

PERANCANGAN MODEL CAR COLLISION AVOIDANCE SYSTEM

Kevin Christopher Gomuljo¹⁾ Ir. Joni Dewanto, M.T.²⁾

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra^{1,2)}

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia^{1,2)}

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658^{1,2)}

E-mail : m24410006@john.petra.ac.id¹⁾ jdewanto@petra.ac.id²⁾

ABSTRAK

Di era yang terus berkembang dalam bidang teknologi dewasa ini, mendorong setiap orang untuk terus berinovasi untuk menciptakan temuan-temuan baru yang sangat berguna untuk memudahkan pekerjaan manusia. Salah satunya dalam dunia otomotif, dimana kendaraan telah berkembang dari zaman ke zaman untuk kesesuaian yang dibutuhkan masing-masing orang. Untuk mengantisipasi kecelakaan terhadap perkembangan-perkembangan yang ada, maka faktor keamanan juga menjadi sangat penting untuk ikut serta berkembang demi mengimbangi perkembangan yang ada.

Dalam tugas akhir ini akan dilakukan pembahasan mengenai salah satu perkembangan sistem keamanan dalam berkendara yang turut berkembang seiring dengan perkembangan zaman. Sistem keamanan ini menggunakan sistem yang terkontrol dengan proses kerja CPU yang sangat akurat. Serta bekerja secara otomatis, dengan bantuan sistem peringatan berupa alarm audio-visual dan sistem pengereman secara sendirinya. Sistem ini rangkaian yang kompleks. Untuk itu, dalam tugas akhir ini dilakukan pendekatan komponen yaitu mengganti komponen yang asli dengan komponen yang lebih sederhana namun memiliki fungsional yang sama. Diharapkan sistem ini menjadi lebih mudah dimengerti dan berguna untuk meningkatkan pengetahuan.

Setelah dilakukan pengujian, sistem yang telah dirancang bekerja dengan baik dan memiliki keserupaan dengan sistem yang diaplikasikan pada mobil. Baik terhadap proses tahapan-tahapan yang dilakukan oleh sistem yang melakukan control dan dikontrol oleh sistem yang terkomputerisasi

Kata kunci: Sistem Anti-Collision, Sistem Bantuan Pengereman, Sistem Pengaman Mobil..

1. Pendahuluan

Dalam perkembangan zaman hingga sampai saat ini, inovasi untuk kemudahan kegiatan manusia telah terus dikembangkan. Dalam berbagai bidang termasuk dalam industri *automobile* di mana setiap perkembangan inovasi dicapai untuk kenyamanan dan keamanan pengguna kendaraan bermotor sebagai alat transportasi sehari-hari. Perkembangan tersebut tidak berarti apabila tidak diikuti oleh sistem keamanan yang baik. Serta, bertambahnya penduduk dari tahun ke tahun membuat angka kecelakaan bertambah besar akibat dari penggunaan kendaraan yang begitu banyak.

Tujuan dari dibuatnya tugas akhir ini adalah untuk meningkatkan wawasan dalam kegiatan belajar mengajar dalam Jurusan Teknik Mesin Program Studi Otomotif di Universitas Kristen Petra. Manfaat lain yang dapat diperoleh yaitu dapat mengenal dan mengerti konsep dasar dari *Car Collision Avoidance System* yang telah digunakan pada kendaraan-kendaraan modern saat ini.

Car Collision Avoidance System bekerja dengan mengenali adanya kendaraan di depan saat melaju. Serta, mengenali adanya potensi terjadinya kecelakaan antara kendaraan pengemudi dengan kendaraan yang ada di depannya. Untuk itu komponen utama yang dibutuhkan dalam sistem ini yaitu:

- Radar

- Sensor Kecepatan dan Sensor Yaw Rate
- ECU (*Electronic Control Unit*)
- E-Pretensioner dan E-Pretensioner ECU
- Meter Unit

Cakupan dari *Car Collision Avoidance System* [1]:

- Sistem ini tidak bekerja apabila kendaraan melaju dibawah 30km/jam
- Pejalan kaki tidak dapat terdeteksi oleh sensor
- Kendaraan roda dua yang diparkir di tepi jalan tidak dapat terdeteksi oleh sensor
- Sistem ini tidak bekerja apabila kecelakaan terjadi begitu tiba-tiba (pada tikungan)
- Ada kemungkinan sistem ini tidak bekerja dengan baik saat cuaca buruk

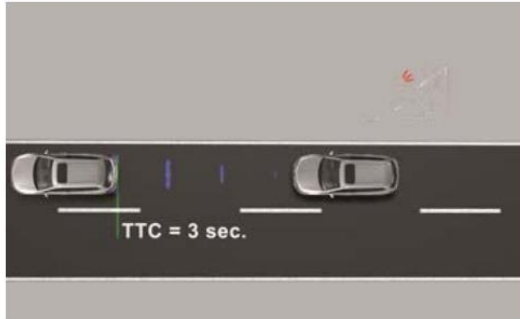
Prinsip kerja dari *Car Collision Avoidance System*:

Car Collision Avoidance System bekerja melalui tiga tahapan dalam mendeteksi, melakukan peringatan dan melakukan kontrol output.

- Tahapan Pertama [1]

Radar memancarkan gelombang frekuensi tinggi dan apabila gelombang tersebut mengenai kendaraan di depan, maka gelombang tersebut akan diterima kembali oleh radar dan data hasil perhitungan jarak dari radar akan dikirimkan ke ECU. ECU akan melakukan perhitungan dengan data yang diterima dari radar dan data yang diterima dari sensor kecepatan dan sensor *yaw rate*. Apabila

menunjukkan adanya potensi atau bahaya yang dapat mengakibatkan benturan atau kecelakaan dengan kendaraan yang didepannya, maka ECU akan mengirimkan sejumlah instruksi set untuk memberikan peringatan berupa audio atau visual.



Gambar 1.1 Radar Memancarkan Gelombang

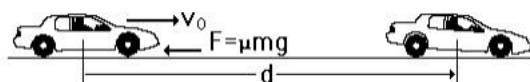
- Tahapan Kedua [1]

Apabila pengemudi tidak melakukan tindakan terhadap potensi kecalakaan yang ada, maka ECU akan melakukan kontrol untuk mengencangkan sabuk pengaman melalui E-Pretensioner. Dan memberikan sedikit bantuan sistem pengereman yang cukup. Sebab pencegahan terhadap kecelakaan tidak selalu dengan mengurangi kecepatan kendaraan. Namun, juga dapat dilakukan dengan menghindari kendaraan yang menyebabkan potensi kecelakaan tersebut.

- Tahapan Ketiga [1]

Apabila pengemudi tidak melakukan tindakan terhadap potensi kecelakaan tersebut dimana jarak antara kendaraan sudah semakin dekat. Maka, ECU akan memberikan sejumlah instruksi set baru untuk melakukan kontrol terhadap E-Pretensioner sabuk pengaman untuk memberikan kekuatan yang cukup agar tidak terjadi *slack*, serta melakukan kontrol dengan bantuan sistem pengereman agar kendaraan berhenti sebelum terjadi kecelakaan atau benturan.

Dengan mengasumsikan pengoperasian sistem pengereman pada kendaraan pada umumnya. Jarak minimum untuk sebuah kendaraan dapat berhenti ditentukan oleh koefisien friksi antara roda dan permukaan jalan, dan waktu reaksi dari pengemudi dalam situasi pengereman. Gaya friksi dari permukaan jalan harus cukup untuk mengurangi energi kinetik dari kendaraan hingga nol. Jika roda dari mobil terus berputar ketika situasi pengereman, maka friksi statis bekerja, dan jika roda dari mobil dalam keadaan terkunci dan berseluncur di atas permukaan jalan, maka gaya pengereman yang bekerja adalah gaya friksi kinetic [1].



Gambar 1.2 Koefisien Friksi

Dengan rumusan:

$$d_b = \frac{\Delta V^2}{2\mu g} \quad (1)$$

Dimana:

d_b = *braking distance* (m)

V = Kecepatan kendaraan (km/h)

μ = Koefisien friksi

g = Percepatan gravitasi (m/sec²)

Contoh Perhitungan:

Kendaraan A melaju dengan kecepatan 40 km/jam. Dan kendaraan B yang menggunakan sistem CCAS, melaju dengan kecepatan 80 km/jam. Kendaraan B mendeteksi adanya potensi kecelakaan dengan kendaraan A. koefisien friksi antara permukaan jalan dengan ban kendaraan B bernilai 0.72 [2], dan kecepatan gravitasi adalah 9.8 ms⁻². Maka data tersebut dimasukkan ke dalam Persamaan(1):

$$d_b = \frac{(80 - 40)^2 \times \frac{1000}{3600}}{2 \times 0.72 \times 9.8}$$

$$d_b = 31.5m$$

Kesimpulan dari perhitungan di atas adalah didapatkan jarak aman untuk kendaraan B mulai melakukan output berupa pengereman untuk menghindari terjadinya kecelakaan dengan kendaraan A yang melaju di depan kendaraan B.

2. Metodologi Penelitian

Adapula langkah-langkah yang dilakukan dalam proses perancangan *Car Collision Avoidance System*:

- Pengumpulan Konsep

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan terhadap konsep dan prinsip kerja dari *Car Collision Avoidance System* yang digunakan pada kendaraan saat ini.

- Pemilihan Komponen

Pada tahapan ini dilakukan pemilihan komponen yang lebih sederhana namun memiliki fungsional yang relatif sama dengan komponen yang digunakan pada kendaraan. Untuk memudahkan proses pemahaman tentang konsep *Car Collision Avoidance System*.

- Pencarian Komponen

Pencarian komponen yang pada umumnya digunakan di pasaran. Untuk kemudahan saat melakukan perangkaian.

- Pembuatan Rangkaian dan Desain Model

Merangkai komponen yang telah dipilih dari pasaran dan mendesain *case* agar model dapat dilihat dengan mudah. Bahan *case* tidak boleh mengandung logam untuk mencegah terjadinya *jamming* pada komponen.

- Pembuatan Program

Mengisi program agar model dapat mengolah

input dan melakukan kontrol output dengan tepat sesuai dengan yang diharapkan.

- **Pengujian dan Analisa Model**

Melakukan pengujian baik terhadap urutan proses kerja dari model yang telah dibuat. Apabila input dan output tidak sesuai dengan yang diharapkan maka harus dilakukan pengecekan terhadap program yang telah diisikan.

3. Hasil dan Pembahasan

Perancangan model *Car Collision Avoidance System* diharapkan memiliki prinsip kerja yang sama dengan kondisi aslinya yaitu melalui tiga tahapan dalam melakukan proses kerja. Untuk itu perancangan model membutuhkan komponen yang telah disederhanakan seperti:

- Sensor Input Jarak (Sonar)
- Sensor Input Kecepatan (*Rotary Encoder*)
- *Microcontroller (Control Unit)*
- Alarm (Buzzer)
- Output (*Motor Servo dan Pedal*)

Mekanisme kerja dari model yang telah dirancang bekerja melalui tiga tahapan. Tahapan-tahapan tersebut adalah:

- **Tahapan Pertama**

Sensor mendeteksi obyek dalam range 60cm yang kemudian sinyal tersebut dikirimkan pada *microcontroller* untuk diproses dalam bentuk data. *Microcontroller* akan membandingkan range 1m tersebut dengan data yang diterima dari motor DC dan encoder yang berupa data kecepatan. Pada tahapan pertama, *Microcontroller* menyatakan bahwa adanya potensi untuk terjadinya benturan. Untuk itu *Microcontroller* akan membunyikan buzzer sebagai peringatan bahwa ada obyek dalam range 1m yang memungkinkan adanya benturan.

- **Tahapan Kedua**

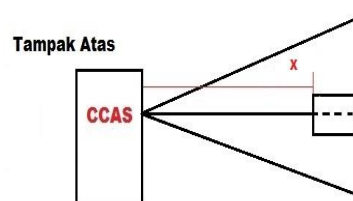
Ketika sensor mendeteksi range antara sensor dengan obyek semakin mengecil yaitu sekitar 40cm, maka *microcontroller* akan memproses tahapan berikutnya. Yang terjadi adalah buzzer tetap berbunyi sebagai peringatan bahwa adanya obyek di depan. *Microcontroller* akan mengontrol motor servo untuk melakukan pergerakan pengurangan kecepatan yaitu dengan mengatur sudut putar motor servo gas dan motor servo rem. Motor servo gas akan diputar 90 derajat arah CCW (*Counter Clock Wise*) dan gaya putar tersebut dihubungkan dengan sebuah kawat yang tersambung dengan sebuah pedal gas untuk mensimulasikan pedal gas dilepas. Demikian pula yang terjadi dengan motor servo rem akan diputar 45 derajat arah CW (*Clock Wise*) yang kemudian gaya putar tersebut akan diteruskan oleh kawat untuk menjadi gaya linear yang menarik pedal rem agar lebih tertarik ke dalam seperti simulasi penginjakan pedal rem. Kemudian

microcontroller akan mengurangi arus ke motor DC untuk memperlambat putaran motor DC. Dengan demikian encoder akan mendeteksi adanya perlambatan sinyal pulsa, sehingga kecepatan yang ditampilkan pada layar LED juga menurun.

- **Tahapan Ketiga**

Kondisi ketiga terpenuhi apabila kalkulasi dari *microcontroller* mendeteksi adanya potensi terjadinya benturan antara sistem dan obyek. Data yang dikalkulasi adalah setelah pengurangan kecepatan dari motor DC dibandingkan dengan jarak yang diproses oleh sensor dimana jarak yang terdeteksi kurang dari 5cm antara sensor dan obyek. *Microcontroller* akan melakukan perubahan putaran pada motor servo rem dengan memutar motor servo 90 derajat CW (*Clock Wise*) dari posisi awal yang menandakan posisi rem maksimal pada kendaraan mobil. Proses ini diikuti dengan pemutusan arus ke motor DC sehingga motor DC berhenti berputar dan encoder tidak mendeteksi adanya perubahan sinyal pulsa yang dapat dikonversikan ke satuan kecepatan ($v = 0\text{km/j}$). Kondisi pemberhentian motor DC sama dengan berhentinya mobil tepat sebelum terjadinya benturan dengan obyek. Setelah tiga kondisi tersebut dipenuhi dan benda sudah berada di luar zona peringatan tahap pertama, maka semua sistem bekerja dengan kondisi semula selayaknya kendaraan yang berjalan dengan normal.

Pengujian yang dilakukan adalah untuk mengetahui proses urutan kerja dari model yang telah dirancang supaya dapat dipastikan dengan kondisi *Car Collision Avoidance System* yang digunakan pada kendaraan. Serta, pengujian untuk zona kerja dimana sensor dapat menangkap obyek yang berada di depan sistem dengan baik. Pengujian pertama yaitu dengan menggerakkan obyek secara linear di depan sensor model. Dengan demikian, sensor sonar akan menangkap gelombang yang dipantulkan oleh obyek. Kemudian melakukan proses tahapan kerja sesuai dengan seberapa jauh obyek tersebut dari sistem.



Gambar 3.1 Pengujian Urutan Kerja Model CCAS

Dimana: X = Jarak antara sonar dengan obyek (cm)

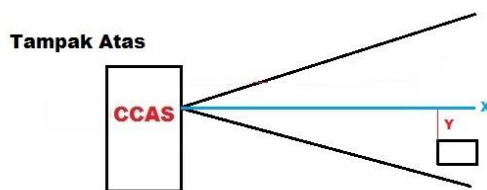
Tabel 3.1 Hasil Rata-Rata Pengujian Urutan Kerja Sistem CCAS

| Urutan Sistem Kerja CCAS | X (cm) (Jarak antara sensor dengan obyek) | | | | |
|--------------------------|--|----|----|----|---|
| | 80 | 60 | 40 | 20 | 5 |
| Alarm | - | √ | √ | √ | √ |
| Servo Gas | - | - | √ | √ | √ |
| Servo Rem | - | - | √ | √ | √ |
| Motor DC | - | - | √ | √ | √ |

√ = Sistem Kontrol Aktif
 - = Sistem Kontrol Tidak Aktif

Tabel 3.1 menunjukkan hasil rata-rata pengujian dari percobaan yang telah dilakukan untuk mengetahui urutan kerja sistem CCAS. Pada saat jarak antara sensor dengan obyek berkisar pada 60cm *microcontroller* mendeteksi bahwa adanya obyek yang dapat memungkinkan terjadinya benturan untuk itu sistem melakukan tahapan pertama yaitu dengan membunyikan alarm. Dan apabila obyek yang terdeteksi semakin mendekat pada jarak 40cm, sistem melakukan penambahan sedikit pengereman yang ditunjukkan adanya kontrol pada servo gas dan servo rem yang kemudian diikuti dengan sedikit pengurangan kecepatan oleh motor DC. Dan apabila obyek yang dideteksi semakin dekat yaitu pada 5 cm maka sistem melakukan pengereman maksimal yang ditunjukkan oleh kontrol servo rem dan berhentinya kecepatan motor DC.

Pengujian kedua, ditujukan untuk mengetahui seberapa baik sonar dapat mendeteksi obyek di depan sistem. Pengujian dilakukan dengan menggerakkan obyek mendekati sensor dengan penyimpangan tertentu dari titik pusat antara sensor dengan obyek.



Gambar 3.2 Pengujian Zona Kerja Model CCAS Dimana:

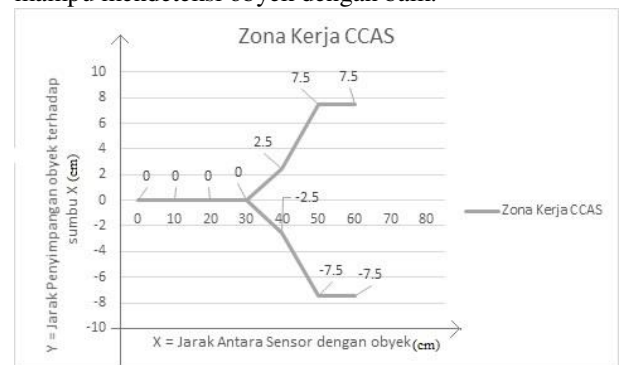
X = Jarak antara sensor dengan obyek (cm)
 Y = Jarak penyimpangan obyek terhadap X (cm)

Sumbu X diambil dari titik tengah antara transmitter dan receiver sedangkan sumbu Y diambil dari jarak rentang antara obyek dengan sumbu X. Percobaan dilakukan dengan mencoba menemukan koordinat X,Y dimana sistem CCAS aktif. Hasil rata-rata pengujian dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Zona Kerja Sonar CCAS

| X (cm) (Jarak antara sensor dengan obyek) | Y (cm) (Jarak penyimpangan obyek terhadap sumbu X) | | | | | |
|--|---|-----|---|-----|----|------|
| | 0 | 2,5 | 5 | 7,5 | 10 | 12,5 |
| 0 | √ | - | - | - | - | - |
| 10 | √ | - | - | - | - | - |
| 20 | √ | - | - | - | - | - |
| 30 | √ | - | - | - | - | - |
| 40 | √ | √ | - | - | - | - |
| 50 | √ | √ | √ | √ | - | - |
| 60 | √ | √ | √ | √ | - | - |
| 70 | - | - | - | - | - | - |
| 80 | - | - | - | - | - | - |

Apabila dibentuk dalam sebuah grafik, maka dapat dilihat hasilnya membentuk sebuah zona dimana sensor mampu mendeteksi obyek dengan baik.



Gambar 3.3 Zona Kerja Model CCAS

Dari Gambar 3.3 menunjukkan apabila obyek masuk dalam jangkauan garis zona kerja sonar maka dengan segera obyek terdeteksi dan sistem kontrol akan menjalankan sejumlah instruksi set yang telah diprogram dalam mikrokontroler.

4. Kesimpulan

Model prototipe CCAS yang telah dirancang dan telah diuji berjalan sangat baik. Dengan komponen yang disederhanakan sangat membantu dalam mengenali konsep kerja dasar dari proses mekanisme CCAS yang sesungguhnya. Selain tahapan-tahapan yang dilakukan berjalan dengan baik, yang perlu diperhatikan adalah syarat-syarat yang harus dipenuhi agar sebuah proses CCAS dapat berjalan,

Secara keseluruhan proses kerja, dapat disimpulkan bahwa prototipe model CCAS ini berhasil. Sehingga tidak diperlukan proses pemrograman kembali terhadap program *microcontroller*. Namun prototipe modeling ini masih dapat dikembangkan dengan lebih terperinci.

5. Daftar Pustaka

1. Momani, Muntaser. 2012. *Collision Avoidance System*. Contemporary Engineering Sciences, vol. 5 no. 7, ISSN: 341-354
2. *ThenEngineeringToolbox*.1/12/2015.http://www.engineeringtoolbox.com/friction-coefficients-d_778.html