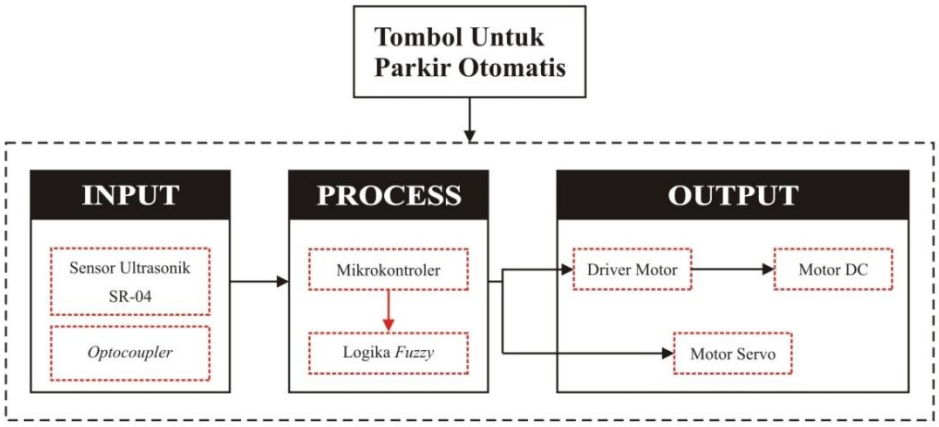
BAB III

PERANCANGAN ALAT

Perancangan yang baik dan dilakukan secara sistematik akan memberikan kemudahan dalam proses pembuatan alat serta dapat mempermudah dalam proses analisis dari alat yang dibuat. Pada bab ini akan dijelaskan tentang perancangan sistem baik *hardware* maupaun *software* beserta alasan pemilihan komponen yang digunakan.

3.1 Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem pemandu kendaraan untuk parkir paralel secara otomatis ini, secara umum terdiri dari tiga bagian utama, yaitu masukan (*input*), proses dan keluaran (*output*). Ketiga proses tersebut akan bekerja jika tombol untuk parkir otomatis ditekan. Setiap bagian dari sistem mempunyai fungsi masing-masing yang akan saling berkaitan dalam sistem pemandu parkir otomatis ini.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Pemandu Kendaraan Untuk Parkir Paralel Secara Otomatis

Secara umum cara kerja dari sistem pemandu kendaraan untuk parkir paralel secara otomatis ini adalah pertama-tama mendeteksi ruang parkir yang tersedia. Proses deteksi ini menggukan sensor ultrasonik dan *optocoupler* untuk menghitung putaran roda kendaraan dengan luas ruang parkir yang tersedia. Jika ruang (*space*) parkir yang tersedia sesuai dengan ukuran mobil, maka proses parkir akan dijalankan secara otomatis dengan menghitung jarak-jarak antara benda yang ada di sekitar mobil.

Pada blok diagram terdapat tiga bagian utama dari sistem, yaitu pertama masukan berupa data jarak dari sensor ultrasonik dan *counter* dari *optocoupler*, kedua proses berupa mikrokontroler yang akan memproses data masukan menggunakan logika *Fuzzy*, dan ketiga adalah keluaran berupa putaran motor DC maju atau mundur dan perubahan sudut motor servo (*steering*).

3.1.1 Bagian Masukan (*input*)

Masukan (*input*) dari sistem ini terdiri dari 2 yaitu *optocoupler* dan sensor ultrasonik.

a. Optocoupler

Optocoupler hanya digunakan untuk menghitung panjang ruang parkir yang akan digunakan sebagai tempat parkir nantinya. *Optocoupler* akan bekerja jika sensor ultrasonik mendeteksi adanya ruang (*space*) sewaktu mobil berjalan. *Optocoupler* akan terus bekerja hingga ruang parkir yang terdeteksi bisa digunakan sebagai ruang parkir.

b. Sensor ultrasonik

Selain untuk mendeteksi ruang parkir yang menghubungkan sistem dengan *optocoupler*, sensor ultrasonik menjadi *input* utama dan sangat berperan

penting dalam melakukan proses parkir ini. Selama proses parkir berlangsung, sensor ultrasonik akan mendeteksi jarak mobil dengan benda yang berada di depan, di samping maupun di belakang mobil. Masukan dari ultrasonik ini yang nantinya akan diproses dengan menggunakan logika *Fuzzy* pada mikrokontroler. Keputusan-keputusan *output* berupa arah putar motor servo (*steering*) bergantung pada masukan sensor ultrasonik ini.

3.1.2 Bagian *Process*

Mikrokontroler AVR ATmega 32 digunakan sebagai perangkat utama untuk mengontrol sistem pemandu kendaraan untuk parkir paralel secara otomatis menggunakan logika *Fuzzy* ini. Mikrokontroler akan memproses masukan baik dari sensor ultrasonik maupun dari *optocoupler* dan memberikan keputusan *output* berupa arah putaran motor DC maju atau mundur dan arah putaran motor servo.

3.1.3 Bagian Keluaran (*output*)

Bagian *output* merupakan hasil dari beberapa *input* yang telah di proses pada bagian *process* tadi. Pada blok diagram terlihat dua buah *output* berupa motor DC dan motor servo, berikut penjelasan dari masing-masing *output* yang digunakan:

a. Motor DC

   Motor DC digunakan sebagai penggerak mobil maju atau mundur yang kecepatannya telah diatur. Motor DC dan mikrokontroler dihubungkan melalui modul L298 sebagai *driver* motor. *Output* yang dihasilkan ke

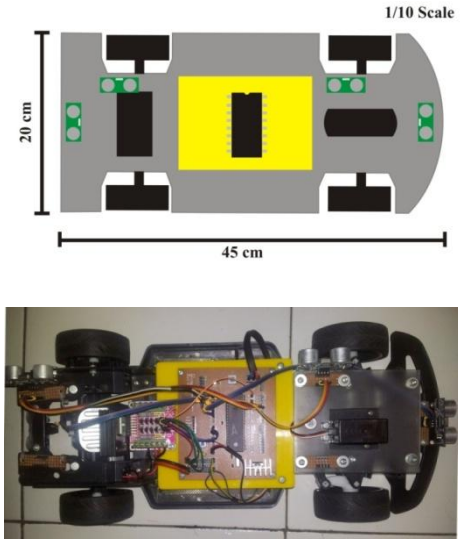
motor DC berupa keputusan mobil untuk maju atau keputusan mobil untuk mundur.

b. Motor Servo

Motor servo digunakan sebagai *steering* pada mobil. *Input* dari sensor ultrasonik ke mikrokontroler akan menghasilkan *output* berupa besarnya sudut motor servo. Perubahan sudutr motor servo akan berganti selama proses parkir berlangsung.

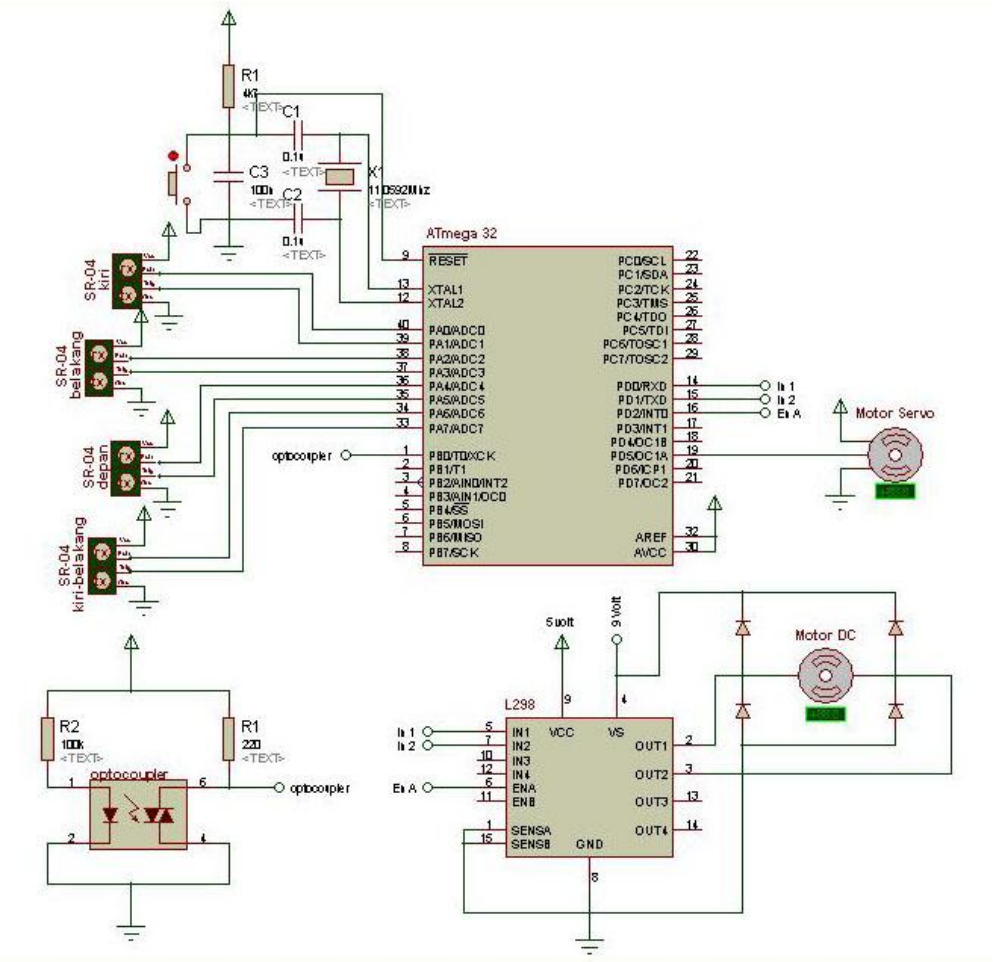
3.2 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Dalam perancangan sistem pemandu kendaraan untuk parkir otomatis pada tugas akhir ini akan dimodelkan pada mobil-mobilan *remote control.* Model mobil-mobilan yang dirancang memiliki 4 buah sensor ultrasonik sebagai pendeteksi jarak, 1 buah *optocoupler* sebagai penghitung ruang parkir, 1 motor DC sebagai penggerak mobil, 1 buah motor servo sebagai *steering* mobil, 1 buah *driver* motor, dan 1 buah sistem minumum ATmega 32 sebagai pusat pengendalian mobil.



Gambar 3.2 Perancangan *prototype* mobil

Perancangan sistem kontrol yang meliputi pembuatan rangkaian-rangkaian elektronik yang saling terintegrasi membentuk sistem kendali dengan tujuan mengendalikan kerja sistem agar dapat bekerja sesuai dengan keinginan.

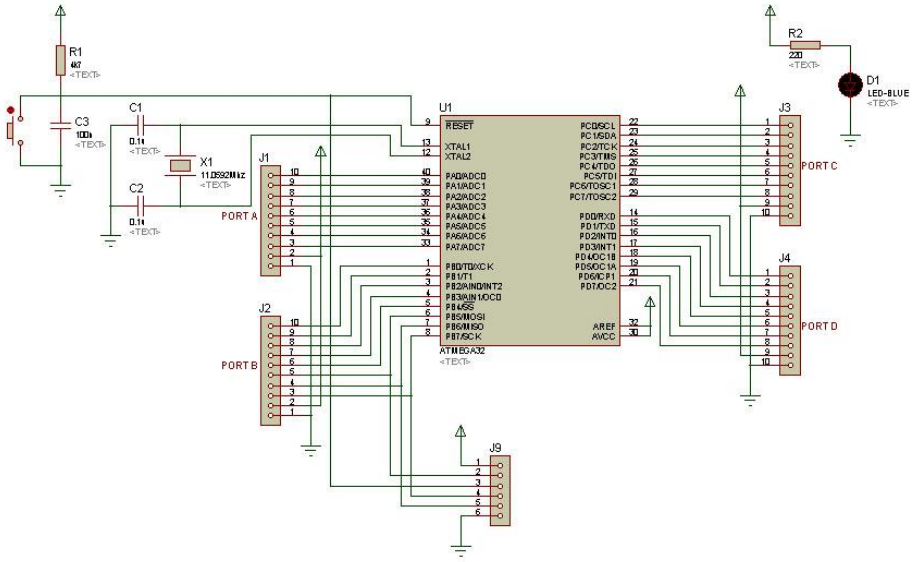


Gambar 3.3 Rangkaian Secara Keseluruhan

3.2.1 Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler AVR ATmega 32

Sistem minimum ATmega 32 adalah rangkaian yang dikhususkan untuk mengoperasikan IC ATmega 32. Mikrokontroler inilah yang nantinya akan digunakan sebagai pusat pengendalian parkir otomatis ini. Pemilihan jenis mikrokontroler ATmega 32 ini karena berdasarkan perbandingan dengan dengan mikrokontroler yang lain, ATmega 32 inilah yang sesuai dengan spesifikasi yang

diinginkan. Berikut adalah skematik dari rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega 32:



Gambar 3.4 Sistem Minimum ATmega 32

Input-an dari sistem yang banyak memerlukan *memory flash* yang besar pula, ATmega 32 memiliki *memory* yang lebih besar dan ATmega 32 memiliki RAM yang lebih besar sehingga mempengaruhi kecepatan akses data sementara pada mikrokontroler.

Tabel 3.1 Uraian Perbandingan Jenis Mikrokontroler

Spesifikasi	**Jenis Mikrokontroler**		
	ATMega 8535	**ATMega 16**	**ATMega 32**
Flash	8 Kb	16 Kb	32 Kb
RAM	512 byte	1Kb SRAM	2 Kb SRAM
I/O	32	32	32
Harga	Rp. 35.000	Rp. 40.000	Rp. 40.000

Pada tabel 3.1 terlihat perbedaan pada masing-masing IC disetiap spesifikasinya. Dari perbedaan tersebut, IC ATmega 32 lebih cocok digunakan dalam perancangan parkir paralel secara otomatis ini.

3.2.2 Rangkaian Sensor Jarak Ultrasonik SR-04

Sensor ultrasonik digunakan untuk mengetahui jarak mobil dengan benda-benda yang berada disekitar mobil. Terdapat beberapa jenis sensor ultrasonik yang dapat digunakan namun pada tugas akhir ini, sensor ultrasonik yang digunakan adalah SR-04. Uraian mengenai perbandingan sensor SR-04 dengan sensor ultrasonik yang lain dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Uraian Perbandingan Jenis Sensor Ultrasonik

Spesifikasi	**Jenis Sensor**	
	SR-04	**PING**
Tegangan	5Vdc	5Vdv
Arus	<2mA	<35mA
Jarak	5cm – 500cm	2cm - 3m
Frekuensi	40k Hz	40k Hz
Harga	Rp 65.000,-	Rp 350.000,-

Pada tabel terlihat perbedaan yang tidak terlalu jauh dalam hal tegangan, arus, dan frekuensinya, namun terdapat perbedaan yang cukup besar pada jarak dan harga dari masing-masing sensor. Berdasarkan pertimbangan dari perbandingan sensor tersebut, sensor SR-04 lebih cocok digunakan dalam perancangan tugas akhir ini. Dilihat dari jarak, sensor SR-04 dapat mengukur dari 5 cm hingga 500cm dirasa cukup untuk perancangan tugas akhir ini dan dilihat dari harga yang relatif lebih murah dibandingkan sensor Ping.



Gambar 3.5 Sensor Jarak Ultrasonik SR-04

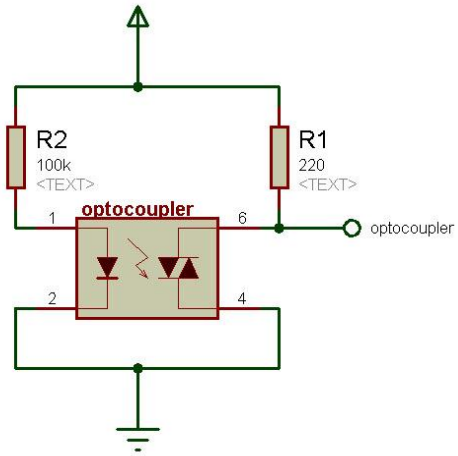
Sensor ultrasonik akan dihubungkan langsung ke mikrokontroler menjadi *input* bagi sistem. Sensor ultrasonik yang digunakan pada tugas akhir ini sebanyak 4 buah yang dipasang pada bagian sisi kiri mobil robot. Setiap sensor terhubung pada port yang berbeda di mikrokontroler. Masing-masing dari sensor mempunyai fungsi yang berbeda di dalam sistem ini. Berikut tabel port sensor ultrasonik yang dihubungkan ke mikrokontroler.

Tabel 3.3 Port Sensor Ultrasonik Pada Mikrokontroler

No	Sensor	Echo	Trigger
1	Sensor Kiri	PORTA 0	PORTA 1
2	Sensor Belakang	PORTA 2	PORTA 3
3	Sensor Depan	PORTA 4	PORTA 5
4	Sensor Kiri-Belakang	PORTA 6	PORTA 7

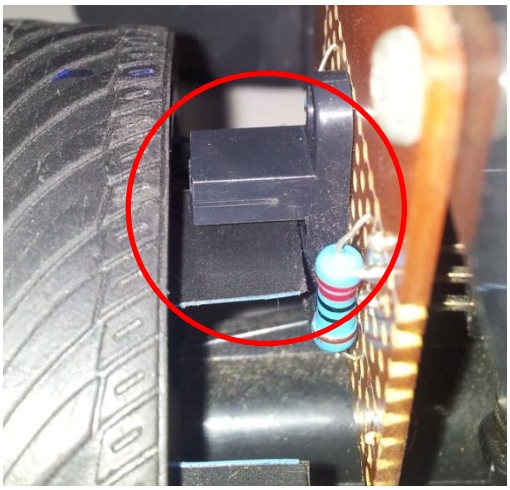
3.2.3 Rangkaian *Optocoupler*

Pada tugas akhir ini, *optocoupler* digunakan untuk menghitung panjang ruang parkir yang digunakan. *Optocoupler* merupakan rangkaian elektronika yang terdiri dari LED dan *photo-transistor* yang akan mengalami perubahan logika bila terjadi perubahan intensitas cahaya yang dipancarkan oleh pemancar (LED infra merah) untuk penerima.



Gambar 3.6 Rangkaian *Optocoupler*

Roda cacah yang diletakkan di tengah *optocoupler* berfungsi untuk mempengaruhi intensitas cahaya yang diberikan oleh IR-LED pada *optocoupler* ke *photo-transistor* yang akan memberikan perubahan level logika sesuai dengan putaran roda cacah.



Gambar 3.7 *Optocoupler* dan Roda Pencacah pada *Prototype* Mobil

Dengan memodifikasi bentuk bagian dalam ban *prototype* mobil berbentuk roda pencacah yang berfungsi untuk memberikan logika *high* dan *low* pada *optocoupler*. Roda pencacah yang dipasang pada bagian dalam ban *prototype*

mobil sebanyak 7 buah yang berarti sama dengan keliling dari ban itu sendiri yaitu:

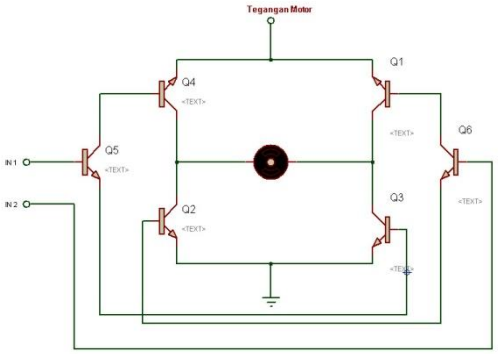
Panjang diameter dari ban *prototype* mobil = 7cm

$$\begin{aligned} \text{Keliling} &= \pi \times \text{diameter} \\ &= \pi \times 7 \text{ cm} \\ &= 22\text{cm} \end{aligned}$$

Jadi satu kali putaran ban, mobil akan bergerak sejauh 22 cm atau hasil *counter* dari *optocoupler* sebanyak 7 kali akan sama dengan mobil bergerak sejauh 22 cm.

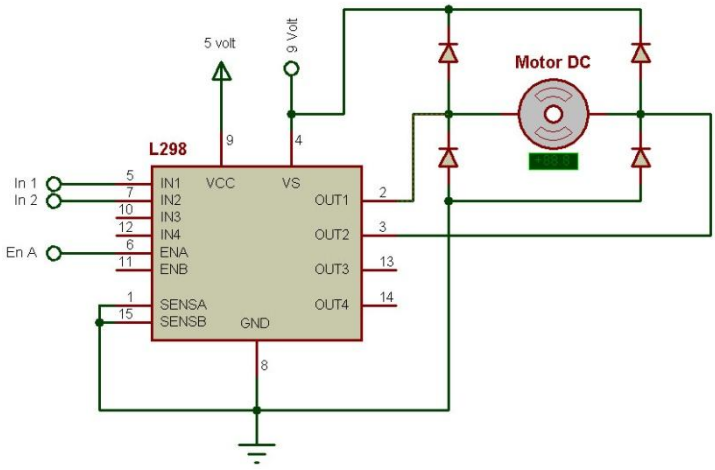
3.2.4 Rangkaian *Driver* Motor DC (L298)

Rangkaian *driver* motor DC L298 merupakan integrasi dari rangkaian *H-Bridge* transistor. *Driver* motor DC *H-Bridge* adalah sistem kontrol motor DC dengan metode jembatan *(bridge).* Rangkaian *driver* motor DC *H-Bridge* ini dapat mengendalikan motor DC dalam 2 arah baik secara PWM maupun kontrol dengan logika *HIGH* dan *LOW*. Dengan metode PWM dapat mengendalikan kecepatan putaran motor DC sedangkan dengan metode logika kontrol *HIGH* dan *LOW* maka motor selalu *start* dalam kecepatan maksimal. Berikut contoh rangkaian *H-Bridge:*



Gambar 3.8 Rangkaian *H-Bridge*

Sedangkan contoh rangkaian *H-Bridge* yang sudah terintegrasi pada rangkaian *driver* motor L298 yang digunakan adalah sebagai berikut:

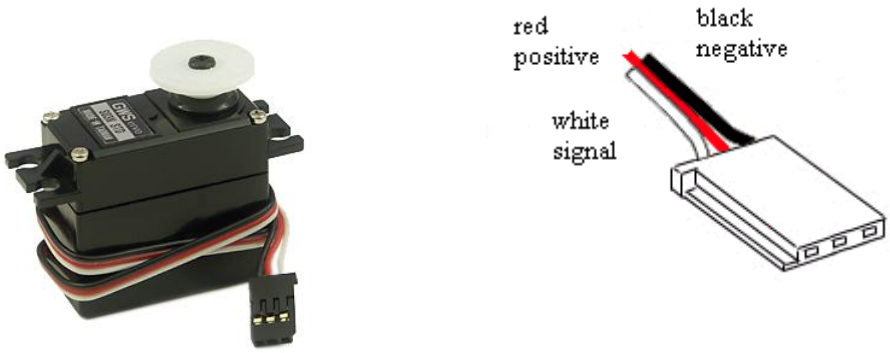


Gambar 3.9 Rangkaian *Driver* Motor L298

Pada rangkaian terlihat *driver* motor L298 dapat mengontrol 2 motor DC, namum yang dipakai pada tugas akhir ini hanya 1 motor DC.

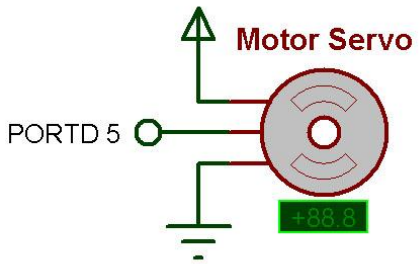
3.2.5 Rangkaian Motor Servo

Motor servo pada tugas akhir ini digunakan sebagai *steering* yang berarti merubah posisi mobil robot. Pada tugas akhir ini, digunakan 1 buah motor servo standard. Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180°.



Gambar 3.10 Motor Servo

Servo analog dan digital memiliki tiga kabel. Satu kabel untuk catu positif, biasanya DC 5-6 Volt. Kabel kedua untuk ground, dan kabel ketiga merupakan kabel sinyal. *Controller* berkomunikasi dengan servo melalui kabel ini, melalui sinyal berupa pulsa. Pada tugas akhir ini kabel ketiga dihubungkan ke mikrokontroler seperti gambar berikut.

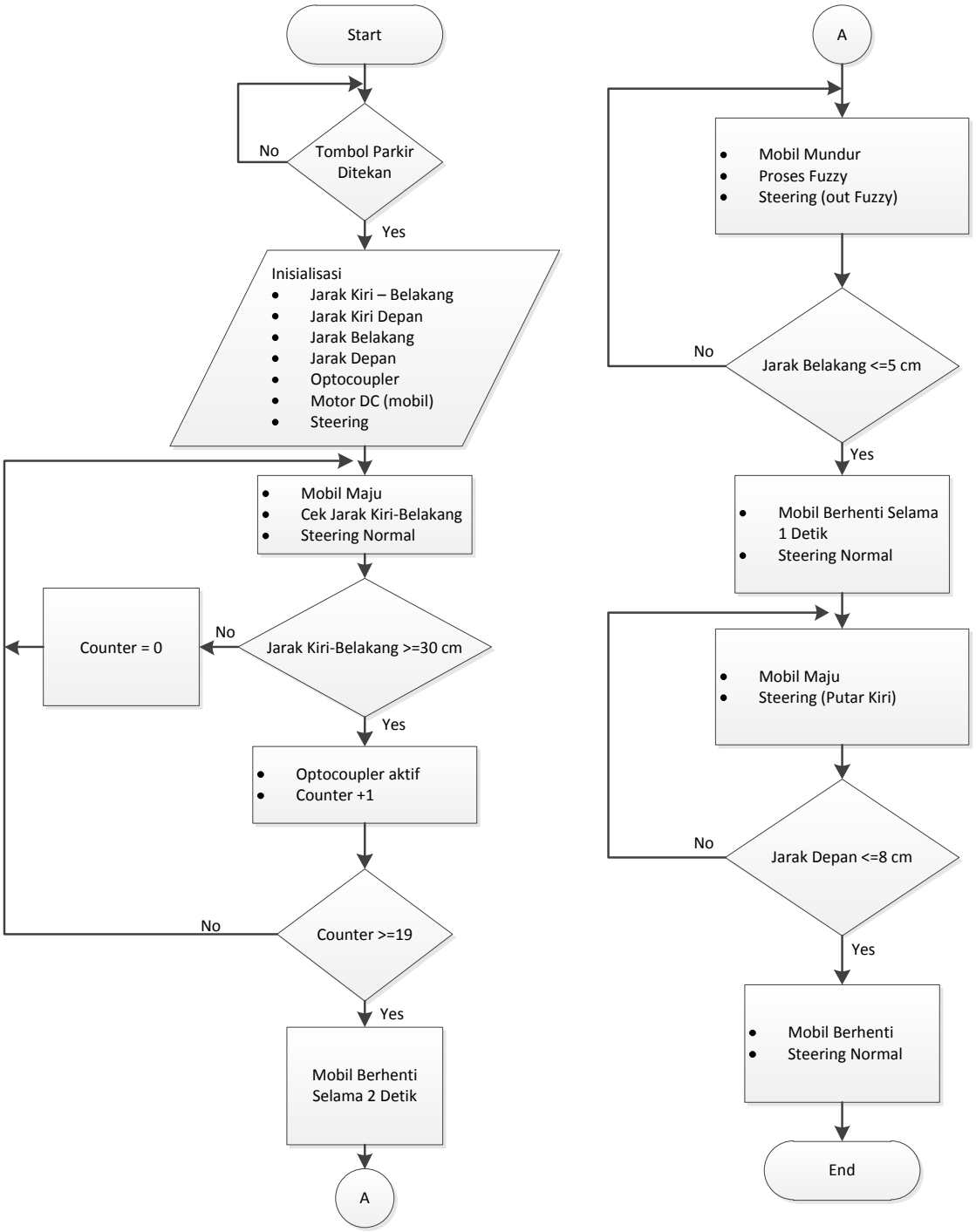


Gambar 3.11 Rangkaian Motor Servo

3.3 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak (*software*) bertujuan untuk menentukan setiap alur eksekusi dari perangkat sistem pemandu parkir otomatis yang dirancang. Setiap masukan akan diterima dan diproses oleh perangkat lunak

(*software*) yang nantinya akan menentukan keluaran (*output*) dari sistem. Berikut alur kerja (*flowchart*) dari sistem yang dirancang.



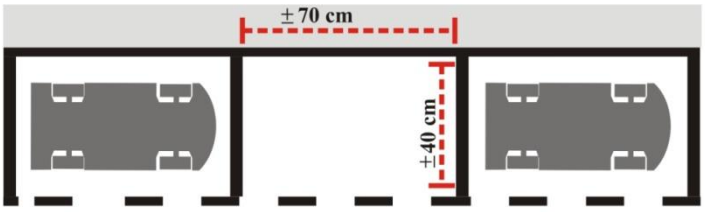
Gambar 3.12 Diagram Alur Sistem Pemandu Kendaraan Untuk Parkir Paralel Secara Otomatis

3.4 Gambaran Sistem

Sistem pemandu parkir paralel secara otomatis ini terdiri dari 2 proses yaitu proses mencari ruang (*space*) parkir dan proses parkir itu sendiri. Pada proses parkir ini terdiri dari dari 2 tahapan, yaitu proses mobil mundur melakukan manuver parkir dan proses maju di dalam ruang parkir.

3.4.1 Mobil Maju Mencari *Space* Parkir

Tahap pertama yaitu mobil akan maju mencari ruang parkir yang sesuai dengan ukuran mobil. Pada tahap ini, sensor ultrasonik yang akan berkerja hanya sensor di sebelah kiri-belakang. Ruang (*space*) parkir yang bisa digunakan yaitu sesuai dengan ukuran mobil, seperti pada gambar :

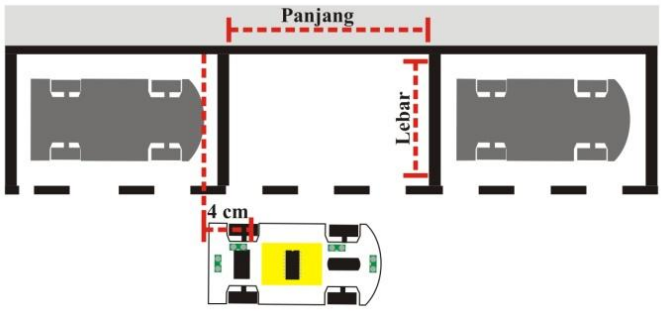


Gambar 3.13 Ruang (*Space*) Parkir

Jika sensor mendeteksi ruang parkir, maka *optocoupler* akan aktif menghitung panjang ruang yang akan digunakan. Jika ruang parkir sesuai dengan ukuran mobil, maka mobil akan berhenti dan siap melakukan proses parkir.

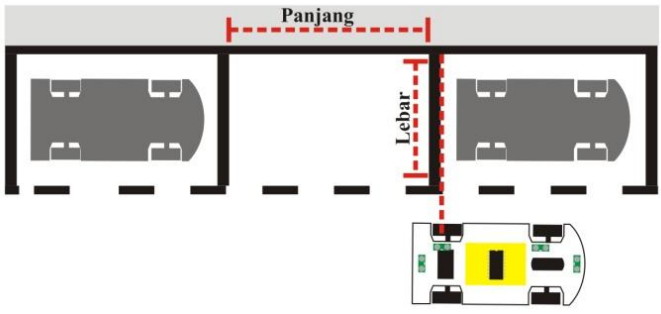
Asumsi ruang parkir yang akan digunakan berukuran panjang ±70 cm dan lebar ±40 cm seperti terlihat pada gambar 3.13. *Prototype* mobil akan menghitung sendiri panjang ruang parkir yang tersedia dengan menggunakan *optocoupler*. Seperti yang dijelaskan pada bagian 3.2.3 tentang rangkaian *optocoupler*, pencacah yang dipasang di roda sebanyak 7 buah akan terus memberikan masukan

ke mikrokontroler selama sensor kiri-belakang mendeteksi adanya ruang parkir. Sensor ultrasonik akan menghitung jarak apabila gelombang ultrasonik yang dipancarkan *trasmitter* dapat diterima oleh *receiver*.



Gambar 3.14 Mulai Mendeteksi *Space* Parkir

Pada gambar di atas terlihat bahwa ultrasonik akan mendeteksi *space* setelah 4 cm melewati halangan mobil yang telah terparkir sebelumnya. Sedangkan *optocoupler* yang terpasang pada bagian mobil berada 6 cm dari sensor kiri-belakang ini, jadi *counter* akan mulai menghitung pada saat 10 cm setelah melewati halangan atau mobil yang terparkir sebelumnya. *Counter* akan berhenti menghitung apabila sensor ultrasonik mendeteksi adanya halangan yang berada di samping *prototype* mobil, seperti pada gambar berikut.



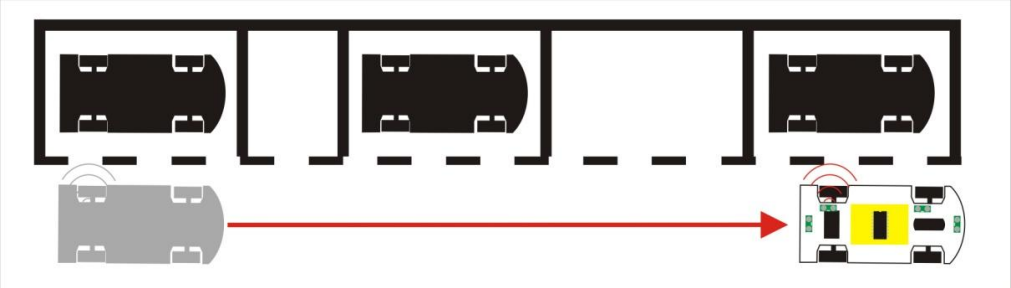
Gambar 3.15 Proses Deteksi *Space* Selesai

Jadi jika panjang ruang parkir ±70cm maka *counter optocoupler* akan menghitung setelah ±10cm melewati halangan mobil yang terparkir sebelumnya sehingga *space* yang terdeteksi sepanjang ±60. *Counter* akan menghitunng sebanyak 19 kali dengan cara sebagai berikut:

1 kali putaran ban = 7 kali *counter optocoupler* = 22 cm

7 kali	=	22 cm
panjang	=	60 cm
counter	=	420:22
	=	19

Jadi 19 kali *counter optocoupler* akan sama dengan panjang ±60 cm. Saat *counter* telah menghitung sebanyak 19 kali, mobil akan berhenti dan siap melakukan proses parkir.



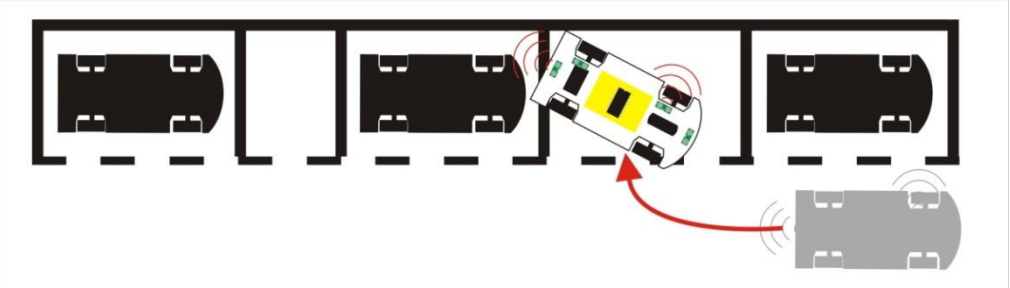
Gambar 3.16 Mobil Maju Mencari Ruang (*space*) Parkir

3.4.2 Proses Parkir

Pada proses kedua ini terdiri dari 2 tahapan, yaitu mundur melakukan manuver parkir dan maju di dalam ruang parkir itu sendiri, berikut penjelasan dari masing-masing tahapan tersebut.

a. Mobil Mundur Melakukan Manuver Parkir

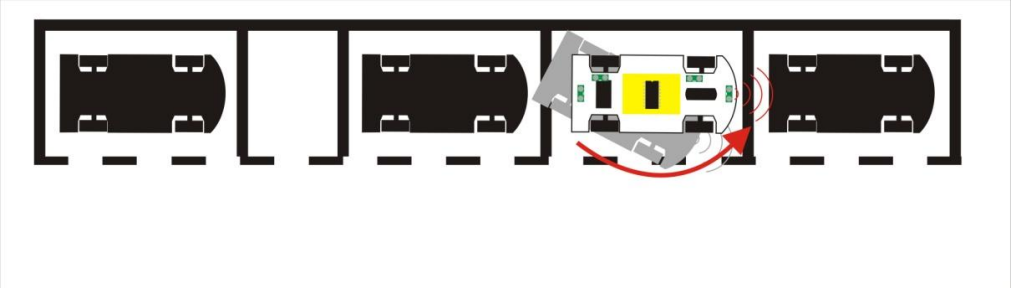
Tahap kedua, yaitu mobil akan mundur masuk ke dalam ruang parkir, melakukan manuver masuk ke dalam ruang (*space*) parkir. Pada tahap ini sensor yang aktif adalah sensor kiri-depan dan belakang. Proses *Fuzzy* terjadi pada tahap ini. Arah-arah serta besarnya *steering* dari *prototype* mobil pada tahap kedua ini berdasarkan dari *input-input* dari kedua sensor tersebut dan akan diolah secara logika *Fuzzy* menghasilkan besarnya puataran *steering* selama proses pada tahap kedua ini berlangsung. Logika *Fuzzy* yang digunakan akan dijelaskan pada bagian 3.5.



Gambar 3.17 Mobil Mundur Melakukan Manuver Masuk Ke Dalam Ruang (*space*) Parkir

b. Mobil Maju Di Dalam Ruang (*Space*) Parkir

Tahap ketiga, yaitu mobil akan maju jika sensor belakang mendeteksi jarak terdekat dengan benda atau halangan yang berada di belakang mobil. Pada tahap ini, sensor yang aktif yaitu sensor depan dan sensor belakang pada mobil.

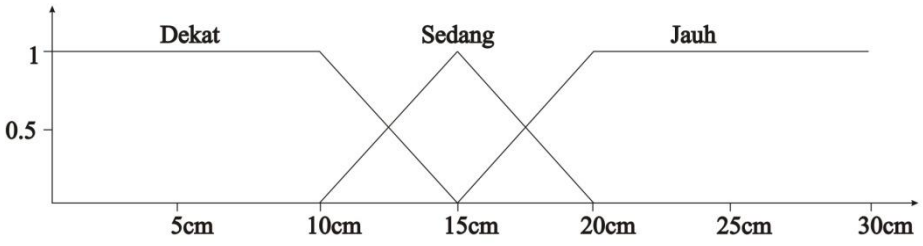


Gambar 3.18 Mobil Maju Masuk Ke Dalam Ruang (*space*) Parkir

3.5 Logika *Fuzzy* Pada Sistem Pemandu Kendaraan Untuk Parkir Paralel Secara Otomatis

Logika *Fuzzy* pada sistem ini terdapat pada proses yang kedua, yaitu proses mobil masuk dalam ruang (*space)* parkir. *Input Fuzzy* dari sistem parkir ini berupa jarak yang didapat dari 2 buah sensor ultrasonik yaitu kiri-depan dan belakang. Sedangkan *output* dari *Fuzzy* ini berupa putaran atau besarnya sudut putar motor servo sebagai *steering* dari *prototype* mobil ini.

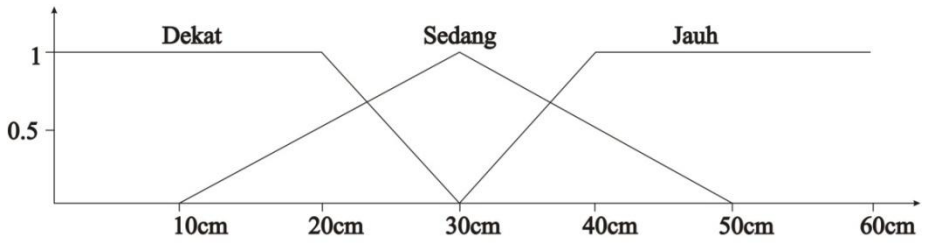
Setiap *input* dari logika *Fuzzy* ini mempunyai nilai keanggotaan (*membership function*) yang direpresenatasikan dalam bentuk kurva segitiga dan trapesium. Operator "*AND*" digunakan untuk mengkombinasikan dan memodifikasi kedua *input* jarak dari sensor ultrasonik. Berikut *membership function* dari setiap *input*-an dan *output Fuzzy*:



Gambar 3.19 *Membership Function* untuk Sensor Kiri-Depan

Keterangan:

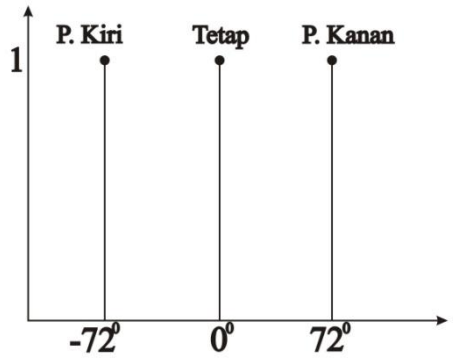
- Jarak dekat dari sensor kiri-depan direpresentasikan dengan kurva trafesium dengan nilai domain diantara 0cm – 15cm.
- Jarak sedang dari sensor kiri-depan direpresentasikan dengan kurva segita dengan nilai domain diantara 10cm – 20cm.
- Jarak jauh dari sensor kiri-depan direpresentasikan dengan kurva trapesium dengan nilai domain dari 15cm hingga lenih dari 30cm.



Gambar 3.20 *Membership Function* untuk Sensor Belakang

Keterangan:

- Jarak belakang dari sensor kiri-depan direpresentasikan dengan kurva trafesium dengan nilai domain diantara 0cm – 30cm.
- Jarak belakang dari sensor kiri-depan direpresentasikan dengan kurva segita dengan nilai domain diantara 10cm – 50cm.
- Jarak jauh dari sensor belakang direpresentasikan dengan kurva trapesium dengan nilai domain dari 30cm hingga lenih dari 60cm.



Gambar 3.21 *Output* Berupa *Steering Prototype* Mobil

Keterangan:

- P.Kiri : putar kiri dimana *steering* pada *prototype* mobil dapat bergerak maksimal sejauh -72°.
- Tetap : dimana *steering* dari *prototype* mobil berapa pada posisi normal yaitu sebesar 0°.
- P.Kanan : putar kanan dimana *steering* pada *prototype* mobil dapat bergerak maksimal sejauh 72°.

Sedangkan untuk *rule Fuzzy* diperoleh dengan dengan cara mengukur dan melakukan percobaan pada sistem parkir ini. *Rule* pada sistem pemandu untuk parkir paralel secara otomatis ini sebanyak 15 *rule* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.4 *Rule Fuzzy*

Kiri-depan / Belakang	**Dekat**	**Sedang**	**Jauh**
Dekat	Tetap	P.kiri	P.kanan
Sedang	P.kiri	P.kanan	P.kanan
Jauh	P.kiri	P.kanan	P.kanan

Keterangan dari *rule* di atas:

- *Rule* 1 : jika jarak kiri-depan “dekat” dan belakang “dekat” maka *steering* akan “tetap”.
- *Rule* 2 : jika jarak kiri-depan “dekat” dan belakang “sedang” maka *steering* akan “putar kiri”.
- *Rule* 3 : jika jarak kiri-depan “dekat” dan belakang “jauh” maka *steering* akan “putar kiri”.
- *Rule* 4 : jika jarak kiri-depan “sedang” dan belakang “dekat” maka *steering* akan “putar kiri”.
- *Rule* 5 : jika jarak kiri-depan “sedang” dan belakang “sedang” maka *steering* akan “putar kiri”.
- *Rule* 6 : jika jarak kiri-depan “sedang” dan belakang “jauh” maka *steering* akan “putar kanan”.
- *Rule* 7 : jika jarak kiri-depan “jauh” dan belakang “dekat” maka *steering* akan “putar kanan”.
- *Rule* 8 : jika jarak kiri-depan “jauh” dan belakang “sedang” maka *steering* akan “putar kanan”.
- *Rule* 9 : jika jarak kiri-depan “jauh” dan belakang “jauh” maka *steering* akan “putar kanan”.