

ALGORITMA PENGHINDAR TABRAKAN DEPAN-DEPAN MENGUNAKAN SENSOR FUSION

Edi Rakhman¹⁾, Noor Cholis Basjaruddin²⁾, Ardiansyah Ramadhan³⁾, Irfan Maulana Shidik⁴⁾

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
Email : edr@polban.ac.id

Abstract

An autonomous vehicle is a vehicle that can make steering decisions automatically. Development on the autonomous vehicle system is still ongoing. One part that is being developed is the Head-on Collision Avoidance System (HCAS). Control used only on one type of sensor is still ineffective. This research project aims to avoid car accidents between front and front by using an autonomous vehicle algorithm. The method used to avoid this accident with the sensor fusion method, by combining ultrasonic sensors and cameras so that it will take the decision to avoid a collision. The results of the decision in the form of braking when there are obstacles from the side, and turning if there are no obstacles from the side.

Keywords : *Fusion sensor, autonomous vehicle algorithm, head-on collision avoidance system.*

Abstrak

Kendaraan otonom merupakan kendaraan yang dapat mengambil keputusan kemudi secara otomatis. Pengembangan pada sistem kendaraan otonom masih terus dilakukan. Salah satu bagian yang sedang dikembangkan ialah *Head-on Collision Avoidance System* (HCAS). Kendali yang digunakan hanya pada satu jenis sensor masih kurang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk menghindari kecelakaan mobil antara depan dengan depan dengan menggunakan algoritma kendaraan otonom. Metode yang digunakan untuk menghindari kecelakaan ini dengan metode *sensor fusion*, dengan menggabungkan sensor ultrasonik dan kamera sehingga akan mengambil keputusan menghindari tabrakan. Hasil keputusan berupa mengerem jika ada halangan dari samping, dan berbelok jika tidak ada halangan dari samping.

Kata kunci : *sensor fusion, algoritma kendaraan otonom, head-on collision avoidance system.*

PENDAHULUAN

Kecelakaan kendaraan sering terjadi di jalan raya. Kecelakaan tersebut menimbulkan luka pada tubuh bahkan kematian. Sejumlah upaya yang dilakukan oleh para petugas lalu lintas terus ditingkatkan, namun apa daya pengendara sering lalai dalam berkendara yang menyebabkan kecelakaan lalu lintas. Pada berita daring Kompas tertanggal 28 Desember 2019 ditulis oleh Ardito Ramadhan menyatakan bahwa kecelakaan lalu lintas pada tahun 2019 meningkat 6 persen dari tahun sebelumnya. Berdasarkan data Polri, terdapat 107.500 kasus kecelakaan lalu lintas pada tahun 2019,

meningkat dari 103.672 kasus pada tahun 2018 (Ramadhan, 2019). Hal tersebut menunjukkan perlu adanya tingkat keamanan kendaraan tersebut dan aturan lalu lintas saat berkendara.

Seiring berjalannya waktu para peneliti dan ilmuwan terus mengembangkan kendaraan yang dapat menghindari kecelakaan lalu lintas tersebut. Contoh teknologi yang sekarang terus dikembangkan adalah *Advanced Driver Assistance Systems* (ADASs), yaitu sebuah sistem yang memungkinkan mobil bekerja secara otomatis dan cerdas. Contoh kecil dari ADASs ini adalah *Head-on Collision Avoidance System* (HCAS) yang dapat mencegah jika akan terjadinya tabrakan frontal dengan cara mengerem atau menghindar (Basjaruddin, 2014).

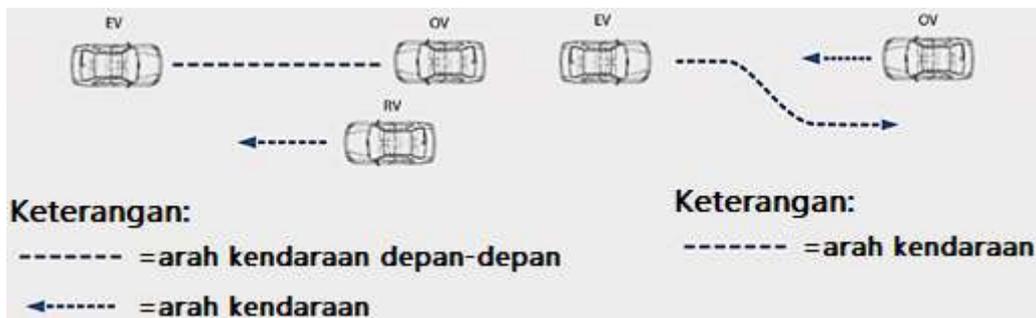
Salah satu sistem yang berfungsi untuk meningkatkan keselamatan pengendara yaitu *Head-on Collision Avoidance System* (HCAS). HCAS merupakan perangkat yang wajib digunakan untuk masa depan, sehingga dapat meminimalisir angka kematian pada kecelakaan lalu lintas. Alat ini akan mengatasi kendaraan secara otomatis jika akan terjadinya tabrakan antara 2 mobil yang melaju berlawanan arah. Hasil keputusan untuk menghindari kecelakaan yaitu dengan berhenti dan berbelok ke jalur samping dari jalan. Metode ini mengandalkan kerjasama dua kendaraan yang memiliki sistem yang sama, yang dikenal dengan Sistem Kooperatif (Edi Rakhman, 2019)

Berdasarkan latar belakang tersebut diperlukan algoritma menggunakan metode sensor fusion pada model kendaraan berupa mobil aki untuk mendapatkan aksi yang dapat menghindari tabrakan depan-depan lebih akurat dan efisien. Pengolahan data yang dihasilkan diproses menggunakan mikrokontroler-tertanam yang diletakkan pada mobil aki. Cara kerja alat yang akan dibuat adalah dengan memasang pengukur jarak di depan dan di samping. Untuk di depan dipasang satu buah sensor ultrasonik dan kamera. Untuk bagian samping akan dipasang satu buah sensor ultrasonik. Dengan hasil proses Fuzzy Logic akan memerintahkan dua buah motor dc yang pertama motor belakang sebagai motor utama, dan motor kemudi sebagai pengendali kemudi kendaraan.

Adapun, tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem keamanan berkendara pada mobil otonom pada *Head-on Collision Avoidance Systems* (HCAS) dengan penerapan metode *sensor fusion* sehingga dapat mengambil keputusan yang lebih baik.

METODE PENELITIAN

Kendaraan otonom merupakan kendaraan yang melakukan pengemudian secara otomatis tanpa campur tangan manusia. Kendaraan ini tidak hanya memudahkan pengemudi dalam berkendara, tetapi juga untuk meningkatkan keselamatan pengemudi dalam berkendara. Contoh sebuah sistem yang ada pada kendaraan otonom adalah *Head-on Collision Avoidance System* (HCAS). HCAS yaitu sistem yang melakukan pengendalian otomatis pada kendaraan untuk menghindari adanya tabrakan antara dua mobil yang saling berhadapan pada jalur yang sama. Sistem ini akan melakukan tiga keputusan selama berkendara seperti pada Gambar 1. Keputusan pertama adalah maju pada saat tidak ada mobil dari depan yang berdekatan pada jalur sehingga kendaraan pun akan terus melaju pada jalur tersebut. Keputusan kedua adalah berhenti pada saat ada mobil di depan yang maju berlawanan arah antara depan-depan, dan di samping jalur kanan mobil terdapat mobil juga sehingga mobil akan mengerem dan berhenti akan dapat meminimalisir kecelakaan. Keputusan ketiga adalah menghindar pada saat ada mobil di depan yang maju berlawanan arah antara depan-depan, namun pada samping jalur tidak adanya mobil sehingga mobil akan berbelok ke jalur samping dan kecelakaan dapat dihindari. Skenario yang diperlukan untuk menyelesaikan kasus tersebut dituangkan ke dalam bentuk diagram alir seperti yang tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Skenario penghindar Tabrakan

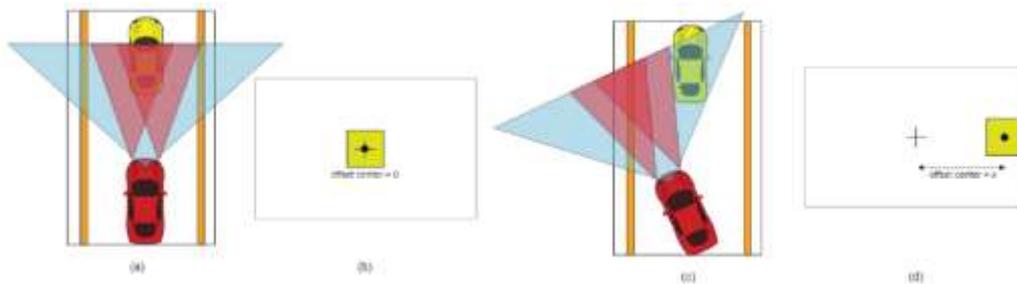
Dari skenario tersebut dapat disimpulkan, terdapat 3 buah aksi yang dilakukan oleh mobil utama : (1) Aksi mengerem untuk mobil karena menerima sensor alangan di jalur lainnya, (2) Aksi berbelok untuk mobil dan mengurangi kecepatan karena mobil tidak mendapatkan alangan di jalur lainnya, (3) Aksi tetap meneruskan arahnya karena mobil tidak saling berhadapan-hadapan.

Sensor fusion digunakan pada alat ini. Fungsinya adalah untuk meningkatkan keakurasian dan kepresisian dalam sebuah sistem. Selain kegunaan tersebut, kelebihan

lainnya adalah sensor fusion dapat menutupi kekurangan setiap sensor dengan menggunakan sensor lain yang dapat dikonversikan menjadi fungsi yang sama.

Pada alat ini sensor fusion digunakan operator Fuzzy Logic dari kamera dan ultrasonik yang berada di depan sehingga diinginkan dapat menentukan jarak depan secara akurat. Pada alat ini digunakanlah sensor fusion untuk saling melengkapi kekurangan sensor tersebut. Jadi, alat ini dapat memungkinkan untuk saling melengkapi pendeteksian objek mobil yang berada di depan.

Terdapat 3 Fuzzy Logic yang digunakan untuk membuat alat ini, yaitu Fuzzy Logic HCAS (Head-On Collision Avoidance System), Fuzzy Logic LKAS (Line Keeping Assistance System) (Basjaruddin, Kuspriyanto, Suhendar, & Aryani, 2015), dan Fuzzy Logic Fusion. Fuzzy Logic HCAS aktif saat mobil di depan terdeteksi kurang dari 2,8 m. Hasil Fuzzy Logic ini berupa aksi mengerem, maju, dan berbelok ke jalur kanan dengan menggunakan output motor belakang pada mobil dan kemudi mobil seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi Pendeteksian Mobil di Depan

Pada membership function pada Fuzzy Logic ini digunakan membership function jarak “Dekat, Sedang, dan Jauh”. Fuzzy Logic HCAS ini bertindak jika terjadi aturan yang sudah ditetapkan. Aturan tersebut bertindak jika input yang diterima sesuai dengan yang sudah diatur seperti pada Tabel 1.

Tabel 1.

Fuzzy Rules HCAS

Jarak Depan	Jarak Samping	
	Dekat	Jauh
Dekat	Mengerem	Berbelok
Sedang	Mengerem	Berbelok
Jauh	Maju	Maju

Untuk menentukan jarak depan, Penggabungan data sensor (sesor fusion) dilakukan untuk membuat sistem pengukuran jarak yang lebih robust dengan

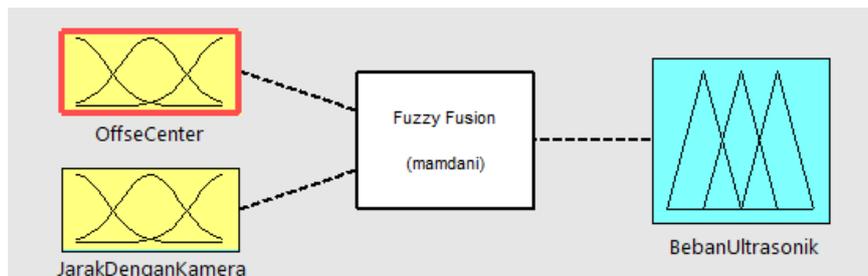
menggabungkan informasi sensor ultrasonik dan kamera. Penggabungan informasi jarak tersebut akan dilakukan dengan metode *Weighted Sum Model* (WSM). Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya tentang kelebihan dan kekurangan masing-masing sensor. Rumus WSM pada alat ini ditunjukkan pada Persamaan (1) :

$$D_{fusion} = d_{cam} * w_{cam} + d_{uit} * w_{uit} \quad (1)$$

D_{fusion} adalah pengukuran jarak hasil fusion, d_{cam} adalah hasil pengukuran jarak dari sensor kamera, w_{cam} adalah beban pengukuran sensor kamera , d_{uit} adalah hasil pengukuran jarak dari sensor ultrasonik, dan w_{uit} adalah beban pengukuran sensor ultrasonik. Untuk nilai data input masing-masing sensor tentu saja merupakan data jarak yang terbaca oleh sensor, sementara untuk nilai beban masing-masing sensor, ditentukan oleh reliability sensor dalam keadaan tertentu. Fuzzy Logic fusion ini mempunyai blok diagram seperti pada Gambar 2. Adapun, membership function fuzzy ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Fuzzy fusion ini digunakan untuk menentukan nilai beban ultrasonik dengan input berupa offset center kamera dan pengukuran jarak depan dengan kamera. Untuk menentukan nilai beban kamera digunakan Persamaan (2).

$$Beban\ Kamera = 1 - Beban\ Ultrasonik \quad (2)$$



Gambar 2. Fuzzy Sensor Fusion pada jarak depan.

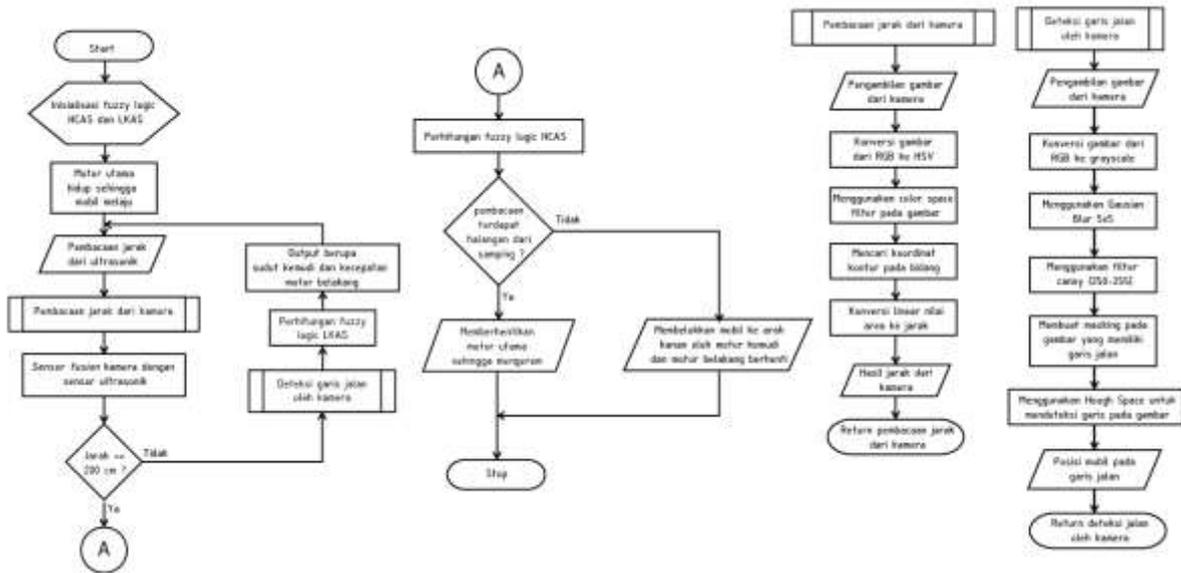
Hasil beban tersebut akan dimasukkan ke dalam nilai WSM dan akan hasil *rule* seperti pada Tabel 2.

Tabel 2.

Hasil Perbandingan *Fuzzy Rule*

No	Offset center	Ult weight
1	Small	Big
2	Medium	Medium
3	Big	small

Besar beban ultrasonik berkebalikan dengan besar offset center, yang artinya semakin benda/mobil berada di samping maka semakin pembebanan lebih condong ke hasil pengukuran oleh kamera dibanding dengan ultrasonik. Penentuan maksimum kecepatan kendaraan obyek ditentukan oleh waktu sampling sebesar 0,22 detik yang menghasilkan kecepatan tidak lebih dari 1 m/detik. Hasil flowchart yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Sistem HCAS

HASIL DAN PEMBAHASAN

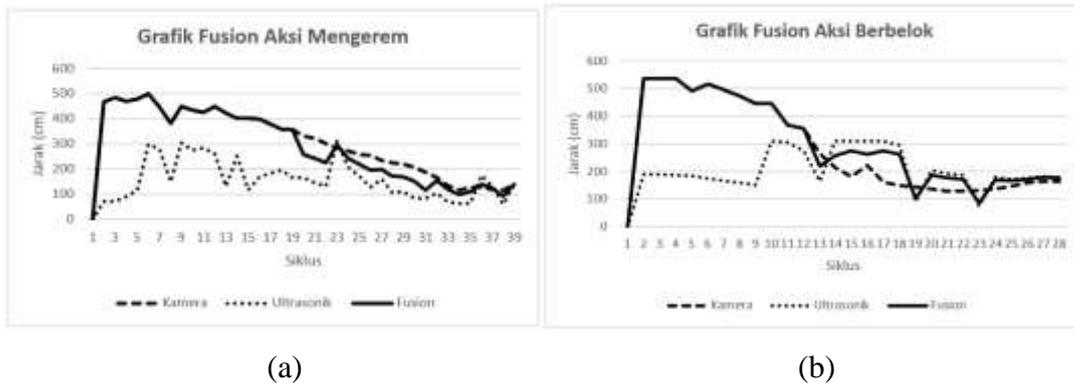
Obyek penelitian ini berupa dua buah kendaraan mobil aki. Mobil utama merupakan mobil dengan menerapkan sistem HCAS. Pada mobil ini terdapat dua buah sensor ultrasonik yang dipasang di depan mobil, satu buah sensor ultrasonik yang dipasang di spion mobil dengan posisi empat puluh lima derajat arah lurus dan kamera untuk mengukur jarak depan. Untuk mobil di depan atau mobil *dummy* tidak memiliki sistem keamanan apapun dan dikendalikan oleh Arduino melalui *bluetooth*.

Pengujian sistem didasarkan atas sampling pengolahan data 0,22 detik dan kecepatan maksimum 0,77 m/detik. Pengujian dibagi menjadi beberapa pengujian yaitu, pengujian sistem berbelok ke jalur lainnya, pengujian sistem mengerem, dan pengujian sistem melaju tanpa ada alangan dan mobil depan.

Pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. menempatkan mobil utama dengan mobil *dummy* saling berhadapan, dan mempunyai jarak sekitar 6 meter.
2. Mengontrol mobil dummy dengan menggunakan *smartphone* via bluetooth.
3. Menyalakan mobil utama.
4. Melihat aksi yang dilakukan.

Hasil percobaan didapat seperti pada Gambar 4 dan Tabel 3.



Gambar 4. Grafik aksi kendaraan obyek mengerem dan berbelok

Dari hasil yang didapat terlihat pada pendataan saat jarak *fusion* berada pada 117, 37 cm dan ultrasonik samping 66, 25 cm. nilai PWM dari kecepatan motor belakang mulai melambat dan Kemudi tidak berbelok, yang artinya aksi ini mengerem untuk menghindari dari tabrakan depan-depan. Adapun grafik dari aksi mengerem tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.(a). Untuk aksi berbelok dari Gambar 4.(b), saat jarak *fusion* berada pada 172,83 cm dan ultrasonik samping 217,54 cm. Nilai PWM dari kecepatan motor belakang masih mengeluarkan nilai tinggi dan kemudi berbelok dengan sudut yang besar ke kanan. Pada kondisi ini mobil bekerja dengan berbelok untuk menghindari tabrakan.

Tabel 3.
 Pengujian sistem dengan aksi mengerem dan berbelok

Percobaan Ke-	Aksi Mengerem	Keterangan	Percobaan Ke-	Aksi Berbelok	Keterangan
1	Berhasil		1	Berhasil	
2	Berhasil		2	Berhasil	
3	Belum Berhasil	Mobil melakukan aksi berbelok	3	Berhasil	
4	Berhasil		4	Berhasil	
5	Berhasil		5	Berhasil	

Percobaan Ke-	Aksi Mengerem	Keterangan	Percobaan Ke-	Aksi Berbelok	Keterangan
6	Berhasil		6	Berhasil	
7	Berhasil		7	Berhasil	
8	Belum Berhasil	Mobil melakukan aksi berbelok	8	Berhasil	
9	Berhasil		9	Berhasil	
10	Berhasil		10	Berhasil	

SIMPULAN

Dari hasil percobaan yang dilakukan, menunjukkan bahwa penggunaan algoritma HCAS berbasis sensor fusion telah melakukan aksi berbelok dengan tingkat keberhasilan 100%, untuk aksi melaju dengan tingkat keberhasilan 100%, dan aksi mengerem dengan tingkat keberhasilan 80%. Aksi mengerem tidak sepenuhnya berhasil karena pada saat mobil mendeteksi adanya objek dari samping oleh pembacaan ultrasonik pengereman mobil terlalu lambat sehingga pendeteksian ultrasonik samping telah melewati objek yang sebelumnya dibaca. Fuzzy Logic pun terus menghitung dan akhirnya mobil pun mengalami aksi berbelok. Solusi untuk mengatasi pengereman tersebut adalah dengan memberikan sistem pengereman layaknya pengereman pada mobil sebenarnya atau dengan pen-tuning-an yang lebih akurat pada Fuzzy Logic. Adapun, algoritma perlu disempurnakan lebih lanjut agar tingkat keberhasilan dapat semaksimal mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

- Basjaruddin, N. C. (2014). Developing Adaptive Cruise Control Based on Fuzzy Logic Using Hardware Simulation. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, Vol. 4, No. 6, December 2014, pp., 944~951.
- Basjaruddin, N. C., Kuspriyanto, Suhendar, & Aryani, D. S. (2015). Lane Keeping Assist System Based on Fuzzy Logic. *International Electronics Symposium (IES)* (p. Lane Keeping Assist System based on Fuzzy Logic). Surabaya: IES Surabaya.
- Edi Rakhman, N. C. (2019). Algoritma Penghindar Tabrakan Depan-Depan Mobil Kooperatif. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif ke-9* (pp. 804-811). Sungailiat, Bangka: Polban, Babel.
- Ramadhan, A. (2019, Desember 28). *Polri Sebut Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Meningkat pada 2019*. Diambil kembali dari Kompas: <https://sains.kompas.com/read/2019/12/28/10355741/polri-sebut-jumlah-kecelakaan-lalu-lintas-meningkat-pada-2019>