

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Objek Follower

Objek follower merupakan sebuah sistem robot yang dapat mengikuti objek yang sedang bergerak (dapat berupa orang maupun robot) didepannya. Penerapan dari sistem ini dapat berfungsi sebagai *robot navigasion*, *control of robot formations* dan *exploration of hazardous environments*.

Dengan menggunakan robot remote control yang dioperasikan oleh manusia, yang ditransmisikan dari suatu tempat untuk robot yang didepannya. Dapat sangat membantu meringankan pekerjaan manusia. Misalnya mengangkut beban yang sangat berat, tidak perlu dua kali pengerjaannya atau ke tempat yang tidak bisa dilewati oleh manusia dapat dilewati oleh robot.



Gambar 2.1 Follower Robot Tracking Object Attached To Lead Robot

(<http://prism.mem.drexel.edu/kennedy/tele.htm>)

2.2 Gelombang Ultrasonic

Gelombang bunyi merupakan gelombang yang mampu merambat melalui media zat gas, zat cair dan zat padat dengan kecepatan yang tergantung pada sifat elastis dan sifat inersia medium merambat. Kemampuan pendengaran pada manusia berkisar 20 Hz sampai dengan 20 KHz. Gelombang bunyi yang berada di bawah 20 Hz merupakan gelombang infrasonik, sedangkan di atas 20 KHz merupakan gelombang *ultrasonic*.

(<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/sound/usound.html>)

Ultrasonic adalah gelombang bunyi yang tidak dapat didengar oleh manusia. Frekuensi gelombang bunyi biasanya berbentuk tone atau pitch. Frekuensi yang rendah akan mengeluarkan low atau bass tone dan frekuensi yang tinggi akan mengeluarkan high or treble tones. Ultrasound adalah gelombang dengan pitch yang amat tinggi dan tidak boleh didengar oleh telinga manusia. Frekuensi gelombang *ultrasonic* biasanya lebih dari 20 KHz dengan range frekuensi gelombang *ultrasonic* di antara 20 KHz hingga 1000 MHz.

(<http://norfaznida.tripod.com/takrif.htm>)

Ultrasonic merupakan suatu teknologi yang sedang berkembang dengan pesat saat ini. Sejarah awalnya bermula dari perhatian ilmuwan terhadap beberapa jenis hewan terutama kelelawar yang dapat mengetahui arah atau terbang dalam gelap tanpa menemukan masalah halangan. Hasil penelitian menunjukkan kelelawar menggunakan bantuan bunyi dalam bentuk gelombang yang sekarang ini dikenali sebagai "*Ultrasonic*" dan sekarang ini teknologi *ultrasonic* berkembang dengan pesat dalam bidang perindustrian, pengobatan serta penelitian. (<http://norfaznida.tripod.com/abstrak.htm>)

Ultrasonic merupakan cabang ilmu yang mempelajari gelombang bunyi dengan frekuensi di atas 20 KHz (20.000 cycle per detik). Pembangkit *ultrasonic* modern seperti sekarang dapat membangkitkan frekuensi dalam ukuran gigahertz (beberapa miliar cycle per detik) dengan mengkonversi arus listrik bolak – balik menjadi osilasi sekitar 10 GHz (10 miliar cycle per detik). Batas atas dari frekuensi *ultrasonic* belum dapat diketahui sampai saat ini. Dalam pengertian sekarang, *ultrasonic* dan supersonik berbeda di mana saat sekarang pengertian supersonik adalah fenomena yang muncul saat kecepatan suatu benda melebihi kecepatan suara (Graham,1999).

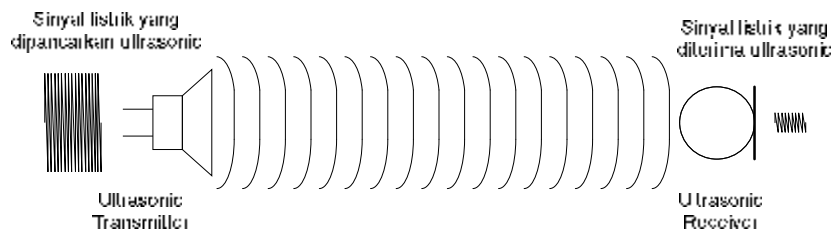
Ultrasonic digunakan karena memiliki sifat gelombangnya menyerupai sifat gelombang mekanik pada umumnya di mana dapat dipantulkan, dibiaskan, berinterferensi dan didifraksikan. Pantulan gelombang *ultrasonic* dapat menghasilkan gema dan datanya dapat ditampilkan dalam bentuk sinyal – sinyal pada layar osiloskop. Gelombang *ultrasonic* dapat dimanfaatkan dalam bidang tertentu. Seperti alat *fathometer* untuk mengukur kedalaman laut menggunakan gelombang *ultrasonic* dengan frekuensi sekitar 50 KHz. Dalam bidang kedokteran frekuensi yang dimanfaatkan 1 MHz sampai dengan 10 MHz. Gelombang yang dikeluarkan keleluar sekitar 100 KHz di mana dimanfaatkan dalam benda di depannya melalui pantulan gelombang *ultrasonic* yang dipancarkan. (<http://www.history.noaa.gov/poletobeam2.html>)

2.2.1 Sensor Ultrasonic Sebagai Transducer

Transducer merupakan benda yang memiliki kemampuan untuk memberikan respon dari besaran fisis ke besaran fisis lainnya. Sifat sebagai transducer dalam

sensor *ultrasonic* dikarenakan karena sensor *ultrasonic* memiliki sifat piezoelektrik di dalamnya. Efek piezoelektrik pertama kali dipelajari oleh ilmuwan Pierre Curie pada tahun 1880. Penelitiannya menyimpulkan bahwa kristal seperti quartz dan Rochelle salt dapat membangkitkan sinyal elektrik saat diberi tekanan. Sebaliknya, getaran mekanis dapat dihasilkan dengan memberikan sinyal elektris kepadanya.

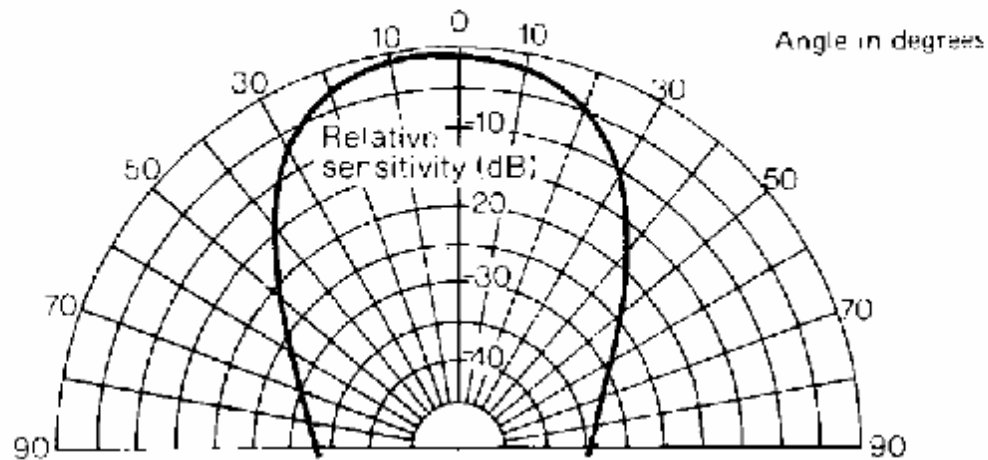
Jadi bisa dibilang *ultrasonic* juga merupakan transducer karena dapat berfungsi sebagai pemancar atau penerima serta memiliki sifat piezoelektrik. Apabila bila sebagai *transmitter* maka transducer akan memberi respon besaran listrik menjadi besaran suara dan begitu juga kebalikkannya apabila sebagai *receiver* maka transducer akan memberi respon besaran suara menjadi besaran listrik. (<http://norfaznida.tripod.com/transonik.htm>)



Gambar 2.2 Ultrasonic sebagai transduser

Bentuk pola radiasi *ultrasonic* transducer yang dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini, menunjukkan bahwa semakin jauh jarak yang dihasilkan maka semakin luas area yang bisa diterimanya. Begitupula dengan semakin kecil jaraknya, semakin kecil luas area yang bisa diterima.

Directional radiation pattern



Gambar 2.3 Bentuk Pola Radiasi Sudut Dan Jarak Ultrasonic Transducer

2.2.2 Karakteristik Gelombang Ultrasonic

Karakteristik yang dimiliki oleh gelombang *ultrasonic* ini terdiri atas amplitudo dan frekuensi. Dimana pada saat *transmitter* memancarkan gelombang *ultrasonic* maka nilai frekuensinya tetap dengan nilai amplitudo / tegangan yang berbeda-beda karena tergantung jarak yang dimiliki oleh *transmitter* dan receiver. Apabila semakin jauh maka nilai tegangannya akan semakin kecil tetapi nilai frekuensinya tidak berubah. Untuk menghitung jaraknya diperlukan rumus yaitu

$$s = v \cdot t \quad (2.1)$$

Dimana : s = jarak

v = kecepatan

t = waktu

Jadi nilai frekuensi tidak akan berpengaruh dengan adanya nilai amplitudo / tegangan yang berubah-ubah.

Dari Wikipedia Indonesia, *Ultrasonic* adalah suara atau getaran dengan frekuensi terlalu tinggi untuk bisa didengar oleh telinga manusia, di atas kira-kira 20 KHz (<http://id.wikipedia.org/wiki/Ultrasonic>). Di mana suara merupakan kompresi mekanikal atau gelombang *longitudinal* yang merambat melalui medium. Kebanyakan suara adalah merupakan gabungan berbagai sinyal, tetapi suara murni secara teoritis dapat dijelaskan dengan kecepatan osilasi atau frekuensi yang diukur dalam Hertz (Hz) dan amplitudo atau tekanan suara dengan pengukuran dalam desibel. Batas suara yang dapat didengar oleh telinga manusia kira-kira dari 20 Hz sampai 20 KHz pada amplitudo umum dengan berbagai variasi dalam kurva responsnya. Suara di atas 20 KHz disebut *ultrasonic* dan di bawah 20 Hz disebut infrasonik.

(<http://id.wikipedia.org/wiki/Suara>)

Infrasonik adalah suara dengan frekuensi terlalu rendah untuk dapat didengar oleh telinga manusia, kurang dari 20 Hz.

(<http://id.wikipedia.org/wiki/Infrasonik>)

Sedangkan getaran adalah suatu gerak bolak-balik yang mempunyai amplitudo (jarak simpangan terjauh dengan titik tengah dari suatu gelombang) yang sama.

(<http://id.wikipedia.org/wiki/Getaran>)

Frekuensi adalah ukuran jumlah putaran ulang per peristiwa dalam selang waktu yang diberikan. Untuk memperhitungkan frekuensi, seseorang menetapkan jarak waktu, menghitung jumlah kejadian peristiwa, dan membagi

hitungan ini dengan panjang jarak waktu. Hasil ini diberikan dalam satuan hertz (Hz) setelah pakar fisika Jerman Heinrich Rudolf Hertz, di mana 1 Hz adalah peristiwa yang terjadi satu kali per detik. Secara alternatif, seseorang bisa mengukur waktu antara dua kejadian peristiwa (periode) dan lalu memperhitungkan frekuensi sebagai yang timbal balik kali ini.

$$f = \frac{1}{T} \quad (2.2)$$

Dimana 'T' adalah periode. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Frekuensi>)

Amplitudo adalah pengukuran skalar yang nonnegatif dari besar osilasi suatu gelombang. Amplitudo juga dapat didefinisikan sebagai jarak terjauh dari titik kesetimbangan. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Amplitudo>)

2.3 Mikrokontroler

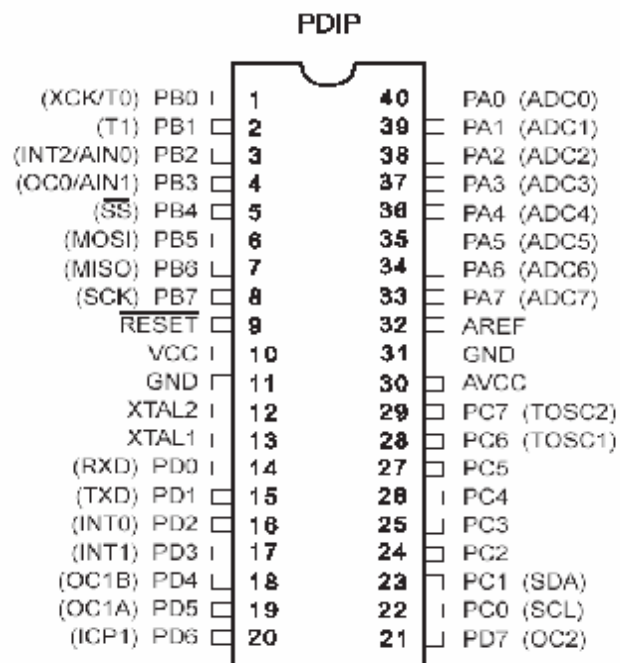
Mikrokontroler merupakan salah satu bagian dasar dari suatu sistem komputer. Sebuah mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama dengan sebuah PC namun mikrokontroler memiliki bentuk yang jauh lebih kecil. Pada penelitian ini mikrokontroler yang digunakan adalah AVR ATmega8535.

2.3.1 AVR ATmega8535

ATmega8535 ini merupakan mikrokontroler keluaran dari Atmel yang berasal dari keluarga AVR. AVR ini mempunyai arsitektur berjenis *RISC* (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap instruksi yang akan dieksekusi hanya membutuhkan satu *clock cycle* saja. Selain itu AVR juga mempunyai fitur-fitur seperti 130 instruksi, 32 register umum yang terhubung

dengan ALU (*Arithmetic Logic Unit*), 8 Kbyte Flash Memory yang dapat dihapus dan ditulis ulang hingga 10.000 kali, 512 bytes EEPROM (*Electronic Erasable Programmable Read Only Memory*) yang dapat dihapus dan ditulis ulang hingga 100.000 kali, 512 byte internal SRAM (*Static Random Access Memory*), 10 bit ADC (*Analog To Digital Converter*), 4 jalur PWM (*Pulse Width Modulation*), RTC (*Real Time Clock*) dengan osilator terpisah, 32 jalur I/O (input-output) yang terpisah dalam empat port yaitu port A, port B, port C dan port D.

2.3.2 Konfigurasi Pin



Gambar 2.4 Konfigurasi Pin ATmega8535

Tabel 2.1 Fungsi Pin *ATmega8535*

Nama Pin	Fungsi
VCC	sebagai supply voltage.
GND	sebagai ground
Port A (PA0..PA7)	sebagai 8 bit port I/O <i>bi-directional</i> yang dapat juga digunakan sebagai masukan analog ke ADC (<i>Analog Digital Converter</i>).
Port B (PB0..PB7)	sebagai 8 bit port I/O <i>bi-directional</i> dengan internal <i>pull-up</i> . Dimana port B ini mempunyai fungsi khusus.
Port C (PC0..PC7)	sebagai 8 bit port I/O <i>bi-directional</i> dengan internal <i>pull-up</i> .
Port D (PD0..PC7)	sebagai 8 bit port I/O <i>bi-directional</i> dengan internal <i>pull-up</i> . Dimana port D juga mempunyai fungsi khusus.
Reset	mereset fungsi dari input dan mikrokontroler.
XTAL1 dan XTAL2	untuk input dan output dari oscillator clock.
AVCC	sebagai supply voltage untuk port A dan ADC (<i>Analog Digital Converter</i>).
AREF	sebagai pin untuk ADC (<i>Analog Digital Converter</i>).

Tabel 2.2 Fungsi Lain *Port B*

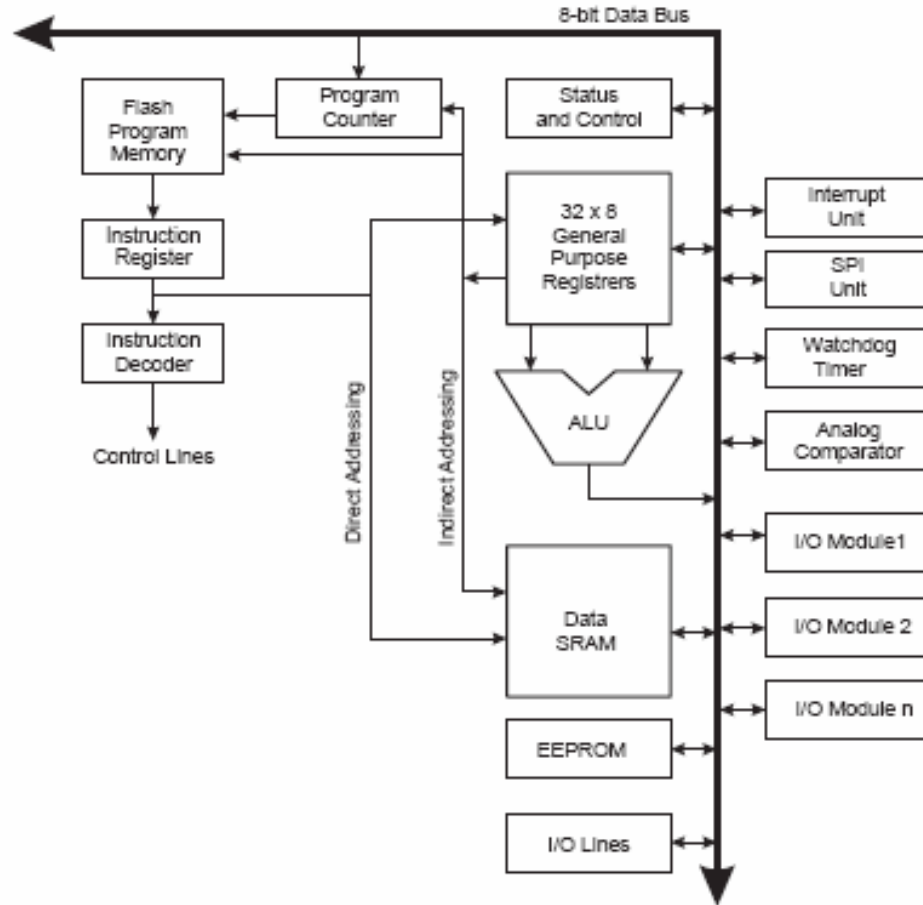
Port Pin	Fungsi Lain
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)

PB5	MOSI (SPI Bus Master output/Slave input)
PB4	SS (SPI Slave Select Input)
PB3	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) OC0 (Timer / Counter 0 output Compare Match Output)
PB2	AIN0 (Analog Comparator Negative Input) INT2 (External interrupt 2 input)
PB1	T1 (Timer /Counter1 External Counter Input)
PB0	T0 (Timer /Counter0 External Counter Input) XCK (USART External Clock Input/Output)

Tabel 2.3 Fungsi Lain *Port D*

Port Pin	Fungsi Lain
PD7	OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)
PD6	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Pin)
PD5	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare A Match Output)
PD4	OC1B (Timer/Counter1 Output Compare B Match Output)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input)
PD1	TXD (USART Output Pin)
PD0	RXD (USART Input Pin)

2.3.3 Struktur Arsitektur AVR ATmega8535



Gambar 2.5 Arsitektur AVR ATmega8535

2.4 Operational Amplifier

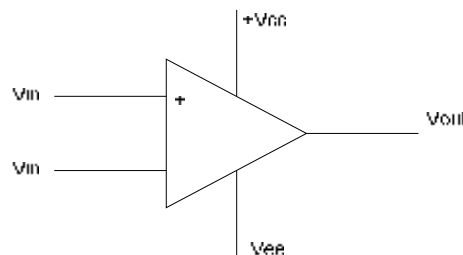
Operational amplifier (Op-Amp) berfungsi untuk memperkuat sinyal masukan baik itu DC atau AC dengan bati (penguatan) tinggi yang digabung langsung (*direct coupled*) dan memiliki umpan balik (*feedback*) untuk mengontrol karakteristik response serta dapat digunakan dari 0 sampai 1 MHz. Yang dimana mempunyai karakteristik terpenting yaitu :

- ▼ Impedansi masukan yang tinggi
- ▼ Penguat tegangan yang tinggi
- ▼ Impedansi keluaran yang rendah.

Selain itu agar op-amp dapat menjadi ideal maka diperlukan karakteristik seperti:

- Z_{in} = bila hasil keluarannya semakin besar, akan semakin baik tegangan tersebut menjadi lebih baik / besar.
- Z_{out} = bila hasil keluarannya semakin kecil, akan semakin baik tegangan tersebut menjadi lebih baik / besar.
- A_v = penguatan tegangan yang tinggi dan stabil.
- Bandwidth = semakin lebar semakin bagus.
- Slew Rate = respon output yang cepat dan mempunyai daya tahan yang baik terhadap gangguan dari luar.

Berikut dibawah ini merupakan gambar simbol dari op-amp yang dimana memiliki dua input dan satu output.



Gambar 2.6 Simbol Op-Amp

2.4.1 Konfigurasi Op-Amp

Konfigurasi dalam pemakaian op-amp ada dua yaitu :

1. *Open Loop* tidak memiliki umpan balik / *feedback* dari *output* op-amp. Konfigurasi *open loop*, secara teori memiliki penguatan yang sangat besar (bisa mencapai 100.000x) sehingga menjadi terlalu sensitif terhadap perubahan *input*nya. Walaupun begitu masih ada rangkaian yang memanfaatkan konfigurasi seperti ini. Salah satunya rangkaian *komparator* / pembanding. Rangkaian *komparator* digunakan untuk membandingkan 2 level tegangan *input* yaitu V_{in+} dan V_{in-} . Jika tegangan *input* V_{in+} lebih besar dari tegangan *input* V_{in-} maka tegangan yang keluar sama dengan $+V_{cc}$. Sedangkan jika tegangan *input* V_{in-} lebih besar dari tegangan *input* V_{in+} maka tegangan keluarannya sama dengan $-V_{ee}$.
2. *Closed Loop* memiliki umpan balik / *feedback* dari *output* op-amp. Pada konfigurasi *closed loop*, op-amp akan menghasilkan penguatan yang lebih stabil walaupun penguatannya tidak setinggi pada konfigurasi *open loop*. Penguatan yang lebih kecil ini tidak akan menjadi terlalu sensitif seperti pada *open loop* dan besarnya penguatan dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

2.4.2 CA3130

Jenis op-amp yang dipakai dalam penelitian ini yaitu CA3130, yang memiliki kelebihan yaitu CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*) dan transistor bipolar. Dimana dengan CMOS penggunaan daya yang dipakai sangat rendah, sedangkan dengan transistor bipolar akan memiliki tingkat kerja yang baik pada elektronika linier (Malvino,1994).

sinyal yang dideteksi atau frekuensi sinyal terdeteksi tidak sesuai dengan yang diinginkan.

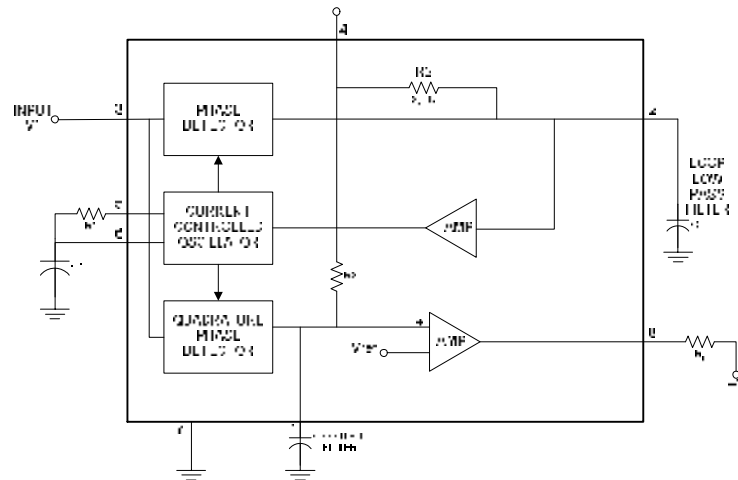
Untuk mencari nilai dari frekuensi osilasi (f_o) dapat dicari dengan menggunakan persamaan :

$$f_o = \frac{1}{1,1(Rt.Ct)} \quad (2.3)$$

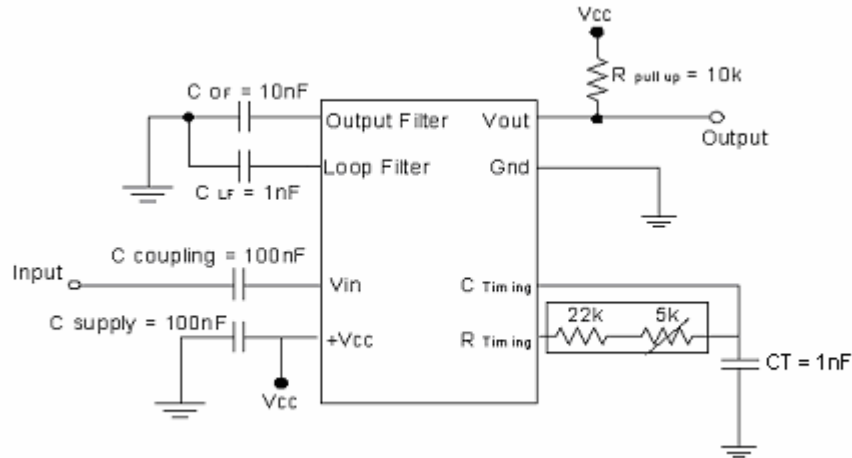
Nilai frekuensi osilator ini dapat diatur dari rangkaian resistor dan kapasitor eksternal dari *tone decoder* ini. Nilai frekuensi osilator ini akan dibandingkan dengan frekuensi sinyal masukan yang didapat. Jika nilai frekuensi tersebut sama maka nilai keluarannya akan menjadi logika 0 dan apabila frekuensinya tidak sama maka keluarannya akan menjadi logika 1. Tetapi terkadang pada kenyataannya nilai frekuensi osilator yang didapat belum tentu sesuai dengan yang diinginkan walaupun sudah sesuai dengan perhitungan oleh sebab itu sebagai referensi untuk mendapatkan hasil yang optimal maka perlu diperhatikan agar nilai hambatan dari R1 memiliki nilai diantara 2 K Ω sampai dengan 20 K Ω atau bisa juga menggunakan variable resistor sebagai pengganti resistor yang baku. Selain itu untuk mendapatkan nilai *bandwidth* dapat dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_i}{f_o \cdot C2}} \quad (2.4)$$

Dimana nilai dari C2 adalah nilai dari kapasitor yang berada pada pin 2 dan nilai dari V_i (tegangan *input*) lebih besar dari 200 mV.



Gambar 2.9 Blok Diagram tone decoder LM567



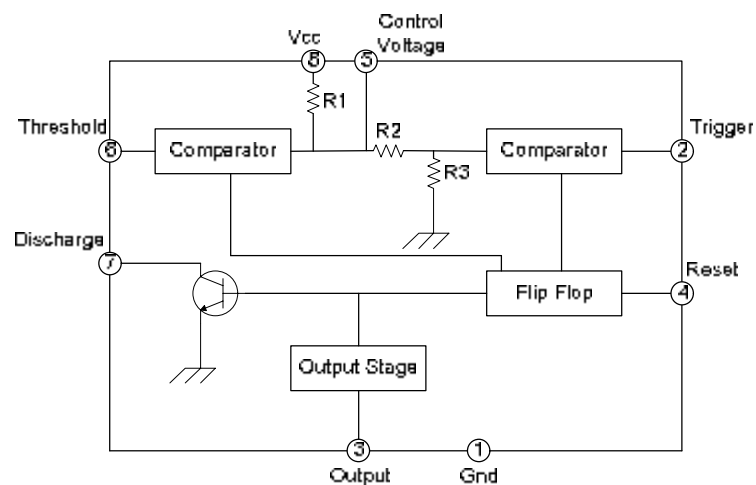
Gambar 2.10 Rangkaian Tone Decoder dengan LM567

2.6 Timer

Dalam suatu rangkaian sequensial kehadiran *clock* sangatlah penting, *clock* dapat terjadi ketika mendapatkan perubahan state dari suatu rangkaian digital. Secara umum *clock* dapat dihasilkan dengan beberapa cara yaitu menggunakan oscilator atau dengan menggunakan *timer*. Pada penelitian ini *timer* yang dipakai adalah jenis NE555, berfungsi untuk membangkitkan osilasi waktu yang akurat

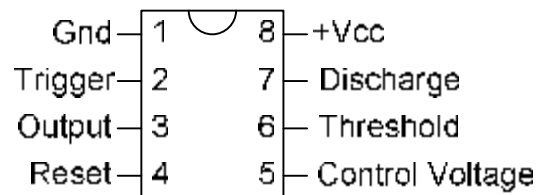
dan mempunyai kestabilan yang lebih tinggi. Selain itu *timer* juga bisa digunakan untuk memicu dan mereset keadaan dari *high* ke *low*. Ada dua macam operasi *timer* yang digunakan yaitu:

- § Monostable operation : dalam operasi ini *timer* berfungsi sebagai suatu *one shot*.
- § Astable operation : dalam operasi ini *timer* akan berfungsi sebagai suatu *multivibrator*, dimana besarnya waktu *high* dan waktu *low* dapat diset.



Gambar 2.11 Blok Diagram NE555

2.6.1 Konfigurasi Pin



Gambar 2.12 Konfigurasi Pin NE555

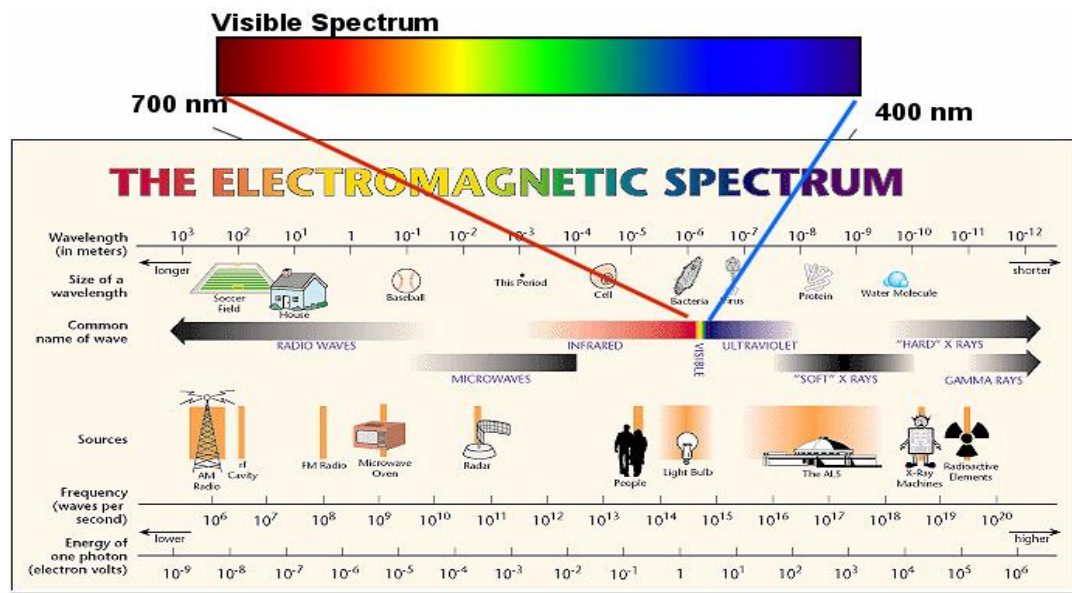
Tabel 2.4 Fungsi Pin NE555

Pin	Nama Pin	Fungsi
1	Ground	Ground.
2	Trigger	Menerima input pulsa dari rangkaian RC eksternal.
3	Output	Sebagai keluaran pulsa clock yang diinginkan.
4	Reset	Untuk mereset output dalam keadaan low.
5	Control Voltage	Mengakses langsung 2/3 dari tegangan positif supply. Jika pin ini tidak ingin digunakan hubungkan ke ground saja melalui kapasitor 10nF.
6	Threshold	Mereset latch yang akan menyebabkan output ke keadaan low.
7	Discharge	Pin input ketika kapasitor sedang membuang muatan.
8	Vcc	Tegangan supply.

2.7 Infrared

Infrared banyak diaplikasikan sebagai pengontrol jarak jauh, seperti remote peralatan elektronik seperti TV, AC, DVD/VCD/CD/Cassete player, dll. *Infrared* juga bisa dipakai untuk sebagai pemindah atau pengirim data dengan jarak yang dekat, contoh dari aplikasi ini terdapat pada handphone yang sudah banyak beredar di pasaran ssekarang ini. Cahaya *infrared* itu tidak bisa dilihat oleh mata manusia, karena mata manusia hanya bisa melihat cahaya yang mempunyai

panjang gelombang antara 400nm sampai 700nm, namun radiasi panas yang dihasilkan oleh sinar *infrared* dapat dirasakan oleh kulit manusia.



Gambar 2.13 Macam – Macam Spektrum Elektromagnetik

Pada dasarnya tubuh manusia dan tubuh binatang juga menghasilkan radiasi *infrared*. *Infrared* juga tidak dapat menembus benda atau bahan-bahan yang tidak tembus cahaya. Cahaya *infrared* itu mempunyai karakteristik yang sama dengan cahaya yang dapat dilihat oleh mata manusia.

Receiver infrared yang umumnya dijual di pasaran sama dengan yang ada di *receiver* yang ada pada TV yang mempunyai respon pada frekuensi 38 KHz. *Transmitter infrared* adalah sebuah led yang dapat menghasilkan sinar *infrared*, sinar *infrared* yang dihasilkan mempunyai frekuensi yang sama dengan *receiver infrared*. Pada pengimplementasiannya *infrared* merupakan suatu kerja sama antara pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*) yang tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Pemancar dan penerima merupakan komponen optoelektronik yang merupakan integrasi dari sinar optik dan elektronik.

Cara kerja dari *infrared* adalah apabila *transmitter infrared* memancarkan sinyal dengan frekuensi 38 KHz maka *receiver infrared* akan menerima sinyal tersebut dan menghasilkan logika LOW (0) pada pin datanya. Tetapi apabila *transmitter* tidak memancarkan sinyal yang berfrekuensi 38 KHz maka *receiver infrared* tidak akan menerima sinyal tersebut dan akan tetap mengeluarkan logika HIGH (1) pada pin datanya.

2.8 Robot

Robot adalah manipulator multifungsi yang dapat diprogram kembali untuk memindahkan material, bagian-bagian perkakas, dan perlengkapan khusus melalui gerakan terprogram yang berubah-ubah untuk melaksanakan berbagai macam tugas (Fu,1987,p1).

Robot merupakan sebuah mesin yang dirancang untuk mempunyai tujuan khusus, misalnya dapat menggantikan dan membantu manusia untuk melakukan pekerjaan secara berulang atau sekali saja yang dimana mempunyai kecepatan dan presisi yang lebih akurat. Tidak hanya itu saja robot dapat di program kembali dan dikendalikan oleh komputer.

2.8.1 Klasifikasi Umum Dari Robot

Robot apabila dilihat dari mobilitasnya (Gordon McComb, 2000), dapat terbagi menjadi dua yaitu :

- a) Mobile Robot

Merupakan robot yang dirancang untuk dapat berpindah dari suatu tempat ke tempat yang lain, sehingga mempunyai ruang kerja yang luas. Yang dimana terbagi menjadi dua jenis yaitu

§ Wheeled Robot (robot beroda) adalah robot yang menggunakan perputaran roda / ban untuk berjalan dari satu tempat ke tempat yang lain.

Wheeled robot terbagi menjadi 2 bagian yaitu :

1. Holonomic, merupakan pergerakan pada *mobile robot* yang dimana ketika robot bergerak maju dan kembali mundur ke tempat semula tiba pada lokasi yang sama.
2. Non-Holonomic, merupakan pergerakan pada *mobile robot* yang dimana ketika robot bergerak maju dan kembali mundur ke tempat semula tiba pada lokasi yang berbeda dengan lokasi semula.

§ Walking / Legged Robot (robot berkaki) adalah robot yang dapat bergerak dengan menggunakan perpindahan kaki untuk berjalan dari satu tempat ke tempat yang lain.

b) Fixed Robot

Merupakan robot yang mempunyai ruang kerja yang terbatas, yang telah ditentukan dan tidak dapat berpindah tempat.

2.8.2 Roda

Roda adalah salah satu penggerak yang paling baik digunakan. Robot beroda memang dibuat untuk stabil sebaik penggunaan untuk kendaraan bermotor seperti mobil. Penting untuk diingat bahwa roda dibuat sebagai kaki, roda sangat bervariasi dalam ukuran tergantung pemakaiannya. Disain yang efisien dan

populer adalah pemakaian 2 roda yang dapat bergerak berbeda arah misalnya jika roda kanan berjalan kedepan dan roda kiri ke arah yang berlawanan maka robot akan berputar ditempat atau sering disebut dengan *differential drive system*, sangat berguna untuk menghadapi jalan atau lintasan yang berubah-ubah. Penggunaan roda yang bergerak saling berlainan arah dapat menghasilkan tipe daya penggerak yang berbeda-beda.

(<http://mediatheek.thinkquest.nl/~11106/Knowledge/Technologies/Mobility/main.html>)

2.8.3 Differential Drive System

Sistem kemudi dari mobile robot ini menggunakan *differential drive system*. Sistem ini merupakan suatu cara untuk menggerakkan robot yang terdiri dari 2 buah roda yang dikontrol oleh motor yang berbeda. Sistem kemudi yang *independent* memungkinkan robot untuk bergerak pada posisi yang cukup sulit. Umumnya robot dengan penggerak *differential drive* membutuhkan roda penyeimbang didepan dan dibelakang robot. Kecepatan pada tiap roda dapat dicari dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

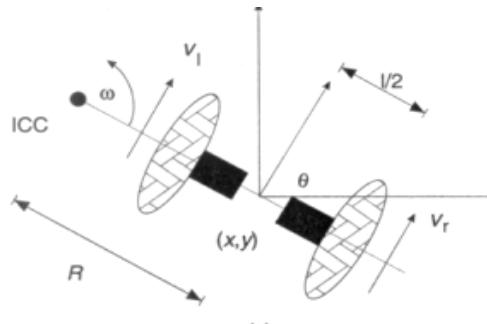
$$\omega \left(R + \frac{1}{2} \right) = V_r \quad (2.5)$$

$$\omega \left(R - \frac{1}{2} \right) = V_l \quad (2.6)$$

Untuk mencari nilai R dan ω diperoleh dari persamaan berikut :

$$R = \frac{1}{2} \frac{(V_l + V_r)}{(V_l - V_r)} \quad (2.7)$$

$$w = \frac{V_r - V_l}{l} \quad (2.8)$$



Gambar 2.14 Differential Drive Mobile Robot

Dimana l adalah jarak antara roda kiri dan roda kanan, V_r adalah kecepatan roda kanan, V_l adalah kecepatan roda kiri, R adalah jarak dari titik ICC (Instantaneous Center of Curvature) sampai titik tengah antara 2 roda.

2.9 Motor DC

Motor DC pada umumnya merupakan sebuah transducer torsi yang dapat mengubah energi listrik ke energi mekanik (*rotating mechanical energy*). Dimana didalamnya merupakan kumparan-kumparan medan atau magnet permanen. Motor DC mempunyai karakteristik yaitu kemampuan untuk mengatur kecepatan motor tersebut. Dari nol sampai nilai maksimum rpm yang dimiliki oleh motor. Sehingga kecepatannya dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan. Karena pengontrolan yang mudah dan *torque* yang besar membuat motor DC banyak dipilih untuk diaplikasikan kedalam mesin. Semua motor baik AC maupun DC

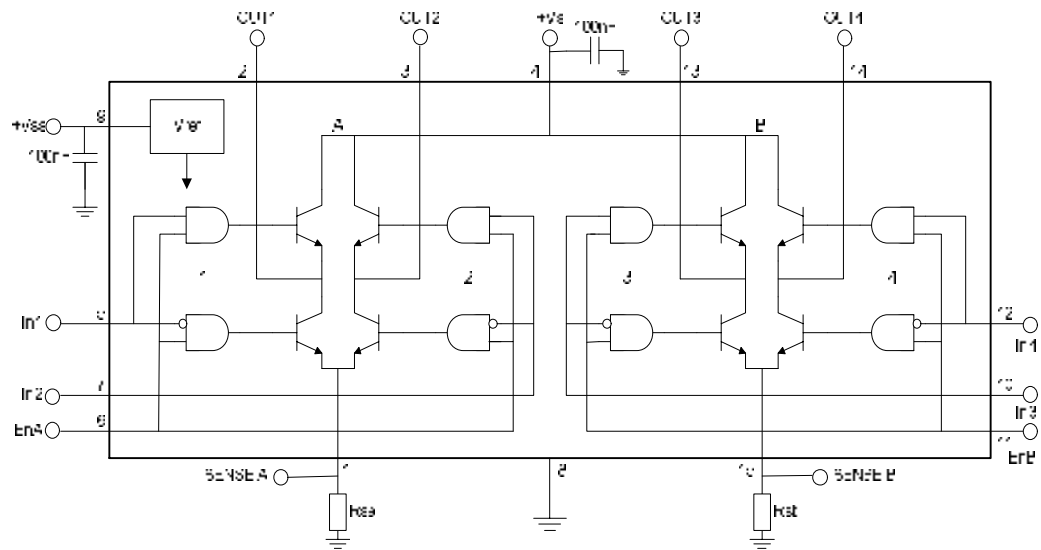
mempunyai beberapa karakteristik dasar, seperti *stator*, *rotator* atau *armature* dan *field*.

(http://lrsr.ca/~brad/mirrors/courses/www.mae.ncsu.edu/courses/mae732/shih/00_motors.pdf)

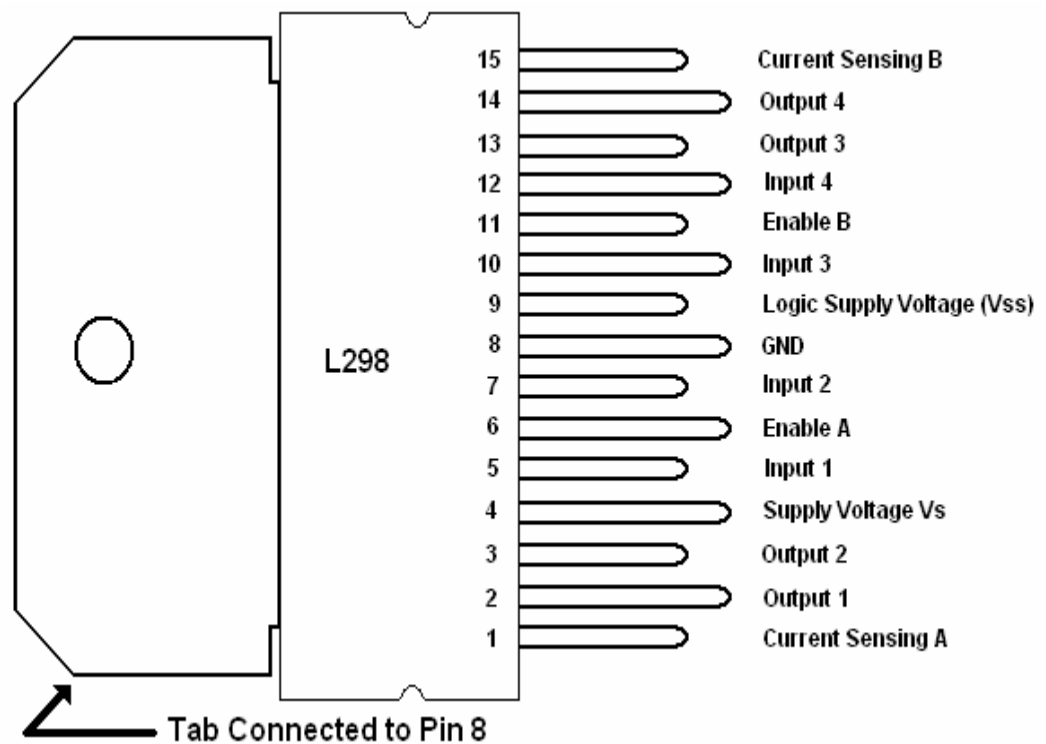
2.9.1 Driver Motor DC (L298)

Driver motor DC ini bertegangan tinggi dan didesain untuk dapat menerima *logic* level TTL standar dan dapat mengendalikan *output* yang bersifat induktif contohnya: relay, solenoida, motor DC dan motor stepper. Driver motor mempunyai dua *input enable* yang mendukung untuk mengaktifkan atau menonaktifkan sinyal input secara bebas. Emiter dari transistor yang dibawah pada (*gambar 2.15*) untuk setiap *bridgenya* dihubungkan secara bersama-sama.

Biasanya sebuah kapasitor 100 nF diletakkan diantara kedua pin Vs dan Vss yang dihubungkan ke *ground*, sedekat mungkin diletakkan ke pin GND. Ketika kapasitor yang berkapasitas lebih besar letaknya jauh dari IC motor *driver* L298, kapasitor yang berkapasitas lebih kecil harus diletakkan lebih dekat ke IC L298. Resistor *sense* harus dihubungkan ke *ground* dekat dengan tegangan negatif dari Vs dan juga harus dekat ke pin GND dari IC L298. Motor driver L298 ini mempunyai konfigurasi pin-pinnya seperti pada *gambar 2.16*. Bentuk fisiknya sedikit berbeda dengan bentuk IC seperti biasanya. IC L298 ini mempunyai pendingin luar yang melekat langsung pada IC tersebut. Tabel 2.5 memberikan penjelasan dari masing-masing pin yang terdapat pada L298.



Gambar 2.15 Blok Diagram L298



Gambar 2.16 Konfigurasi Pin L298

Tabel 2.5 Fungsi Pin L298

Nama pin	Fungsi
<i>Sense A dan Sense B</i>	Diantara pin ini dengan <i>ground</i> terhubung <i>resistor sense</i> yang berfungsi untuk mengontrol <i>load</i> arus.
<i>Out 1 dan Out 2</i>	<i>Output</i> ke <i>bridge A</i> dari motor <i>stepper</i> . Arus yang lewat pada diantara dua pin ini di monitor lewat pin <i>Sense A</i> .
<i>Vs</i>	Tegangan <i>supply</i> . Sebuah kapasitor sebesar 100 nF harus dihubungkan ke pin ini yang kemudian di hubungkan dengan <i>ground</i> .
<i>Input 1 dan input 2</i>	<i>Input</i> TTL untuk <i>bridge A</i> .
<i>Enable A dan Enable B</i>	<i>Input</i> TTL yang kompatibel. Jika diberi logika <i>low</i> maka akan menonaktifkan <i>bridge A (enable A)</i> dan <i>bridge B (enable B)</i> .
<i>GND</i>	<i>Ground</i>
<i>VSS</i>	Tegangan <i>supply</i> untuk blok <i>logic</i> . Sebuah kapasitor 100 nF harus dihubungkan ke <i>pin</i> ini dengan <i>ground</i> .
<i>Input 3 dan input 4</i>	<i>Input</i> TTL untuk <i>bridge A</i> .
<i>Out 3 dan out 4</i>	<i>Output</i> ke <i>bridge B</i> dari motor <i>stepper</i> . Arus yang lewat pada diantara dua pin ini di monitor lewat pin <i>Sense B</i> .

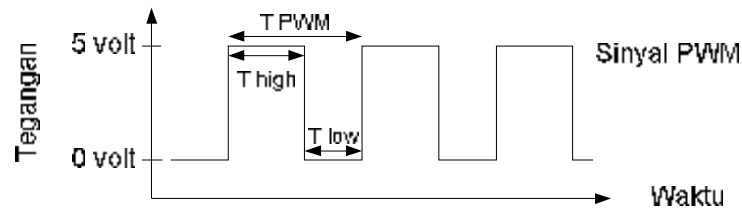
2.10 PWM

Pulse Width Modulation (PWM) merupakan suatu cara proses pengaturan kecepatan secara digital yang digunakan pada motor DC dengan memberi pulsa-pulsa untuk waktu on dan off *atau* yaitu sebuah cara pengalihan daya dengan menggunakan sistem lebar pulsa untuk mengemudikan kecepatan putaran motor DC, jadi sebenarnya yang diatur adalah rasio waktu pemberian tegangan kepada motor DC itu. PWM dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara hardware dan software. Perbandingan panjang waktu on yang lebih lama dari pada waktu off akan membuat motor DC berputar lebih cepat. Waktu periode dapat terjadi pada

saat T_{on} dan T_{off} mempunyai frekuensi yang sama pada kecepatan yang berbeda.

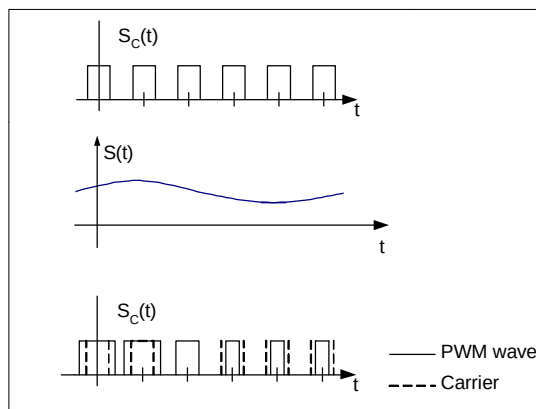
Berikut gambar blok diagram timing dari PWM :

(Applied Robotics, Wise, 1999)



Gambar 2.17 Blok Diagram Timing PWM

Lihat pada gambar dibawah ini, anggaplah nilai sample dari $s(t)$ merupakan lebar dari setiap pulsa yang terdapat pada PWM. Apabila semakin besar nilai samplanya maka semakin besar juga nilai lebar pulsanya. Lebar pulsa yang didapat tidak selalu tetap sehingga besarnya daya dari setiap bentuk sinyalnya juga tidak tetap. Pada saat amplitudo dari sinyal meningkat maka besar daya yang dikirim juga meningkat. Menurut *transformasi fourier*, sinyal *PWM* menghasilkan perhitungan yang kompleks. Hal ini karena *PWM* adalah sebuah modulasi yang tidak linier. (Roden, Martin S, 1996, hal.176-178)

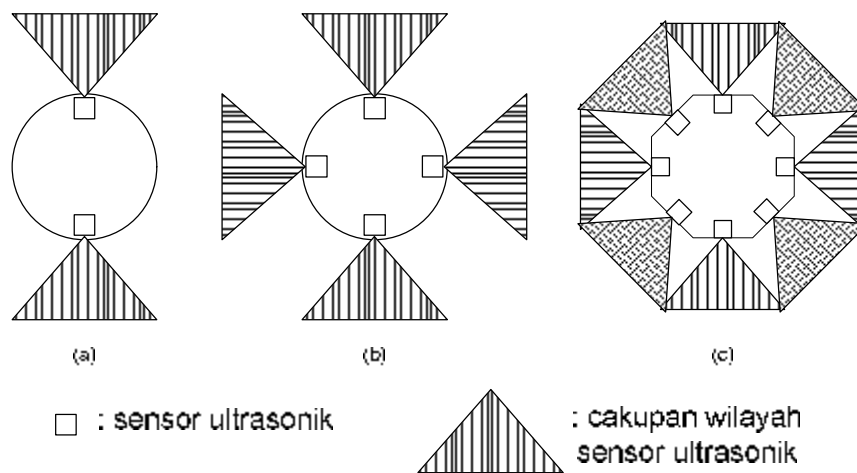


Gambar 2.18 Pulse Width Modulation

2.11 Perancangan “Alat Bantu Ultrasonic Untuk Reorientasi Mobile Robot”

(Ashfahani M.D, Chairul.A & Yusdi.K, 2004)

Sistem yang dibuat terbagi menjadi dua modul utama yaitu modul *transmitter* dan modul *receiver*. Modul *transmitter* menggunakan satu buah sensor *ultrasonic* sebagai pemancarnya. Sementara untuk modul *receiver*, jika menggunakan 2 buah sensor *ultrasonic* (gambar 2.19a) sangat tidak dimungkinkan karena hanya mencakup $\frac{1}{4}$ wilayah dari satu lingkaran. Sedangkan dengan menggunakan 4 buah sensor *ultrasonic* (gambar 2.19b) masih terdapat wilayah yang tidak tercakup oleh ke 4 sensor *ultrasonic*. Jika menggunakan 8 buah sensor *ultrasonic* (gambar 2.19c) maka pada radius tertentu akan mencakup keseluruhan posisi. Oleh karena pertimbangan tersebut, modul *receiver* menggunakan 8 buah sensor *ultrasonic* sebagai penerima gelombang *ultrasonic* dari modul *transmitter*.

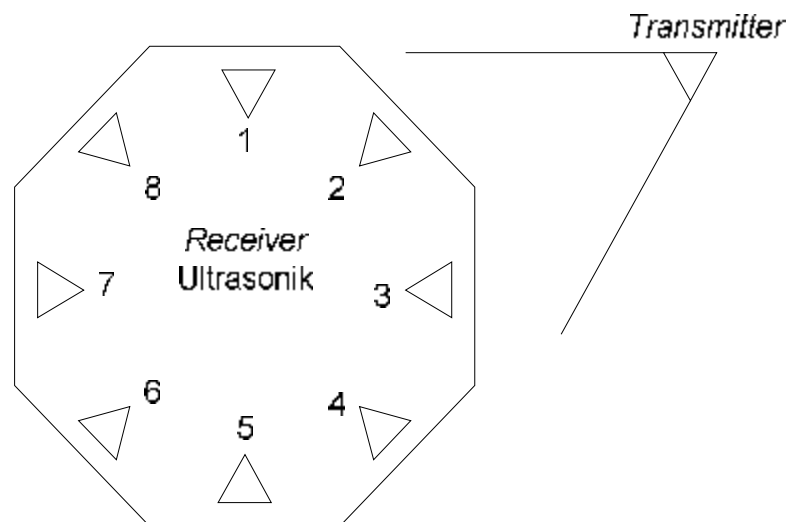


Gambar 2.19 Rancangan Jumlah Sensor Pada Modul Receiver

2.11.1 Analisa Geometri

Ilmu Geometri adalah cabang dari ilmu matematika yang mempelajari tentang sudut, garis, dan bentuk dari suatu obyek. Teori tentang sudut dan pemantulan akan digunakan pada penelitian ini. Setiap sensor *ultrasonic* memiliki *range* tertentu dan terbatas.

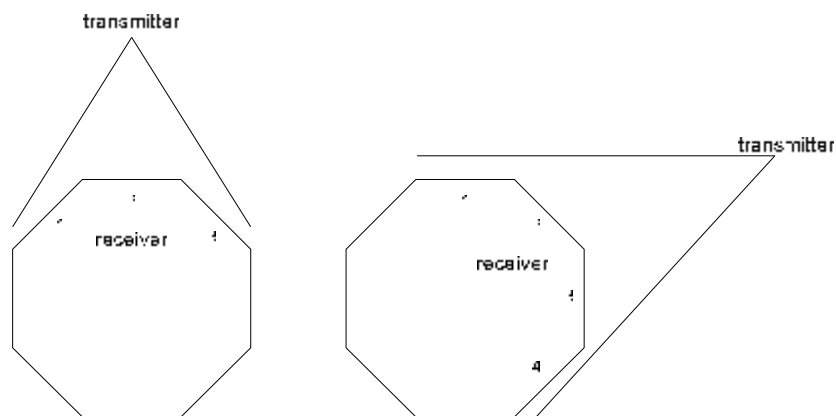
Suatu sensor *ultrasonic* memiliki jangkauan yang terbatas dan tidak bisa melampaui kondisi satu lingkaran. Karena itu dibutuhkan beberapa sensor agar bisa meliputi seluruh wilayah. Analisa sudut akan menghitung titik pertemuan antara satu sensor dengan sensor di sebelahnya. Penggunaan analisa sudut ditunjukkan pada bab 2.11. Jika gelombang dipantulkan, maka dibutuhkan pula teori sudut untuk melihat ke arah darimana gelombang *ultrasonic* memantul kembali.



Gambar 2.20 Pemancar Dan Penerima

Pada gambar diatas menampilkan posisi dimana bila *transmitter ultrasonic* berada pada posisi tersebut maka kedua sensor yang ada di arah depannya akan menerima sinyal *ultrasonic* yang sama besarnya. Bila jarak *transmitter* di tambah lagi maka kemungkinan sensor yang bisa menerima sinyal *ultrasonic* yang di kirim dari *transmitter* akan bertambah. Oleh karena bentuk dari wadah *receiver ultrasonic* yang berbentuk lingkaran, maka untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan cara merubah bentuk wadah sensor *ultrasonic* menjadi bentuk oktagon.

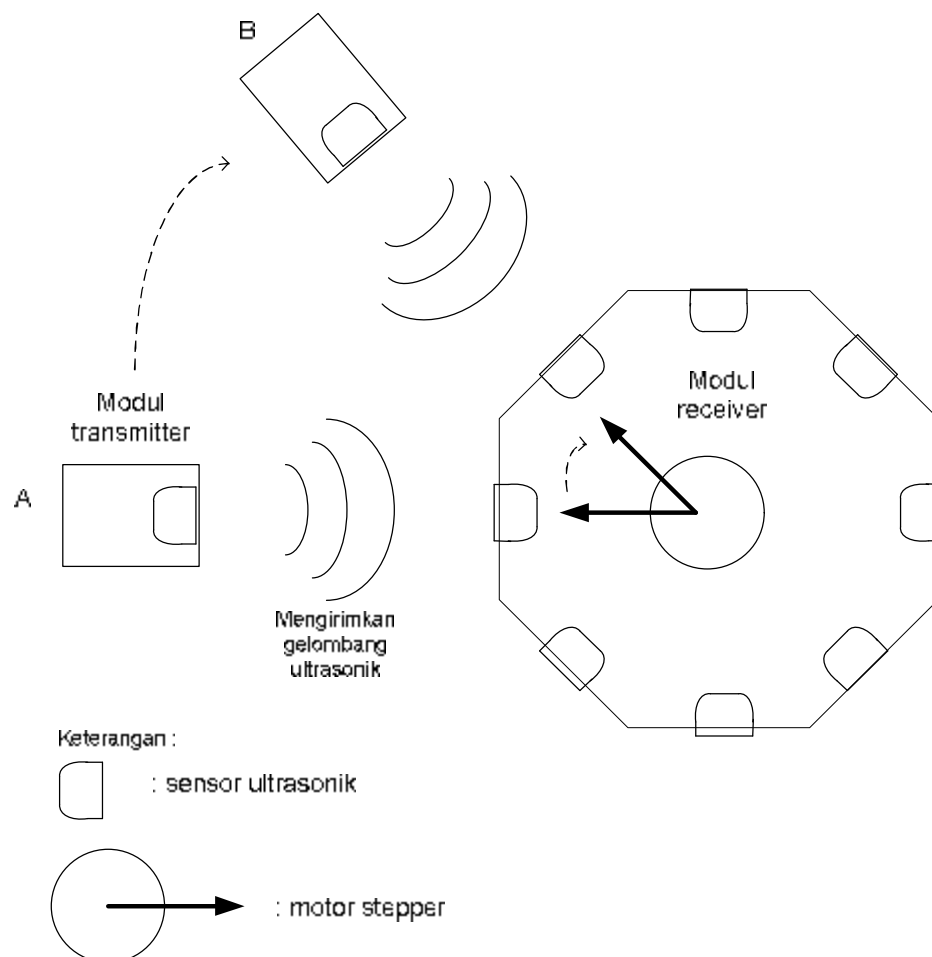
Bentuk oktagon ini bertujuan untuk meminimalkan jumlah sensor *ultrasonic* yang dapat menerima sinyal dari *transmitter* bila posisi dari *transmitter*-nya bertambah jauh. Pada saat *transmitter* diarahkan tepat pada satu sensor, terdapat kemungkinan bahwa sensor di sebelah kanan dan kirinya akan mendapat frekuensi yang sama pula. Begitu juga pada saat *transmitter* diarahkan pada tempat diantara dua sensor, maka terdapat lebih dari dua sensor yang menerima frekuensi yang sama. Gambar 2.21 menunjukkan ilustrasi dari *transmitter ultrasonic* dan *receiver-receiver* yang menerima sinyal ultrasonik.



Gambar 2.21 Range Sudut Bentuk Oktagon

2.11.2 Cara Kerja Sistem

Pada keadaan awal, kepala motor stepper mengarah pada posisi A. Bila modul *transmitter* bergerak dari posisi A ke posisi B, maka kepala motor stepper juga akan bergerak dari posisi A ke posisi B. Pergerakan kepala motor stepper selalu mengarah ke tempat dimana modul *transmitter* berada. Modul *receiver* diisi dengan modul-modul yang memiliki fungsi kerja lebih spesifik yaitu 8 buah modul sensor, modul sistem minimum, modul driver motor stepper dan modul rangkaian *power supply*.



Gambar 2.22 Gambaran Cara Kerja Sistem

Metode yang digunakan agar alat bantu *ultrasonic* dapat mengetahui orientasinya adalah dengan cara membandingkan tegangan dari 8 *receiver ultrasonic* dan mengambil tegangan terbesar untuk kemudian dijadikan acuan bagi motor stepper dalam menunjukkan arah orientasi. Berdasarkan hasil uji coba, alat bantu *ultrasonic* dapat mengetahui orientasinya pada jarak optimum 0 s.d. 300 cm di dalam ruangan 5 x 5 m² dan kecepatan motor stepper dalam satu revolusi adalah 0,376 rev/s.

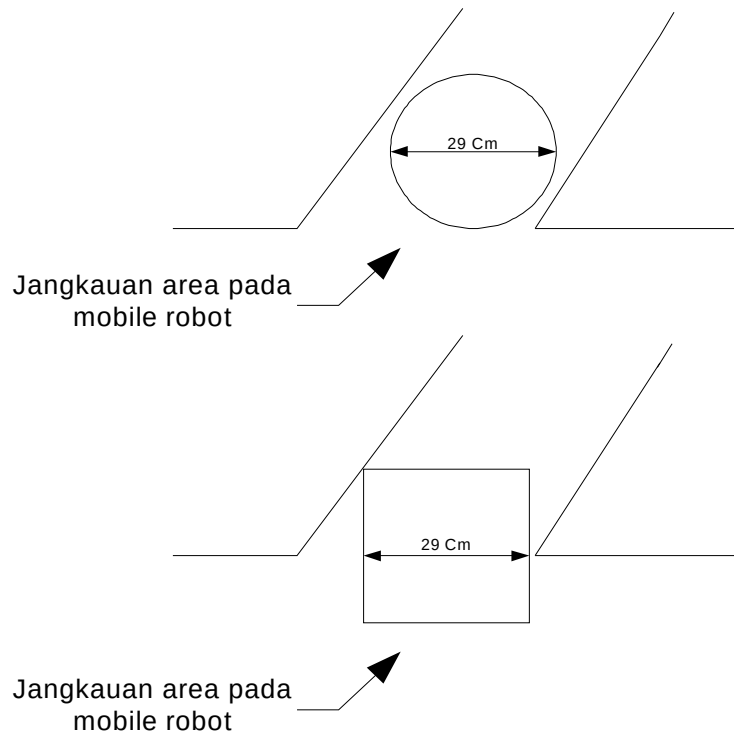
2.12 Perancangan Mobile Robot (Cecilya C.H.S, Rudi.S & Alvin.S, 2005)

Sistem perancangan sistem mobile robot yang dibuat memiliki karakteristik utama :

- Ø Mikrokontroler AVR ATmega 8535.
- Ø Menggunakan metode prinsip *differential drive*.
- Ø Menggunakan dua buah motor DC.
- Ø Dua buah driver motor berbasiskan L298.
- Ø Bahan yang digunakan untuk roda adalah karet.
- Ø Perancangan *platform* yang berfokus pada orientasi dan posisi berdasarkan bentuk dari mobile robot.

Desain perancangan *platform mobile robot* pada penelitian ini menggunakan yang berbentuk lingkaran. Karena lingkaran dapat mempermudah pergerakan *mobile robot*, khususnya pada ruangan yang mempunyai jalur yang sempit. *Mobile robot* dengan *platform* berbentuk lingkaran tidak menghiraukan bagaimana orientasinya terhadap jalur yang sempit karena besarnya masing-

masing sudut adalah sama. Berbeda dengan *mobile robot* dengan *platform* berbentuk bujur sangkar yang harus menghiraukan orientasinya terhadap jalur yang sempit karena besarnya masing – masing sudut tidak sama. Hal ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.23 Perbedaan Jangkauan Area Robot

Pemilihan jenis motor yang digunakan berdasarkan karakteristik dari *mobile robot* yang digunakan, diantaranya seperti :

- § Kecepatan yang dimiliki motor tersebut.
- § Daya tahan terhadap beban dari perangkat keras.
- § Beban sumber tenaga yang dimiliki oleh motor tersebut.

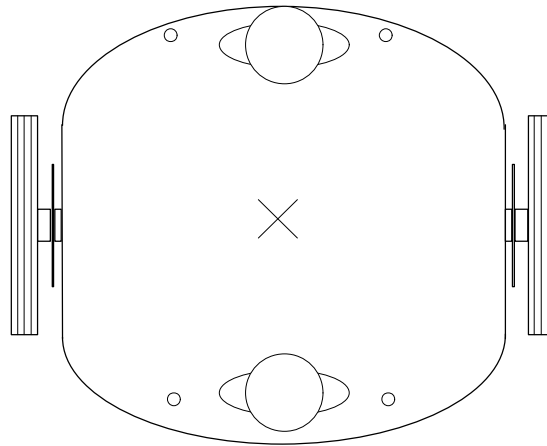
Maka pemilihan jenis motor yang optimum digunakan pada perancangan sistem ini adalah motor DC. Karena motor DC memiliki sumber tenaga yang besar untuk menggerakkan sistem secara keseluruhan.

Pemilihan bahan roda dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi slip yang terjadi pada roda *mobile robot* ketika sedang bergerak. Bahan yang digunakan untuk roda penggerak terbuat dari bahan karet.

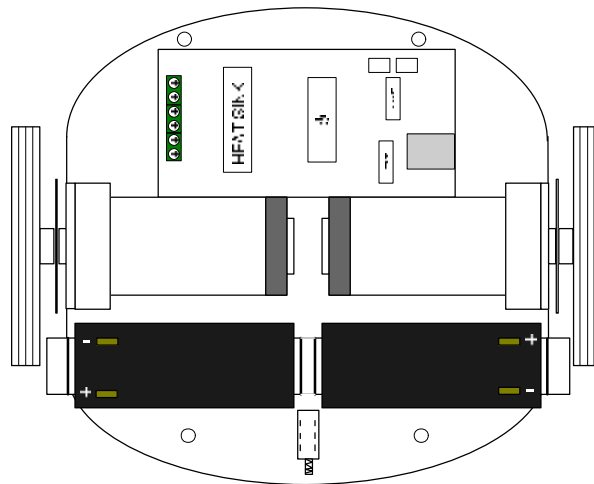
Berdasarkan hasil uji coba, apabila menggunakan sistem *differential drive* yaitu suatu cara untuk menggerakkan robot yang terdiri dari dua buah roda yang dikontrol oleh motor yang berbeda (*referensi bab 2.8.3*). Maka memiliki karakteristik kedua roda yang berbeda, disebabkan kondisi awal kedua motor berjalan dengan *duty cycle* yang berbeda.

2.13 Perancangan Mobile Robot KRCI 2004

Penelitian ini menggunakan *mobile robot* KRCI 2004, pada *mobile robot* ini menggunakan *platform* yang berbentuk lingkaran sehingga dapat mempermudah pergerakan *mobile robot* (*referensi bab 2.12.1*). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.24 Bentuk Platform Tampak Dari Bawah



Gambar 2.25 Bentuk Platform Mobile robot Tampak Atas

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa motor penggerak dipasangan pada sisi kanan dan kiri dengan menggunakan baut yang langsung menempel pada *platform* serta ditopang dengan menggunakan siku aluminium, roda penyangga terbuat dari *roller ball* yang dapat berputar bebas diletakan pada sisi depan dan sisi belakang. Roda yang digunakan berdiameter 13cm dengan jarak antar *platform* ke roda 2 cm. tebal roda 3cm poros roda sama dengan ukuran poros motor, yaitu 2,5 cm.