

Otomatisasi Pengereman Motor DC Secara Elektris Sebagai Referensi Sistem Keamanan Mobil Listrik

Ahmad Khumaedi¹, Noer Soedjarwanto², Agus Trisanto³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung

Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

¹khumaedi.18@gmail.com

²noersoedjarwanto@gmail.com

³at@unila.ac.id

Intisari---Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk membuat sistem otomatisasi pengereman motor DC secara elektris yang digunakan sebagai referensi sistem keamanan mobil listrik. Dengan mengatur besar kecil tegangan yang diterima motor DC dan dengan menggunakan sensor ultrasonik jenis ping sebagai parameter tegangan yang diterima motor DC. Maka laju mobil listrik akan terhenti sebelum terjadi tabrakan. Pengereman menggunakan 2 metode, pengereman secara dinamis dan secara plugging. Pengereman secara dinamis yaitu dengan menurunkan dan menaikkan tegangan menggunakan metode pwm berdasarkan pembacaan sensor jarak ultrasonik. Sedangkan pengereman secara plugging yaitu dengan membalik polaritas sumber pada jarak dibawah 30 cm, sehingga motor akan berputar balik untuk menghindari sisa putaran motor yang sudah tidak mendapatkan *supply* tegangan. Dari kedua metode ini didapat beberapa kondisi motor akan berhenti secara bertahap.

Kata Kunci---Motor DC, Pengereman, Sensor Ultrasonik PING, pwm, Mobil Listrik

Abstract---Research carried out aiming to make the automation system electrically braking DC motor is used as the reference system of electric car safety. With a large set of small voltage DC motors and received using ping ultrasonic sensor types as parameters acceptable voltage DC motor. The rate of electric cars will be stopped before the collision occurred. Braking using 2 methods, dynamic braking and plugging. Dynamic braking by lowering and raising the voltage readings using pwm based ultrasonic distance sensor. While plugging braking is by reversing the polarity of the source at a distance below 30 cm, so that the motor will turn back to avoid the rest of the rotation of the motor that is not getting the supply voltage. Of these two methods, there are some conditions the motor will stop gradually.

Key Words---DC motor, braking, PING Ultrasonic Sensor, pwm, Electric Cars

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi masa kini berkembang sangat pesat. Hal ini dapat dibuktikan dengan banyaknya inovasi-inovasi yang telah diciptakan di dunia. Salah satu perkembangan teknologi saat ini adalah bermunculannya mobil listrik. Mobil listrik merupakan teknologi terbaru pada kendaraan roda empat yang memanfaatkan sumber listrik sebagai bahan bakarnya dan motor listrik sebagai penggerakannya. Pada perkembangan penciptaan mobil listrik, kecelakaan merupakan suatu kejadian dimana pengemudi mengalami kelalaian dalam

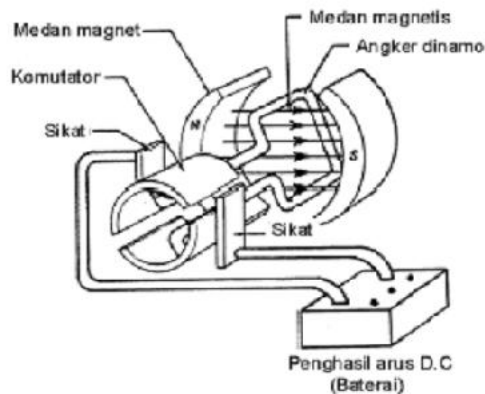
berkendara atau kegagalan pada sistem pengereman manual.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu dibuat suatu sistem pengaman otomatis pada motor listrik dengan cara pengurangan dan penambahan sumber tegangan menggunakan metode pwm (*pulse width modulation*) serta menggunakan sensor ultrasonik sebagai indikator putaran motor DC pada mobil listrik yang mampu memberikan pembacaan adanya benda pantul yang menghalangi laju mobil listrik sehingga laju mobil listrik akan terhenti sebelum terjadi tabrakan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Motor Direct Current (DC)

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor DC atau sering disebut motor arus searah lebih sering digunakan untuk keperluan yang membutuhkan pengaturan kecepatan dibandingkan dengan motor ac. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen. Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya.



Gbr. 1 Motor DC sederhana^[7]

Mekanisme kerja untuk motor DC :

- 1) Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya
- 2) Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran/loop, maka kedua sisi loop, yaitu pada sudut kanan meda magnet akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
- 3) Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar/ *torque* untuk memutar kumparan.
- 4) Motor memiliki beberapa loop pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan^[4].

Ada tiga metode sistem pengereman secara elektris yang dapat diaplikasikan pada motor

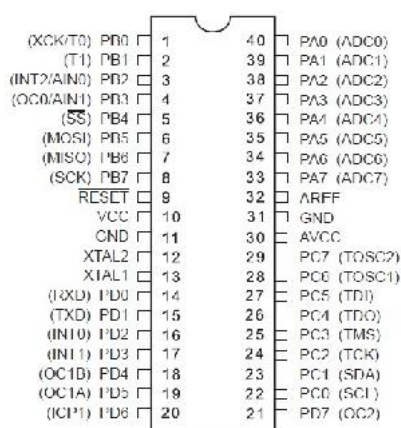
DC. Berikut tiga metode sistem pengereman pada motor listrik :

- 1) Pengereman secara regenerative
- 2) Pengereman secara regenerative adalah pengereman yang dilakukan dengan menghubungkan antara polaritas positif dan negative, sehingga akan didapat putaran motor akan berhenti dengan cepat.
- 3) Pengereman secara Dinamis
- 4) Pengereman yang dilakukan dengan melepaskan jangkar yang berputar dari sumber tegangan dan memasang tahanan pada terminal jangkar.
- 5) Pengereman secara Plugging
- 6) Pengereman yang dilakukan mampu menghentikan motor lebih cepat dengan menggunakan metode yang disebut metode plugging. Prinsip kerjanya adalah membalikkan arus angker dengan cara membalik terminal sumber. Sehingga akan didapat kondisi motor berbutar balik seiring polaritas sumber terbalik.

B. Mikrokontroler ATmega 16

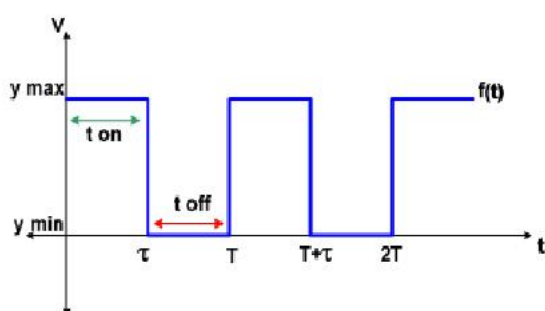
AVR merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang di dalamnya terdapat berbagai macam fungsi. AVR ATmega16 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit berarsitektur AVR RISC yang memiliki kemampuan tinggi dengan daya rendah. Mikrokontroler ini mampu mengeksekusi instruksi dengan kecepatan maksimum 16 MIPS pada frekuensi 16 MHz. memiliki kapasitas flash memori 16 Kbyte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 Kbyte.

Jika dibandingkan dengan ATmega16L perbedaannya hanya terletak pada besarnya tegangan yang diperlukan untuk bekerja. Untuk ATmega16 tipe L, mikrokontroler ini dapat bekerja dengan tegangan antara 2,7-5,5 V sedangkan untuk ATmega16 hanya dapat bekerja pada tegangan antara 4,5–5,5 V^[10].

Gbr. 2 Konfigurasi pin ATmega16^[10]

C. Pulse Width Modulation (pwm)

Pulse Width Modulation (pwm) atau modulasi lebar pulsa, merupakan sinyal digital berupa gelombang kotak (*square wave*) dimana *duty cycle* dari gelombang kotak tersebut dapat *setting* sesuai dengan kebutuhan sistem. Gelombang kotak $f(t)$ yang ideal dengan periode T ditunjukkan seperti pada gambar 3.

Gbr. 3 Gelombang kotak $f(t)$ yang ideal dengan periode T ^[2].

D. Sensor Ultrasonik

Gelombang ultrasonik adalah gelombang dengan besar frekuensi diatas frekuensi gelombang suara (*speech signals*) yaitu lebih dari 20 KHz^[1]. Seperti telah disebutkan bahwa sensor ultrasonik terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang disebut *transmitter* dan rangkaian penerima ultrasonik yang disebut *receiver*. Sinyal ultrasonik yang dibangkitkan akan dipancarkan dari *transmitter* ultrasonik. Ketika sinyal mengenai benda penghalang, maka sinyal ini dipantulkan dan diterima oleh *receiver*

ultrasonik. Sinyal yang diterima oleh rangkaian *receiver* dikirimkan ke rangkaian mikrokontroler untuk selanjutnya diolah untuk menghitung jarak terhadap benda di depannya (bidang pantul)^[1].

III. METODE PENELITIAN

A. Analisis Kebutuhan

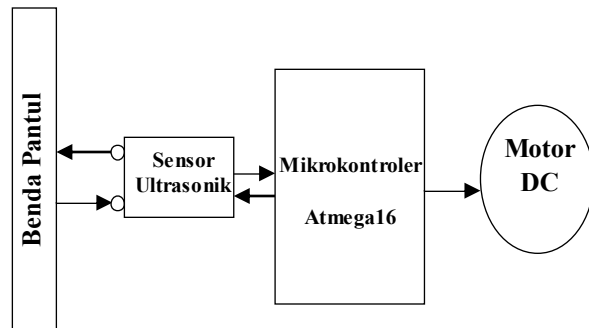
Seperti yang sudah diketahui bahwa sistem yang ada sekarang belum berjalan maksimal untuk menciptakan keamanan berkendara pada mobil listrik. Untuk itu perlu dirancang sebuah sistem kendali berupa pengereman secara otomatis pada putaran motor DC yang digunakan sebagai referensi untuk memberikan keamanan dan kenyamanan pada pengendara mobil listrik. Setelah melakukan *study*, didapatkan kebutuhan-kebutuhan yang harus disediakan oleh sistem, yakni :

- 1) Motor arus searah
- 2) Menggunakan rangkaian *driver* jenis H-bridge dengan IC L298 yang diharapkan mampu mengatur kecepatan motor DC dengan metode *Pulse width modulation* (pwm). Dan menggunakan *driver relay* yang mampu mengendalikan arah putaran motor DC
- 3) Menggunakan mikrokontroler ATmega16 yang digunakan sebagai pengendali utama antara kecepatan motor DC dan jarak yang terbaca oleh sensor jarak ping.
- 4) Menggunakan *software* Code Vision AVR yang digunakan sebagai media penulisan perintah yang kemudian akan dimasukan ke Mikrokontroler menggunakan *downloader*.
- 5) Menggunakan rangkaian minimum mikrokontroler, yang berfungsi memudahkan penggunaan mikrokontroler.
- 6) Menggunakan sensor ultrasonik jenis Ping yang berfungsi sebagai komponen yang mampu membaca jarak benda pantul yang berada didepannya.
- 7) Menggunakan LCD, dan menggunakan Tachometer sebagai media informasi

kondisi tegangan, kecepatan putaran, serta jarak benda yang terdeteksi oleh sensor.

- 8) Menggunakan papan kayu, kaca bening serta *styrofoam* yang akan digunakan sebagai media benda pantul sensor ultrasonik, sehingga didapat data analisa perbedaan pembacaan sensor terhadap benda pantul yang memiliki kepadatan yang berbeda-beda.

B. Disain Sistem



Gbr. 4 Blok diagram rangkaian pengereman motor DC

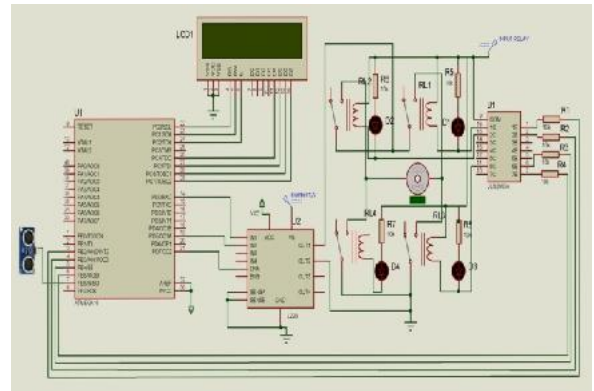
Perancangan dimulai dengan menghidupkan motor DC dengan tegangan masukannya sebesar 12 VDC. Dimana 12 Volt adalah tegangan yang telah ditentukan pada alat sebagai tegangan maksimum dari *prototipe* ini. Motor DC sudah terhubung dengan beberapa komponen yang berfungsi sebagai rangkaian pengendali putaran, Dengan menggunakan sensor ultrasonik yang berfungsi sebagai indikator jarak benda yang mendekat yang kemudian akan memberikan informasi ke mikrokontroler dengan pin *input/output* berupa *Echo*, masukan dari sensor ultrasonik akan diproses secara digital yang kemudian akan dikonfigurasi dengan pin OC1A yang berfungsi sebagai pembangkit sinyal *Pulse Width Modulation* (pwm).

Sinyal pwm berupa *Duty cycle* dari tegangan *output*. Pin OC1A akan terhubung dengan rangkaian *driver* motor, dengan mengatur lebar pulsa pwm, maka motor akan dapat diatur kecepatannya. Lebar pulsa yang dikeluarkan oleh mikrokontroler berupa

sinyal *high* dan *low* tegangan, sehingga yang diatur adalah besar kecilnya tegangan yang dimasukan ke kaki IC L298. Sehingga masukan dari sumber akan berbanding lurus dengan besar pulsa dari mikrokontroler.

C. Rancangan Rangkaian Otomatisasi Pengereman Motor DC

Berikut adalah rancangan sistem kendali pengereman otomatis yang disimulasikan *software proteus* :

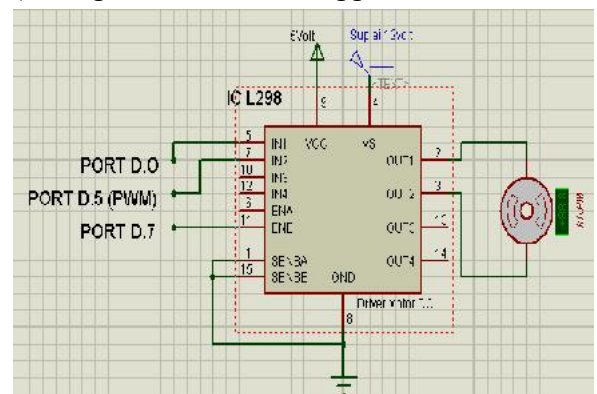


Gbr. 5 Skema rangkaian otomatisasi pengereman motor DC

Pada perancangan otomatisasi pengereman motor DC secara elektrik, dengan cara mencacah nilai tegangan yang masuk ke motor akan memberikan penurunan putaran motor DC secara perlahan. Hal tersebut akan dirancang dengan menggunakan beberapa rangkaian yang tampak pada gambar 5.

D. Rancangan rangkaian Driver Motor DC

1) Rangkaian Driver Menggunakan IC L298



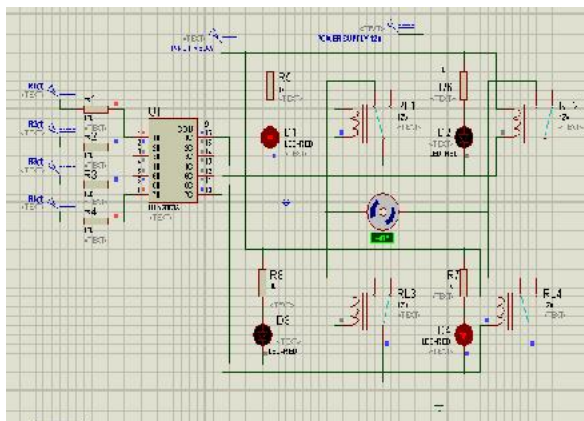
Gbr. 6 Rangkaian *driver* motor IC L298

Rangkaian *driver* motor DC pada penelitian ini menggunakan IC L298. Dimana IC L298 adalah pengendali motor yang sangat

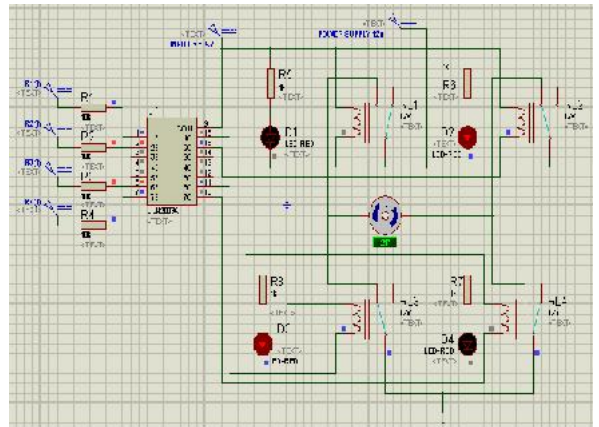
sederhana. IC L298 memiliki 15 kaki pin yang digunakan sebagai masukan dan keluaran. Pada penelitian, pin yang digunakan adalah pin.5 yang difungsikan sebagai masukan *high* dan pin.7 sebagai masukan *pwm*. Sedangkan pin.11 digunakan sebagai *Enable*. Untuk pemberian sumber tegangan motor terdapat pada pin 4, pin ini mampu menerima tegangan maksimum 50 volt dengan arus 2 ampere, sedangkan untuk sumber tegangan IC sendiri terdapat pada pin.9.

2) Rangkaian Driver Menggunakan Relay

Dalam sistem pengereman motor DC dengan metode pengurangan sumber tegangan secara perlahan-lahan, masih mengalami kendala pada sisa putaran yang terjadi ketika sumber tegangan dalam keadaan 0 volt. Hal ini membuat motor akan terus berputar walau sumber 0 volt. Sehingga pada penelitian menggunakan rangkaian *driver relay*, dimana rangkaian *driver* akan difungsikan sebagai pembalik polaritas dari sumber utama. Dengan demikian maka putaran motor akan berbalik arah pada kondisi yang telah ditentukan. pada gambar 7 adalah kondisi normal rangkaian *driver relay*. Sedangkan gambar 8 adalah gambar rangkaian *relay* kondisi putar balik



Gbr. 7 Rangkaian *driver relay* kondisi normal



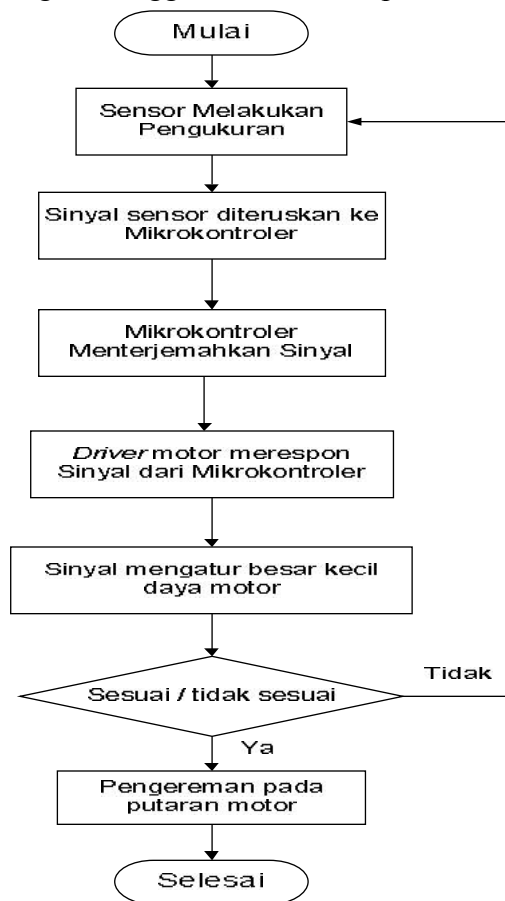
Gbr. 8 Rangkaian *driver relay* kondisi terbalik

Pada gambar 7 dan gambar 8 terdapat 4 buah *relay* yang digunakan sebagai *switching* polaritas sumber. Lampu indikator pada rangkaian akan sedikit membantu bagaimana kondisi laju tegangan yang sedang bekerja, sehingga akan lebih mudah dalam penyampaian informasi. Pada rangkaian yang dibuat, selain *relay* terdapat juga beberapa komponen lainnya, seperti resistor. Dimana resistor yang digunakan sebelum IC uln 2003 dihubungkan ke mikrokontroler. Fungsi dari resistor tersebut adalah sebagai penyetabil tegangan dan arus yang masuk ke rangkaian. Dimana masukan yang berasal dari kaki mikrokontroler akan terhubung dengan IC uln 2003.

Prinsip kerjanya adalah Pada kondisi sensor jarak mendeteksi suatu benda pada jarak diatas 30 cm, maka rangkaian *driver relay* akan berada pada kondisi seperti pada gambar 3.4. dan ketika pada jarak 0 cm sampai 30 cm, maka rangkaian *driver relay* akan berada pada kondisi seperti pada gambar 3.5. Pada sistematika yang telah dirangkai, *driver relay* akan dihubungkan ke mikrokontroler. Dimana *relay* 1 dan 4 akan terhubung dengan pin.b.2 dan pin.b.5. Sedangkan *relay* 2 dan 3 akan terhubung dengan pin.b.3 dan pin.b.4. Dengan memberikan kondisi *high* dan *low*, maka putaran motor akan dapat diatur arahnya.

E. Diagram Alir Prinsip kerja Alat

Berikut adalah diagram alir Penelitian, dimana proses dimulai dari mikrokontroler yang men-*trigger* sensor ultrasonik ping sehingga mampu melakukan pengukuran terhadap benda pantul yang berada di depannya, sinyal kemudian diterima kembali oleh mikrokontroler untuk kemudian di eksekusi. Hasil pengukuran kemudian diterjemahkan mikrokontroler untuk sebagai masukan driver motor. Masukan dari mikrokontroler akan mengatur besar kecilnya sumber tegangan yang diterima motor DC dengan menggunakan metode pwm.



Gbr. 9 Diagram Alir Sistem Kerja Alat

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Spesifikasi Perangkat Keras

Pada penelitian Otomatisasi Pengereman Motor DC Secara Elektris Sebagai Referensi Sistem Keamanan Mobil Listrik ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Nama : Otomatisasi Pengereman

Motor DC Secara Elektris
Sebagai Referensi Sistem
Keamanan Mobil Listrik

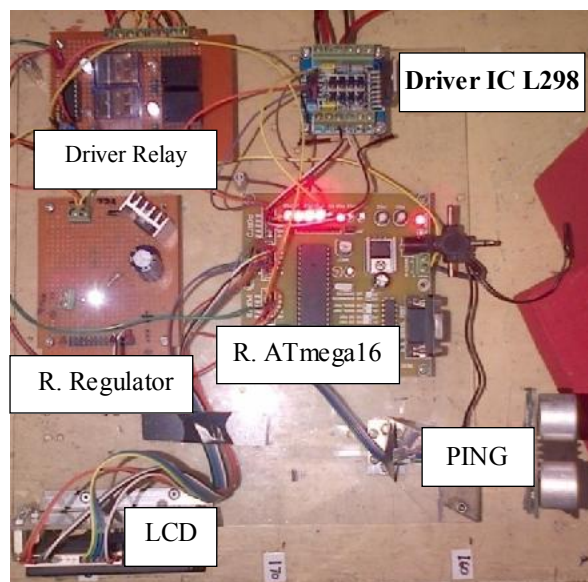
Tegangan	: 12 Volt
Arus maks	: 2 Ampere
Sistem Kendali	: Mikrokontroler ATmega16
Software	: Code Vision AVR
Sensor jarak	: Sensor Jarak Ultrasonik PING
Driver motor	: IC L298, Relay 12 volt
Beban	: Motor DC

B. Rangkaian Otomatisasi Pengereman secara Elektris

Untuk menghentikan laju putaran motor DC secara otomatis dapat dilakukan dengan metode penurunan *supply* daya. Dengan demikian putaran motor akan melambat seiring berkurangnya *supply* daya yang diterima. Parameter yang digunakan pada pengereman juga dapat diberikan dengan berbagai indikator. Pada penelitian pengereman secara otomatis ini menggunakan sensor jarak sebagai indikatornya. Pada tugas akhir otomatisasi pengereman secara elektris pada putaran motor DC merupakan penggabungan dari beberapa rangkaian kendali yang akan digunakan, berikut beberapa rangkaian yang digunakan :

- 1) Rangkaian sensor jarak Ultrasonik ping
- 2) Rangkaian minimum mikrokontroler ATmega16
- 3) Rangkaian *driver* IC L298
- 4) Rangkaian *driver* Relay
- 5) Rangkaian regulator

Perangkat keras dari otomatisasi pengereman secara elektris pada putaran motor DC dapat dilihat pada gambar 10 berikut ini :



Gbr. 10 Rangkaian Otomatisasi Pengereman secara Elektris

Sistem kerja dari rangkaian pengereman putaran motor DC secara otomatis ini adalah sensor jarak ping menjadi masukan untuk rangkaian minimum mikrokontroler ATmega16 yang telah diprogram sesuai kebutuhan. Selanjutnya keluaran dari mikrokontroler dihubungkan ke rangkaian *Driver* motor. Dengan perbandingan data jarak dan *supply* tegangan, motor akan berhenti berputar dengan berkurangnya masukan daya, sampai pada jarak 30 cm, maka polaritas dari sumber akan dibalik selama 3 detik agar sisa putaran dapat diminimalisir.

C. Perangkat Lunak

Pada tugas akhir ini menggunakan pemrograman bahasa C dengan *software* Code Vision AVR dan *proteus 7 profesional*. Dimana Code Vision AVR digunakan untuk membuat program menggunakan bahasa C dan *proteus 7 profesional* digunakan untuk simulasi rangkaian yang akan dibuat dan dioperasikan.

Prinsip kerja dari program yang pertama adalah mengoperasikan sensor jarak ping. Kemudian data akan ditampilkan pada layar LCD untuk dapat mengetahui berapa jarak antara sensor dan benda. Dengan beberapa

ketentuan yang akan ditampilkan di LCD, program akan diberikan 3 kondisi. Kondisi pertama ketika sensor mendeteksi benda berada lebih dari 250 cm, maka pada LCD akan tampil "*Kondisi Aman*", pada kondisi dua pada saat polaritas dibalik maka akan tampil "*reverse*". Dan kondisi ketiga adalah kondisi dimana sensor melakukan propagasi terhadap benda yang ada dihadapannya, pada kondisi ketiga ini, LCD hanya menampilkan jauh jarak yang terbaca.

Program kedua adalah program *driver* motor DC dengan menggunakan sistem *Pulse width modulation (pwm)*. Dengan menggunakan sistem pwm, maka dibangun sistem perbandingan antara masukan pulsa ke *driver* motor dan masukan nilai tegangan yang berasal dari *power supply*. Dalam hal ini perbandingan antara 0 volt sampai 5 volt, dan 0 volt sampai 12 volt. Hubungan antara nilai pwm dan tegangan adalah berbanding lurus. Semakin besar nilai pwm maka nilai tegangan semakin besar. Besar pwm yang digunakan pada penelitian ini adalah *8bit*, sehingga nilai dalam bentuk desimalnya 256. Jadi, ketika nilai pwm sebesar 0 maka nilai tegangan keluaran dari mikrokontroler 0 volt. Sedangkan perbandingan tegangan masukan dari mikrokontroler terhadap masukan sumber utama yang bernilai 12 volt adalah semakin besar nilai tegangan yang masuk ke *driver* motor, maka semakin kecil keluaran tegangan sumber. Untuk dapat mengetahui nilai tegangan yang sedang bekerja, data tersebut ditampilkan pada LCD

D. Pengujian Perangkat Keras

1) Pengujian Sensor Jarak Ping

Pada penelitian, pengujian dilakukan pengukuran jarak sensor ultrasonik dengan jarak sebenarnya menggunakan mistar per 10 cm sampai jarak 250 cm. Dengan melakukan kalibrasi dengan alat ukur mistar, dimana mistar yang digunakan adalah mistar dengan panjang 60 cm, dengan membuat garis lurus dengan mistar tersebut, didapatlah jarak ukur

sepanjang 300 cm. Penggunaan mistar sebagai alat ukur yang digunakan, akan didapat nilai *error* yang disebabkan kesalahan dalam pengelihatian dalam penentuan jarak. Tetapi dalam penelitian ini sudah dilakukan pengukuran dengan ketelitian tinggi, sehingga diharapkan dapat memperkecil nilai *error* dari pembacaan jarak yang dibuat dengan mistar. Dengan demikian, mistar tersebut sudah dapat digunakan sebagai alat pengukur jarak yang mampu digunakan sebagai media kalibrasi sensor jarak yang digunakan.

Benda yang digunakan sebagai indikator jarak adalah benda padat dengan kepadatan yang berbeda-beda, benda tersebut berupa papan kayu, kaca bening, dan *styrofoam*. Dengan Penggunaan tiga benda tersebut, diharapkan dapat diketahui berapa tingkat keakuratan dalam pembacaan dengan benda pada, benda berongga dan tidak padat seperti *styrofoam*, serta benda yang transparan. Gambar 4.2 Berikut adalah data hasil pengujian dan contoh tampilan pembacaan jarak yang dilakukan pada ketiga benda tersebut:



Gbr. 11 Pembacaan jarak terhadap papan kayu

Tabel 1 Data hasil pengujian pengukuran jarak dengan Sensor Ultrasonik Ping

Alat ukur Mistar Besi (cm)	Alat Ukur Sensor Ultrasonik ping		
	Papan Kayu (cm)	Kaca bening (cm)	<i>Styrofoam</i> (cm)
0	0	0	0
20	21	21	21
40	41	41	42
60	62	61	62
80	81	81	82
100	101	101	102
120	121	122	122
140	140	141	142
160	162	162	162
180	183	183	183
200	203	202	204
220	223	225	224
240	243	244	245
250	250	251	251

Dari data hasil pengujian sensor ultrasonik yang terdapat pada tabel 1 dapat dilihat bahwa pengujian dengan menggunakan benda pantul yang berbeda-beda bahan penyusunnya, data yang didapat dalam pembacaan hanya berbeda sedikit antar benda. Pada benda pantul papan kayu, data yang didapat dalam pembacaan sensor jarak tersebut hanya sedikit berbeda dengan jarak sebenarnya. Selisihnya hanya berbeda 1cm sampai 4 cm. Begitu juga dengan menggunakan benda pantul lainnya, sehingga sensor ultrasonik ini sudah bekerja secara maksimal.

2) Pengujian rangkaian *driver* motor DC

Pada tugas akhir otomatisasi pengereman secara elektrik pada putaran motor DC perlu dilakukan pengujian pada rangkaian *driver* motor. Tujuan dari pengujian *driver* motor ini adalah untuk mengetahui berapa nilai tegangan normal dan arus normal yang dapat dioperasikan, serta melihat kondisi *output* dari driver IC L298. Apakah sesuai dengan instruksi dari *setting* pwm yang diberikan.

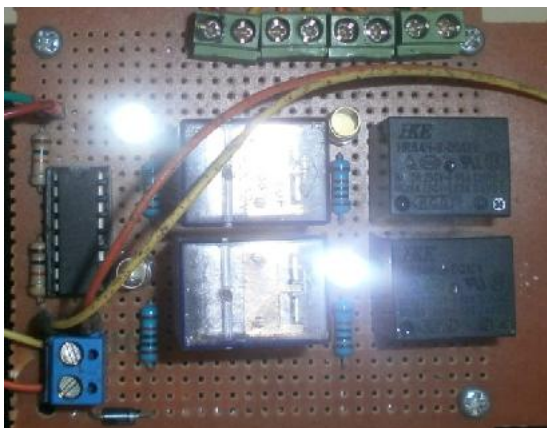
Berikut data pengujian dari *driver* motor dengan menggunakan nilai *pwm* yang ditentukan.

Tabel 2 Data hasil pengujian *driver* H-bridge IC L298

Setting pwm (0 – 255)	Tegangan (Volt)	Nilai Putaran (RPM)
0	0	0
160	5.9	45
170	6.3	58
180	7.0	89
190	7.5	112
200	7.9	124
210	8.3	128
220	8.6	150
230	8.8	162
240	9.3	172
250	9.5	190
255	9.8	200

Pengujian *driver* IC L298 menggunakan sumber 12 volt. Dengan memberikan *delay* pada *setting* program *pwm*, maka tegangan masukan tersebut dapat melewati tegangan yang sesuai dengan kenaikan nilai *pwm*. Sehingga *driver H-Bridge* IC L298 dalam kondisi baik.

Sedangkan Pada pengujian *driver relay* dilakukan dengan mencoba 2 kondisi, yaitu dengan mengaktifkan dua *relay* dari 4 *relay* yang terpasang, sehingga dapat diketahui *switching relay* dapat berfungsi atau tidak. Dengan menghubungkan satu pin ke mikrokontroler, maka dengan memberikan kondisi *high* atau *low relay* akan mampu dikendalikan. Berikut pengujian pada *relay*:



Gbr. 12 Kondisi *Relay* 1 dan *Relay* 4 aktif

Dari pengujian dengan memberikan *trigger high* pada *relay* 1 dan 4, maka hanya *relay* 1 dan 4 yang aktif. Sedangkan *relay* 2 dan 3 dalam kondisi tidak aktif. Pada kondisi *relay* 1 dan 4 aktif, maka kondisi motor berputar ke arah kanan. Pada pengujian selanjutnya, ditunjukkan pada gambar 13.



Gbr. 13 Kondisi *Relay* 2 dan *Relay* 3 aktif

Melihat gambar 13 dengan memberikan *trigger* ke *relay* 2 dan 3, maka *relay* yang aktif adalah nomor 2 dan 3. Pada kondisi *relay* 2 dan 3 aktif maka pada kondisi motor akan berputar balik, hal ini terjadi karena *relay* membalik polaritas dari *supply* tegangan yang masuk. Sehingga pengereman plugging dapat dikendalikan dengan menggunakan *driver relay*.

3) Pengujian perangkat keras secara Keseluruhan

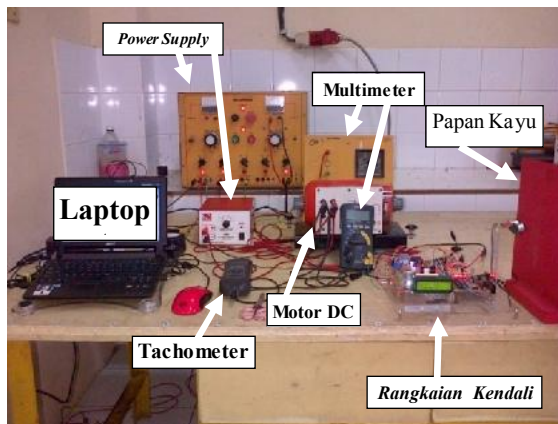
Pada pengujian ini menggunakan semua komponen yang dibutuhkan, diantaranya

- Dua buah *Power Supply* DC
- Rangkaian Pengereman Otomatis pada Putaran Motor DC
- Multimeter Digital
- Tachometer
- Papan kayu, kaca dan *styrofoam* sebagai media benda penghalang
- Motor DC

Komponen-komponen tersebut dirangkai dalam satu kesatuan dan komponen-komponen tersebut telah diuji secara satu persatu sebelum digabungkan. Tujuan dari

pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah alat otomatisasi pengereman motor DC secara elektrik bekerja dengan baik dan benar.

Berikut gambar rangkaian keseluruhan rangkaian alat otomatisasi pengereman motor DC secara elektrik sebagai referensi sistem keamanan mobil listrik:



Gbr. 14 Pengujian rangkaian secara keseluruhan

Tabel 3 Tabel Pengujian alat menggunakan beban 1.5 kg

Jarak Benda (cm)	Tegangan (Volt)	Nilai Putaran (RPM)
1 – 30	- 4.8	30
31 – 40	0	0
41 – 50	5.8	44
51 – 60	6.1	45
61 – 70	6.2	50
71 – 80	6.3	58
81 – 90	6.5	62
91 – 100	6.8	83
101 – 110	7.06	89
111 – 120	7.3	98
121 – 130	7.5	112
131 – 140	7.73	118
141 – 150	7.92	124
151 – 160	8.17	125
161 – 170	8.31	129
171 – 180	8.5	131
181 – 190	8.62	150
191 – 200	8.72	155
201 – 210	8.86	160
211 – 220	9.05	163
221 – 230	9.3	172
231 – 240	9.53	181
241 – 250	9.52	190
> 250	9.83	194

Pada tabel 3 terdapat kondisi pada jarak 30 cm sampai 0 cm motor akan berputar balik selama 3 detik. Setelah 3 detik motor akan kembali mendapat masukan 0 volt dari sumber.

Pengujian selanjutnya adalah untuk mengetahui tingkat respon motor terhadap benda. Hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa kecepatan respon pengereman motor DC ketika sensor mendeteksi benda. Berikut pengujian yang dilakukan dengan memvariasikan *delay* waktu eksekusi pada program dan *delay* waktu pada motor.

Tabel 4 Tabel Pengujian respon putaran motor

Setting delay (ms) pada driver motor	Waktu Delay Pengujian (s)
50	0.22
75	0.30
100	0.54
125	0.77
150	0.86

Dari beberapa waktu *delay* yang dituliskan pada program, maka didapat data yang terdapat pada tabel 4. Dari pengujian tersebut, ketika *delay* diberikan dibawah 100 ms, maka akan terjadi error pada pembacaan jarak di LCD serta pada eksekusi putaran motor. Sehingga sistem yang dibuat pada penelitian ini hanya mampu bekerja dengan *delay* waktu selama 0.54 detik untuk dapat mengeksekusi respon yang diberikan sensor ultrasonik yang proses mikrokontroler untuk dapat dihubungkan ke *driver* motor.

V. KESIMPULAN

Dari serangkaian penelitian, pengujian, dan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Pengereman pada motor DC dilakukan dengan dua metode, Pengereman secara Dinamis dan Pengereman secara Plugging.
- 2) Motor DC dapat berhenti secara bertahap. Dengan menggunakan metode pwm, keluaran tegangan yang masuk ke motor

DC akan dikendalikan besar kecilnya, sehingga didapat beberapa kondisi motor akan berhenti secara bertahap.

- 3) Untuk menjaga keamanan pada sisa putaran setelah *supply* terputus, sistem membalik polaritas yang masuk ke motor DC, sehingga sisa putaran dapat diminimalisir.
- 4) Otomatisasi pengereman pada putaran motor DC ini, diharapkan dapat menjadi referensi pada sistem keamanan pada mobil listrik.

REFERENSI

- [1] Ricky Ardi Yosua Sidauruk dkk. 2011. *Implementasi mikrokontroler ATmega8535 berbasis sensor ultrasonik untuk proteksi keamanan terpadu*. Bandung. Politeknik Telkom
- [2] Baharuddin, Rhiza S.Sadjad, Tola Muhammad. 2012. *Sistem pengendalian kecepatan motor DC berbasis pwm (pulse width modulation)*. Sulawesi Tenggara. Universitas Hasanudin
- [3] Prabowo, Brilliant Adhi. *Pemodelan Sistem Kontrol Motor DC dengan Temperatur Udara sebagai PemICu*. Pusat Penelitian Informatika, LIPI
- [4] Sulasno dan agus prayitno, Thomas. 2006. *Teknik sistem control*-Edisi pertama. Yogyakarta. Graha ilmu
- [5] A.E. Fitzgerald, Kingsley Charles, Umans D Stephen, dan Achyanto Djoko. 1997. *Mesin-mesin listrik*-edisi keempat. Jakarta. Erlangga
- [6] Ardi Winoto, Mikrokontroler AVR ATmega 8/32//16/8535 dan Pemogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR.2008.