presisi disebabkan adanya tunda waktu pada sensor ultrasonik, sehingga hasil tidak bisa akurat. Sehingga sensor ultrasonik ini kurang bagus untuk aplikasi pengukuran kecepatan.
4. Kecepatan angin juga sangat mempengaruhi kinerja dari sensor ultrasonik. Hal ini karena sensor ini merupakan sensor yang bekerja dengan system pemantulan sinyal suara.

DAFTAR PUSTAKA

- Analisis Pengaturan Jarak Sensor Ultrasonic
- Dengan Bahasa Pemrograman C
Menggunakan MCU AT89C51,
http://www.electroniclab.com/index.php?option=com_content&view=article&id=33:analisis-pengaturan-jarak-sensor-ultrasonic-dengan-bahasa-pemrograman-c-menggunakan-mcu-at89c51&catid=9:labmikro&Itemid=11 [11 juni 2009]
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat,
Sosialisasi Undang-Undang No.22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan,
http://www.hubdat.web.id/downloads/dokumenpublikasi/sosialisasi_uu22tahun2009.pdf [8 februari 2010]
- Erichard, *Berapakah Batas Kecepatan Yang Aman*, 2008, <http://www.forumbebas.com/showthread.php>
tid=45068&pid=592849, [8 februari 2010].
- Tipler, Paul A. (1991) *Fisika Untuk Sains Dan Teknik*, Erlangga: Jakarta
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*
http://ia311010.us.archive.org/0/items/UndangundangNomor22tahun2009laluLintasDanAngkutanJalan/UU_Nomor_22_Tahun_2009-LLAJ.pdf [8 februari 2010]
- Wahyudin, Didin. 2007. Belajar Mikrokontroler AT89S52 dengan Bahasa Basic Menggunakan Bascom-8051. CV. Andi Offset:Yogyakarta
- Wardhana, Lingga. 2006. Belajar SendiriMikrokontroller AVR Seri ATMega8535. CV Andi Offset :Yogyakarta.