

## PERBAIKAN DETEKSI ALAT KLASIFIKASI KENDARAAN OTOMATIS MENGUNAKAN SENSOR INFRAMERAH TAMBAHAN

Sri Hartanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Teknik Elektro, Universitas Krisnadwipayana*

<sup>1</sup>*Jalan Kampus Unkris, Jatiwaringin, Pondok Gede, Jakarta Timur, 13077, Indonesia*

<sup>1</sup>*srihartanto@unkris.ac.id*

---

### INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 17-11-2020  
revisi : 17-12-2020  
diterima : 17-06-2021  
dipublish : 29-06-2021

---

### ABSTRAK

Setelah penggunaan Gardu Tol Otomatis (GTO) pada jalan tol, pekerjaan petugas untuk memasukkan data jenis kendaraan secara manual pada mesin transaksi untuk mengeluarkan tarif tol sesuai dengan jenis kendaraan digantikan dengan alat klasifikasi kendaraan otomatis/*Automatic Vehicle Classification (AVC)*. Alat AVC mengklasifikasikan jenis kendaraan secara otomatis untuk mengeluarkan tarif tol sesuai dengan jenis kendaraan. Meskipun demikian, masih ditemukan kesalahan dalam klasifikasi kendaraan dengan AVC ini ketika kendaraan bergerak mundur setelah masuk ke daerah pendeteksian klasifikasi kendaraan, yang berakibat pada kesalahan penentuan tarif tol. Untuk memperbaiki deteksi pada alat AVC ini maka ditambahkan sensor inframerah untuk mendeteksi kendaraan yang bergerak mundur. Sensor inframerah penambahan ini terdiri dari modul pemancar dan penerima sebagai pendeteksi arah kendaraan yang dipasang dengan jarak 50 cm dari sensor *profile scanner*. Melalui pengujian yang dilakukan, diperoleh hasil sampel data transaksi berupa perbaikan persentase kesalahan, dimana sebelum penambahan sensor inframerah, kesalahan rata-rata adalah 0,302% sedangkan setelah penambahan sensor inframerah, kesalahan rata-rata adalah 0,100%, dengan penurunan kesalahan 0,202%.

*Kata kunci : sensor; inframerah; AVC; otomatis*

## ABSTRACT

**Repair of Automatic Vehicle Classification Detection Equipment Using Additional Infrared Sensor.** After the use of Automatic Toll Gates (GTO) on toll roads, the officer's job to enter vehicle type data manually on the transaction machine to issue toll rates according to the type of vehicle is replaced by an Automatic Vehicle Classification (AVC) device. The AVC device classifies vehicle types automatically to issue toll rates according to the type of vehicle. However, there are still errors in the classification of vehicles with this AVC when the vehicle moves backwards after entering the vehicle classification detection area, which results in errors in determining toll rates. To improve the detection of this AVC device then an infrared sensor is added to detect vehicles moving backwards. This additional infrared sensor consists of a transmitter and receiver module to detect the direction of the vehicle, which is installed at a distance of 50 cm from the profile scanner sensor. Through the tests carried out, the results of the transaction data sample were obtained in the form of an improvement in the percentage of errors, where before the addition of an infrared sensor, the average error was 0.302%, while after the addition of an infrared sensor, the average error was 0.100%, with a decrease in error of 0.202%.

*Keywords : sensor; infrared; AVC; automatic*

## PENDAHULUAN

Jalan Tol adalah jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar tol, berupa sejumlah uang berdasarkan tarif tertentu. Sebelumnya, transaksi di gardu tol dilakukan secara manual oleh petugas yang menentukan jenis/klasifikasi kendaraan dan tarif tol berdasarkan jenis kendaraan. Dengan mulai adanya transaksi menggunakan uang elektronik (*e-money*), beberapa operator jalan tol mulai menggunakan sistem transaksi tol otomatis, yaitu Gardu Transaksi Otomatis (GTO). Pekerjaan secara manual digantikan dengan alat elektronik pengklasifikasi kendaraan otomatis/*Automatic Vehicle Classification* (AVC) yang dapat secara otomatis mengklasifikasikan jenis kendaraan untuk kemudian mengeluarkan tarif tol sesuai dengan jenis kendaraan.

Namun demikian, masih ditemukan kesalahan dalam mengklasifikasikan kendaraan dengan menggunakan alat AVC yang digunakan selama ini, dikarenakan alat AVC konvensional tidak dapat mendeteksi kendaraan yang bergerak mundur setelah masuk ke daerah pendeteksian klasifikasi kendaraan. Dengan demikian, timbul peluang terjadinya kesalahan klasifikasi kendaraan yang memunculkan kesalahan penentuan tarif tol. Oleh karena itu, untuk memperbaiki kesalahan deteksi pada alat AVC konvensional ditambahkan sensor inframerah yang digunakan sebagai pendeteksi arah kendaraan yang bergerak mundur dari daerah pendeteksian pada alat AVC konvensional.

Penelitian dibatasi pada pengujian dan analisa penambahan sensor inframerah untuk mendeteksi kendaraan

yang bergerak mundur dari daerah pendeteksian pada alat AVC konvensional dan menganalisa persentase pengaruh penambahan sensor inframerah untuk memperbaiki deteksi alat klasifikasi kendaraan otomatis yang selama ini digunakan.

### TEORI

Alat *Automatic Vehicle Classification* (AVC) adalah alat yang berfungsi untuk mendeteksi kendaraan yang melintas tanpa ada interkasi dengan pengemudi (Yousaf et al., 2012).

*Piezoelectric* adalah komponen elektronik yang dapat mengukur tekanan, percepatan, regangan.. Efek *piezoelectric* berkaitan dengan *momen dipole* listrik pada zat padat, sehingga dapat mendeteksi perubahan tekanan. Oleh karena itu, piezoelectric banyak digunakan sebagai sensor tekanan (Diniardi et al., 2017).

Sensor inframerah digunakan sebagai alat untuk mendeteksi objek ketika sinar inframerah terhalang oleh objek. Sensor inframerah merupakan dioda pemancar sinar inframerah dan dirangkai dengan fototransistor sebagai penerima sinar inframerah (Ardaisi, 2017).

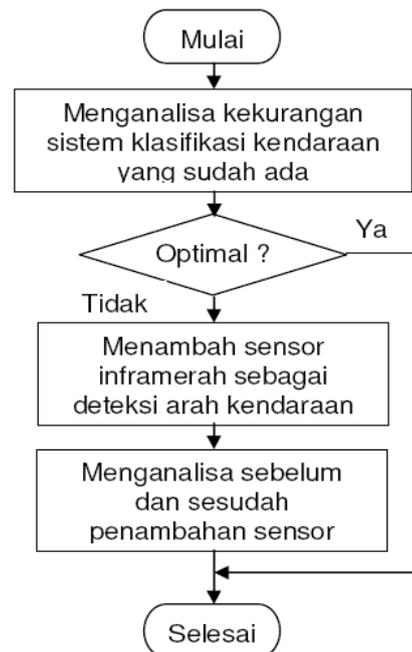
Kesalahan sebelum penambahan sensor inframerah dihitung dengan rumus (Ardaisi, 2017).

$$\frac{\text{Kesalahan}}{\text{Jumlah Transaksi}} \times 100 \% \dots\dots\dots(1)$$

### METODE PENELITIAN

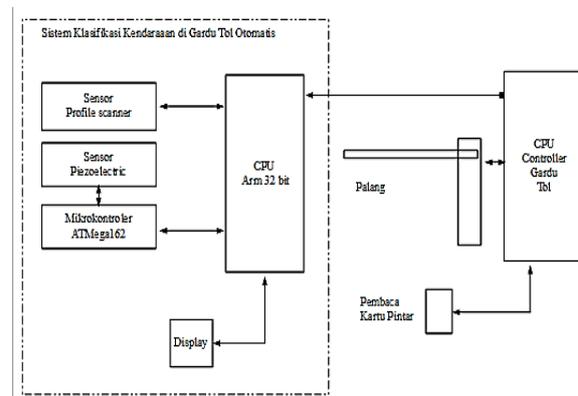
Metode penelitian dimulai dengan menganalisa kekurangan alat klasifikasi kendaraan otomatis yang sudah ada, lalu mengoptimalkan dengan penambahan sensor inframerah, dan membandingkan

data pengujian sebelum dan sesudah penambahan sensor inframerah. Bagan alir metode penelitian diperlihatkan dalam Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Bagan Alir Metode Penelitian

Gambar 2 berikut ini menunjukkan blok diagram alat pengklasifikasi kendaraan otomatis (AVC) konvensional untuk pengujian di Gardu Tol Otomatis (GTO).



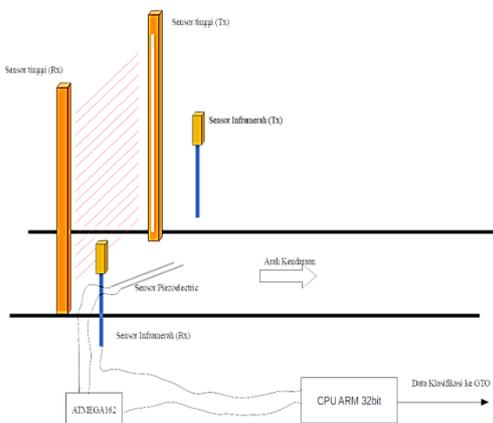
Gambar 2. Blok Diagram AVC

Dari Gambar 2 di atas, alat pengklasifikasi kendaraan otomatis terdiri dari Modul ATMEGA 162 sebagai

antarmuka dengan sensor piezoelectric, modul sensor ketinggian (*Profile Scanner*) untuk memperoleh data ketinggian kendaraan dan menandakan kendaraan edang melintasi *Profile Scanner*, Modul *display* sebagai indikator jenis kendaraan yang berhasil dideteksi, Modul komunikasi ke perangkat Gardu Tol Otomatis (GTO) dengan memberikan data klasifikasi kendaraan.

Perangkat lunak yang digunakan dalam alat klasifikasi kendaraan otomatis adalah perangkat lunak AVR Studio 4 yang digunakan untuk membuat program aplikasi yang digunakan pada *Double Wheel Sensor* (DWS) yang dapat menentukan gandar kendaraan. Program ini menentukan banyaknya roda kendaraan dari sinyal yang dihasilkan oleh sensor *piezoelectric* dan perangkat lunak untuk mengolah data-data dari sensor *piezoelectric* sebagai penentu jumlah gandar kendaraan, dan sensor inframerah sebagai pendeteksi tinggi kendaraan

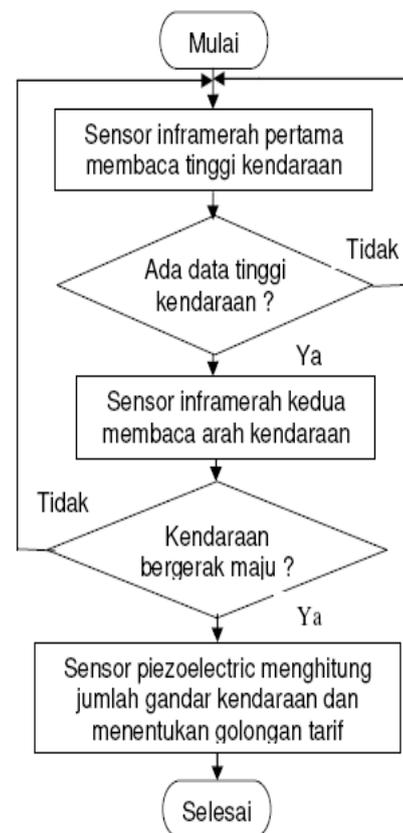
Posisi penambahan sensor inframerah untuk mendeteksi arah kendaraan yang bergerak mundur diperlihatkan dalam Gambar 3 berikut. Sensor inframerah dipasang dalam jarak 50 cm dari *sensor profile scanner* pada GTO.



Gambar 3. Penambahan Sensor Inframerah

Tujuan pemasangan sensor di sisi yang diperlihatkan dalam Gambar 3 adalah untuk mendapatkan sinyal keluaran berupa logika *low* (0) dan *high* (1) yang dapat dibandingkan dengan sinyal keluaran logika dari *profile scanner*.

Penambahan sensor inframerah pada alat klasifikasi kendaraan otomatis dengan sistem kontrol arah kendaraan diperlihatkan dalam bagan alir pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Penambahan Sensor Inframerah

Dengan penambahan sensor inframerah, jika kendaraan bergerak mundur dari daerah pendeteksian klasifikasi kendaraan, maka proses dikembalikan ke awal, sebelum sensor inframerah pertama menentukan tinggi kendaraan. Dengan memberikan logika 0 pada sensor inframerah kedua maka dapat terdeteksi bahwa kendaraan tidak bergerak maju atau bergerak mundur dari daerah pendeteksian

klasifikasi kendaraan, dan dengan logika 1 berarti kendaraan melalui proses normal, yaitu bergerak maju ke daerah pendeteksian.

Data sampel kendaraan yang diambil dari Gardu Tol Otomatis pertama di Jalan Tol Jakarta-Merak pada 19 hari awal di bulan Juli 2020 diperlihatkan dalam Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Data klasifikasi kendaraan

Hari	Jenis Klasifikasi Kendaraan Berdasarkan Golongan Tarif					Jumlah Transaksi
	I	II	III	IV	V	
	1	207	82	20	1	
2	206	72	24	2	2	2163
3	106	64	22	13	5	1168
4	165	48	6	0	1	1714
5	103	45	14	5	8	1104
6	217	107	13	2	1	2302
7	203	107	21	13	5	2180
8	104	86	31	7	7	1172
9	223	99	13	2	3	2356
10	231	101	8	5	5	2429
11	105	64	23	5	2	1149
12	198	92	19	1	1	2093
13	222	73	20	2	3	2320
14	177	41	24	2	2	1844
15	198	92	19	1	1	2093
16	222	73	20	2	3	2320
17	177	41	24	2	2	1844
18	198	21	5	1	2	2015
19	952	41	6	1	2	1002

Berdasarkan pada Kepmen PU No: 370/KPTS/M/2007, klasifikasi kendaraan terdiri dari golongan I: sedan, jip, pick up/truk kecil, dan bus, golongan II: truk dengan dua gandar, golongan III: truk dengan tiga gandar, golongan IV: truk dengan empat gandar, golongan V: truk dengan lima gandar atau lebih

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari jumlah data kendaraan keseluruhan dalam Tabel 1 sebanyak 35.452 kendaraan dalam 19 hari pengujian ditemukan adanya kesalahan pengklasifikasian kendaraan seperti terlihat dalam Tabel 2 berikut:

**Tabel 2.** Kesalahan yang ditemukan

Hari	Jumlah Transaksi	Kesalahan	Persentase Kesalahan (%)
1	2184	10	0,458
2	2163	10	0,462
3	1168	2	0,171
4	1714	3	0,175
5	1104	10	0,906
6	2302	3	0,130
7	2180	5	0,229
8	1172	6	0,512
9	2356	12	0,509
10	2429	9	0,371
11	1149	1	0,087
12	2093	4	0,191
13	2320	3	0,129
14	1844	6	0,325
15	2093	4	0,191
16	2320	3	0,129
17	1844	6	0,325
18	2015	1	0,049
19	1002	4	0,399

Dari data dalam Tabel 2, diperoleh akumulasi persentase kesalahan klasifikasi kendaraan sebelum penambahan sensor inframerah dari hari pertama pengujian sampai hari kesembilan belas pengujian sebesar:  $(0,458 + 0,462 + 0,171 + 0,175 + 0,906 + 0,130 + 0,229 + 0,512 + 0,509 + 0,371 + 0,087 + 0,191 + 0,129 + 0,325 + 0,191 + 0,129 + 0,325 + 0,049 + 0,399)\% = 5,748\%$  dan didapatkan nilai rata-rata kesalahan klasifikasi kendaraan dalam sehari adalah  $5,748\% : 19 = 0,302\%$ .

Kesalahan terjadi karena pada saat kendaraan bergerak maju atau bergerak mundur, sistem tidak dapat membedakan, sehingga timbul peluang terjadinya kesalahan klasifikasi kendaraan. Ketika kendaraan bergerak maju, data klasifikasi kendaraan sudah tercatat dan terkirim ke kontrol Gardu Tol Otomatis dan ketika kendaraan bergerak mundur, data klasifikasi kendaraan tercatat lagi dan terkirim ke kontrol Gardu Tol Otomatis. Hal ini akan mengacaukan data antrian yang tersimpan di kontrol Gardu Tol Otomatis. Selama data antrian klasifikasi kendaraan belum di-reset, maka kesalahan akan terus terjadi.

Penambahan sensor inframerah pada alat klasifikasi kendaraan otomatis memberikan fungsi untuk mengetahui arah Bergeraknya kendaraan dengan membandingkan sinyal keluaran *profile scanner* dan sinyal keluaran inframerah pada saat kondisi sinyal *high* (1) ke sinyal *low* (0). Dari hasil keluaran sinyal masing-masing sensor *profile scanner* dan inframerah pada saat kendaraan bergerak maju dan kendaraan bergerak mundur, dengan menghitung nilai  $t_0$  (waktu terjadinya perubahan sinyal dari *high* ke *low* untuk sensor *profile scanner*) dan  $t_1$  (waktu terjadinya perubahan sinyal dari *high* ke *low* untuk sensor inframerah), dimana jika  $t_0 < t_1$  maka arah kendaraan bergerak maju dan jika  $t_0 > t_1$  maka arah kendaraan bergerak mundur.

Tabel 3 berikut memperlihatkan jumlah kesalahan pengklasifikasian kendaraan otomatis setelah penambahan sensor inframerah.

**Tabel 3.** Kesalahan Setelah Penambahan Sensor Inframerah

Hari	Jumlah Transaksi	Kesalahan	Persentase Kesalahan (%)
1	2184	3	0,137
2	2163	4	0,185
3	1168	0	0,000
4	1714	1	0,058
5	1104	2	0,181
6	2302	1	0,043
7	2180	2	0,092
8	1172	3	0,256
9	2356	4	0,170
10	2429	2	0,082
11	1149	0	0,000
12	2093	1	0,048
13	2320	1	0,043
14	1844	2	0,108
15	2093	2	0,095
16	2320	1	0,043
17	1844	3	0,163
18	2015	0	0,000
19	1002	2	0,200

Dari data dalam Tabel 3, diperoleh akumulasi persentase kesalahan klasifikasi kendaraan setelah penambahan sensor inframerah dari hari pertama pengujian sampai hari kesembilan belas pengujian sebesar:  $(0,137 + 0,185 + 0,000 + 0,058 + 0,181 + 0,043 + 0,092 + 0,256 + 0,170 + 0,082 + 0,000 + 0,048 + 0,043 + 0,108 + 0,095 + 0,043 + 0,163 + 0,000 + 0,200)\% = 1,904\%$  dan didapatkan nilai rata-rata kesalahan klasifikasi kendaraan dalam sehari adalah  $1,904\% : 19 = 0,100\%$ .

Perbandingan atau selisih data dalam tabel 2 dan data dalam tabel 3 dapat memperlihatkan besarnya pengurangan atau penurunan persentase kesalahan klasifikasi kendaraan rata-rata sebesar:  $0,302\% - 0,100\% = 0,202\%$ .

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diperoleh kesimpulan bahwa penambahan sensor inframerah sebagai pendeteksi arah Bergeraknya kendaraan dalam alat klasifikasi kendaraan otomatis dapat mengurangi tingkat kesalahan sehingga dapat membedakan kendaraan menurut jenis klasifikasinya. Selain itu, tingkat kesalahan berkurang secara signifikan, berdasarkan sampel data transaksi untuk persentase kesalahan maksimum sebelum penambahan sensor inframerah rata-rata adalah 0,302% dan persentase kesalahan maksimum setelah penambahan sensor inframerah rata-rata adalah 0,100% yang artinya ada penurunan kesalahan sebesar 0,202%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardaisi, M. (2017). APLIKASI SENSOR INFRA MERAH PADA PEMBUATAN KOTAK SAMPAH ELEKTRONIS. *JURNAL DESIMINASI TEKNOLOGI*, 5(1).
- Diniardi, Ery., Syawaluddin, Ramadhan, Anwar Ilmar. (2017). Analisis Desain Pickup Piezoelektrik Dari Model Hybrid Solar Cell-Piezoelectric Untuk Daya Rendah, *Jurnal Teknologi* 9(2), 83-88. DOI: 10.24853/jurtek.9.2.83-88.
- Sasmito, Trio. (2019). Analisa Penggunaan Alat Klasifikasi Kendaraan Di Gardu Tol Otomatis. (Unpublished Tugas Akhir). Program Studi Teknik Elektro. Universitas Krisnadwipayana.
- Nazilah, Anna Nur. (2010). Penggunaan Microcontroller Sebagai Pendeteksi Posisi Dengan Menggunakan Sinyal GSM. *Jurnal Informatika*, 4(1), 430-439.
- Tenoyo, Bayu. (2011). Spesifikasi Sistem Automatic Vehicle Classification Menggunakan B-Method (Published Studi Mandiri Software Engineering). Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia. Retrieved from <https://adoc.pub/spesifikasi-sistem-automatic-vehicle-classification-menggu.html>.
- Vrileuis, A. (2013). Pemantau Lalu Lintas dengan Sensor LDR Berbasis Mikrokontroler ATmega16. *Jurnal Rekayasa Elektrika*. <https://doi.org/10.17529/jre.v10i3.1016>
- Yousaf, Kanwal., Iftikhar, Arta., Javed, Ali. (2012). Comparative Analysis of Automatic Vehicle Classification Techniques: A Survey. *International Journal of Image Graphics and Signal Processing* 4(9), 52-59. DOI: 10.5815/ijigsp.2012.09.08.