

PROTOTYPE Pengereman Otomatis UNTUK MOBIL LISTRIK

Noer Soedjarwanto¹, Osea Zebua²

Abstrak

Teknologi transportasi dengan menggunakan energi listrik semakin berkembang. Mobil listrik semakin banyak digunakan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak. Selain performa mobil listrik yang semakin meningkat, sistem keselamatan kendaraan juga harus semakin ditingkatkan. Oleh sebab itu sistem pengereman otomatis pada mobil listrik dibutuhkan untuk mengurangi adanya kecelakaan. Makalah ini mengusulkan prototipe pengereman otomatis untuk mobil listrik dengan menggunakan sensor jarak ultrasonik dan mikrokontroler ATMEGA8535 sebagai kontrol otomatis utama. Sinyal PWM dari mikrokontroler digunakan untuk mengatur kecepatan motor DC sebagai penggerak utama kendaraan. Tampilan jarak antara kendaraan dan penghalang dapat dilihat pada LCD dan buzzer digunakan sebagai indikator jarak aman. Percobaan dilakukan dengan menggunakan mobil RC dengan hasil yang memuaskan.

Kata-kata kunci: pengereman otomatis, mobil listrik, motor DC, mikrokontroler, sensor jarak ultrasonik.

Abstract

Transportation technology using electrical energy becomes more developed. Electrical car is widely used to reduce the usage of fuel. Besides increasing in its performance, the safety driving system also must be increased. Therefore, automatic braking for electric car is necessary needed to avoid car's accident. This paper propose automatic braking prototype for electric car using ultrasonic distance sensor and microcontroller ATMEGA8535 as main controller. PWM signal of microcontroller is used to regulate the speed of DC motor. LCD is used to display the distance between car and barrier. Buzzer is used for safety distance indicator and LED lamp is used for manual and automatic braking indicator. Experiment using RC car has been performed with satisfactory result.

Keywords: *automatic braking, electric car, DC motor, microcontroller, ultrasonic distance sensor.*

¹Noer Soedjarwanto. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung.

²Osea Zebua. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia otomotif saat ini semakin meningkat dan canggih, termasuk semakin banyak diproduksinya mobil listrik. Mobil listrik yang nyaman dan memiliki kecepatan dan tenaga yang prima adalah impian dari semua pengguna. Namun seiring dengan semakin tingginya kecepatan suatu kendaraan, maka resiko akan terjadinya kecelakaan juga semakin tinggi.

Berdasarkan data statistik dari organisasi kesehatan dunia (WHO), pembunuh terbesar nomor 3 di dunia adalah kecelakaan di jalan raya (WHO *Report*, 2001). Enam puluh lima persen dari kecelakaan mobil yang terjadi disebabkan oleh kelalaian individu. Jika pengemudi dalam kondisi tidak prima, maka dibutuhkan suatu alat yang mampu membantu pengemudi untuk tetap berkonsentrasi dan jauh dari resiko kecelakaan di jalan raya.

Makalah ini mengusulkan perancangan sebuah prototipe pengereman otomatis untuk mobil listrik. Pengereman otomatis ini dirancang dengan ide bahwa bila mobil melaju dan pada jarak tertentu terdapat sebuah media penghalang di depannya, maka mobil akan mengurangi kecepatannya secara otomatis dan kemudian berhenti bila jarak sudah semakin dekat.

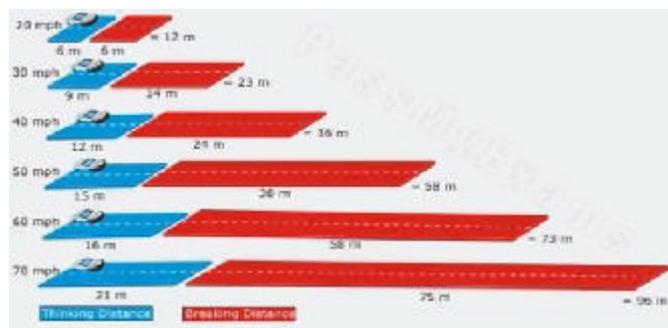
2. KAJIAN PUSTAKA

Mobil listrik saat ini sangat diminati dan produksinya berkembang pesat. Seiring dengan pertumbuhan produksi mobil listrik, bukan hanya teknologi mesin dan penggunaan baterai sebagai sumber daya listrik yang semakin diperbaiki, tetapi juga mobil listrik yang diproduksi sekarang ini mempunyai tingkat keamanan berkendara yang juga semakin baik. Mobil listrik yang digunakan pada saat ini masih memiliki sistem pengereman secara manual dengan sistem pengereman regeneratif (Tur dkk, 2007).

Bila mobil dipacu dengan kecepatan yang tinggi, maka dibutuhkan energi yang besar untuk menghentikannya. Pengambilan keputusan untuk melakukan pengereman sangat dibutuhkan untuk mengurangi resiko terjadinya kecelakaan pada mobil. Jarak antara mobil dengan media di depannya merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan dan mempengaruhi

pengambilan keputusan untuk melakukan pengereman. Kondisi permukaan jalan adalah faktor lainnya.

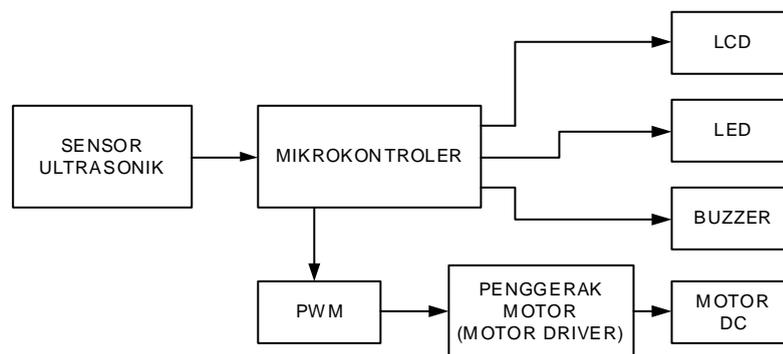
Braking distance adalah jarak yang dibutuhkan kendaraan untuk berhenti total sejak dari pengendara mengoperasikan rem (www.kompas.com). Bila kecepatan kendaraan semakin cepat, maka *braking distance* akan semakin panjang. Selain *braking distance*, saat berkendara dibutuhkan juga *thinking distance*, yang merupakan jarak pada saat mana pengendara menyadari harus mengerem. *Thinking distance* dan *braking distance* untuk berbagai kecepatan (dalam mil/jam) ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram *Thinking Distance* dan *Braking*

3. DESAIN PROTOTIPE SISTEM Pengereman OTOMATIS UNTUK MOBIL LISTRIK

Prototipe sistem pengereman otomatis dirancang sesuai dengan blok diagram perancangan pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Blok Diagram Perancangan

Sensor jarak ultrasonik mengambil data jarak antara mobil dengan media penghalang. Data ini dikirim ke mikrokontroler

yang selanjutnya mengirimkan sinyal tegangan kepada PWM (*Pulse Width Modulator*) yang mengkonversi nilai tegangan kepada rangkaian penggerak motor (motor driver) untuk menggerakkan motor dc, yang selanjutnya akan menggerakkan mobil. Jika data jarak yang dikirim memenuhi nilai seting tertentu, maka mikrokontroler akan mengirimkan sinyal untuk membuat buzzer dan lampu LED untuk bekerja. Selain itu pula, mikrokontroler mengirimkan data jarak ke tampilan LCD.

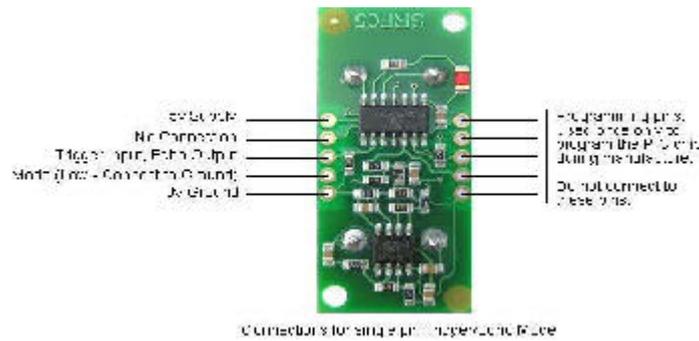
3.1 Peralatan

3.1.1 Mikrokontroler Atmega8535

Mikrokontroler Atmega8535 terdiri dari rangkaian mikroprosesor dan memori yang dapat diprogram serta mempunyai saluran I/O (*input/output*) sebanyak 32 buah, yang terdiri dari PortA, PortB, PortC dan PortD, *Analog to Digital Converter* (ADC) 10 bit sebanyak 8 saluran, tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan pembanding, CPU yang terdiri atas 32 buah register, *Watchdog Timer* dengan osilator internal, *SRAM* sebesar 512 byte, memori *Flash* sebesar 8 Kb dengan kemampuan *Read While Write*, unit interupsi internal dan eksternal, port antarmuka *SPI*, *EEPROM* (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 512 byte yang dapat diprogram, antarmuka komparator analog, *PortUSART* untuk komunikasi serial dengan kecepatan maksimal 12,5 Mbps dan sistem mikroprosesor 8 bit berbasis *RISC* dengan kecepatan maksimal 16 MHz (Atmel Company, 2006).

3.1.2 Sensor Ultrasonik SRF-05

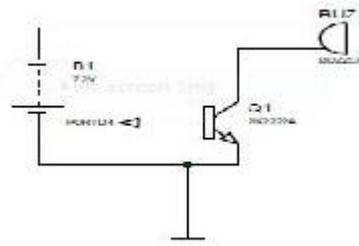
Sensor ini digunakan untuk mendeteksi jarak dengan memakai gelombang ultrasonik. Sensor ini bekerja dengan tegangan suplai 5V dan memberikan triger input dan echo kepada mikrokontroler seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Sensor Ultrasonik SRF05

3.1.5 Buzzer

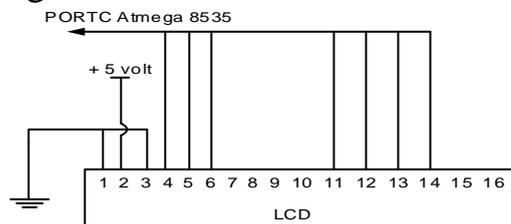
Buzzer digunakan sebagai indikator bunyi dengan frekuensi kecepatan bunyinya diatur oleh mikrokontroler. Transistor Q1 pada rangkaian *buzzer* digunakan sebagai pemacu untuk aktif, seperti ditunjukkan pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 3. Rangkaian Buzzer

3.1.6 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD digunakan untuk menampilkan nilai jarak yang terukur pada saat mobil beroperasi dan juga menampilkan hasil-hasil pemrograman yang ditulis pada mikrokontroler. Rangkaian LCD ditunjukkan pada gambar 6 di bawah ini.



Gambar 4. Rangkaian LCD

3.1.7 Mobil RC

Mobil RC adalah mobil ukuran mini yang menggunakan motor dc sebagai penggeraknya. Mobil ini dilengkapi dengan

sistem *gearbox* dengan rasio perbandingan 10:1, berukuran panjang 49cm, lebar 20cm dan tinggi 20cm. Diameter roda adalah 65mm. Motor dc yang digunakan mempunyai spesifikasi tegangan input dc 11,8V, arus 2,5A, tahanan jangkar Ra 0,556Ω dan kecepatan putar maksimum 21.000 rpm.

3.2 Perhitungan-perhitungan

3.2.1 Seting jarak

Seting jarak dengan kecepatan untuk pengereman otomatis dibuat sebagai berikut, jarak lebih dari 5 m dari media penghalang, kecepatan mobil akan melaju maksimal 25 km/jam; jarak antara 2,5 m sampai 5 m dari media, kecepatan mobil 15 km/jam; jarak antara 1 m sampai 2,5 m, kecepatan mobil diset pada 10 km/jam; jarak kurang dari 1 m mobil diharapkan berhenti sempurna; jika pada jarak 50 cm mobil masih melaju karena gaya kinetik, maka mobil akan berputar balik dengan kecepatan 5 km/jam.

3.2.2 Perhitungan kecepatan putaran roda dan putaran motor

Perhitungan kecepatan roda dan putaran motor dc dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus sebagai berikut:

$$Keliling\ roda - Diameter\ roda / \frac{2}{7} \quad (1)$$

$$Putaran\ roda - \frac{Kecepatan \times 1.000.000}{Keliling\ roda \times 50} \text{ (rpm)} \quad (2)$$

$$Putaran\ motor - Putaran\ roda \times rasio\ gearbox \quad (3)$$

Hasil perhitungan putaran roda dan putaran motor dc untuk masing-masing seting kecepatan ditunjukkan pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Putaran Roda dan Putaran Motor DC untuk berbagai Seting Kecepatan

Kecepatan	Putaran Roda	Putaran Motor
25	2.042	20.420
15	1.225,4	12.254
10	817	8170
0	0	0
5 (<i>reverse</i>)	408,5 (<i>reverse</i>)	4.085 (<i>reverse</i>)

3.2.3 Perhitungan tegangan suplai dan PWM

Perhitungan tegangan yang diberikan pada motor dc dilakukan dengan memperhatikan nilai pada kondisi normal. Hubungan antara tegangan suplai, besar fluks medan magnet dan kecepatan motor dc (Deshpande, M.V, 2005) adalah:

$$V = NK\Phi + I_a R_a \quad (4)$$

dimana K adalah konstanta, Φ adalah fluks medan magnet, I_a adalah arus jangkar, R_a adalah tahanan jangkar dan N adalah putaran motor.

Perhitungan nilai dan *duty cycle* PWM dilakukan berdasarkan seting jarak yang sudah ditentukan. Pada kondisi normal atau bernilai penuh 100%, PWM bernilai 255 dengan tegangan keluaran 11,8V. Hubungan antara tegangan, nilai PWM dan *duty cycle* adalah:

$$\frac{255}{\text{nilai PWM}} = \frac{V_{in}}{V_{set}} \quad (5)$$

$$\text{duty cycle} = \frac{t_{on}}{t_{off}} \times 100\% = \frac{\text{nilai PWM}}{255} \times 100\% \quad (6)$$

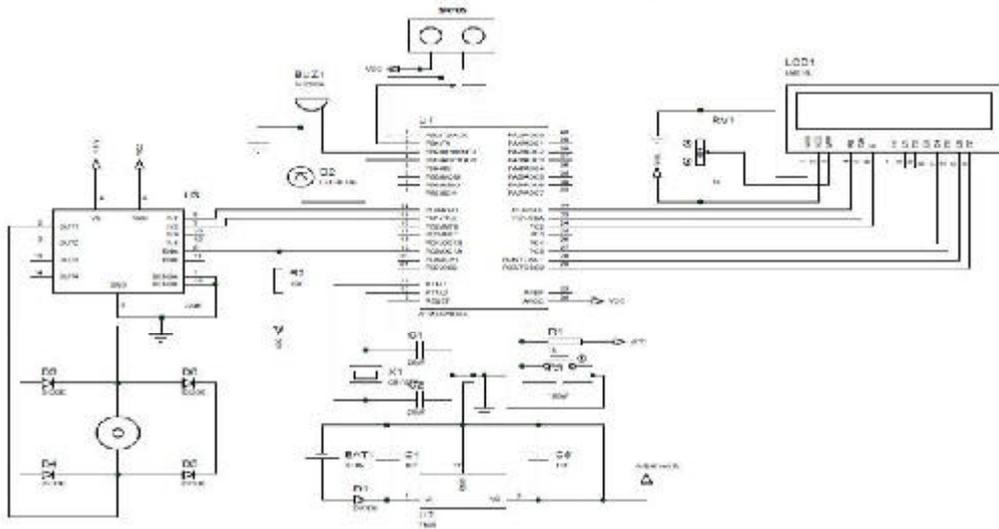
Hasil perhitungan keseluruhan untuk seting jarak pengereman dan seting kecepatan untuk putaran roda, putaran motor dc, tegangan motor dc, nilai PWM dan *duty cycle* PWM ditunjukkan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Perhitungan dengan Seting Jarak dan Kecepatan

Jarak (cm)	Kecepatan (km/jam)	Putaran Roda (rpm)	Putaran Motor DC (rpm)	Tegangan masukan untuk motor	Nilai PWM	<i>Duty cycle</i> (%)
>500	25	2.042	20.420	11,8	255	100
251-	15	1.225,4	12.554	7,66	166	65
101-	10	817	8170	5,55	120	47
51-	0	0	0	0	0	0
0-50	5 (reverse)	408,5 (reverse)	4085 (reverse)	3,467	75	29

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Keseluruhan rangkaian desain prototipe pengereman otomatis untuk mobil listrik ini ditunjukkan oleh diagram pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian Prototipe

Sistem mekanis yang digunakan pada sistem pengereman otomatis untuk mobil listrik ini menggunakan seperangkat mobil RC bertenaga listrik. LCD dipasang pada bagian depan mobil, sensor ultrasonik SRF05 dipasang pada *bumper* depan, lampu LED dan buzzer dipasang pada bagian belakang mobil. Output dari rangkaian elektronik mobil RC ini dihubungkan ke rangkaian penggerak motor yang terhubung dengan mikrokontroler. Seluruh program komputer yang ditulis pada mikrokontroler Atmega8535 menggunakan bahasa pemrograman C (Heriyanto, 2001). Pemrograman ditulis berdasarkan perhitungan-perhitungan yang dilakukan untuk nilai jarak yang diseting seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

4.1 Pengujian kecepatan mobil RC

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kecepatan maksimal mobil RC. Dari hasil pengujian ini didapatkan kecepatan maksimal sebesar 25 km/jam.

4.2 Pengujian Mikrokontroler ATmega8535

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan apakah mikrokontroler ATmega8535 tersebut dapat bekerja secara baik atau tidak. Seluruh pin input dan pin output yang ada pada

mikrokontroler diperiksa dengan menggunakan sistem minimum mikrokontroler CV404. Indikator yang dilakukan dengan memberikan logika *high* dan logika *low*. Apabila diberikan logika *high*, maka tegangan yang diukur sekitar 4,5-5,5V, dan apabila diberikan logika *low*, tegangan yang diukur mendekati nol. Hasil pengujian menunjukkan tegangan yang diukur adalah 4,53V pada logika *high* dan 0,07mV pada logika *low*. Hal ini menunjukkan bahwa mikrokontroler bekerja dengan baik.

4.3 Pengujian Sensor Ultrasonik SRF05

Sensor ini mempunyai jarak jangkauan 5m. Jarak antara sensor dengan penghalang dapat dihitung dengan memanfaatkan pantulan gelombang ultrasonik dari penghalang. Pulsa yang diberikan sebesar 10 μ s pada *trigger*, kemudian *transceiver* akan mengirimkan pulsa sebanyak 8 kali dengan frekuensi 40 kHz. Pulsa ini nantinya akan dipantulkan oleh objek yang berada di depannya. Dari *data sheet* sensor SRF-05, setiap 58 μ s pulsa yang diterima oleh receiver berarti jarak yang diukur adalah 1 cm. Dengan perhitungan antara kecepatan suara di udara adalah 344 m/s dan jarak sebagai berikut : $V_s = 344 \text{ m/s} = 34400 \text{ cm/s}$, $t=1 \text{ cm}/34400 \text{ cm}^{-1}=29,067 \mu\text{s}$. Dalam dua arah kirim dan pantul, didapat $2t=58,1395 \mu\text{s}$. Maka, untuk jarak 1 cm dibutuhkan waktu 58 μ s. Sensor diuji coba dengan mendekatkan beban ke arah sensor yang sudah terhubung dengan mikrokontroler. Hasil perhitungan dan pengukuran ditunjukkan pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Selisih Perhitungan Jarak Menggunakan Sensor SRF-06

Jarak sesungguhnya (cm)	Jarak yang terukur (cm)	% Kesalahan
5	5	0
10	10	0
25	24	4
50	48	4
100	98	2
200	196	2
400	397	0.75
>400	>400	>0