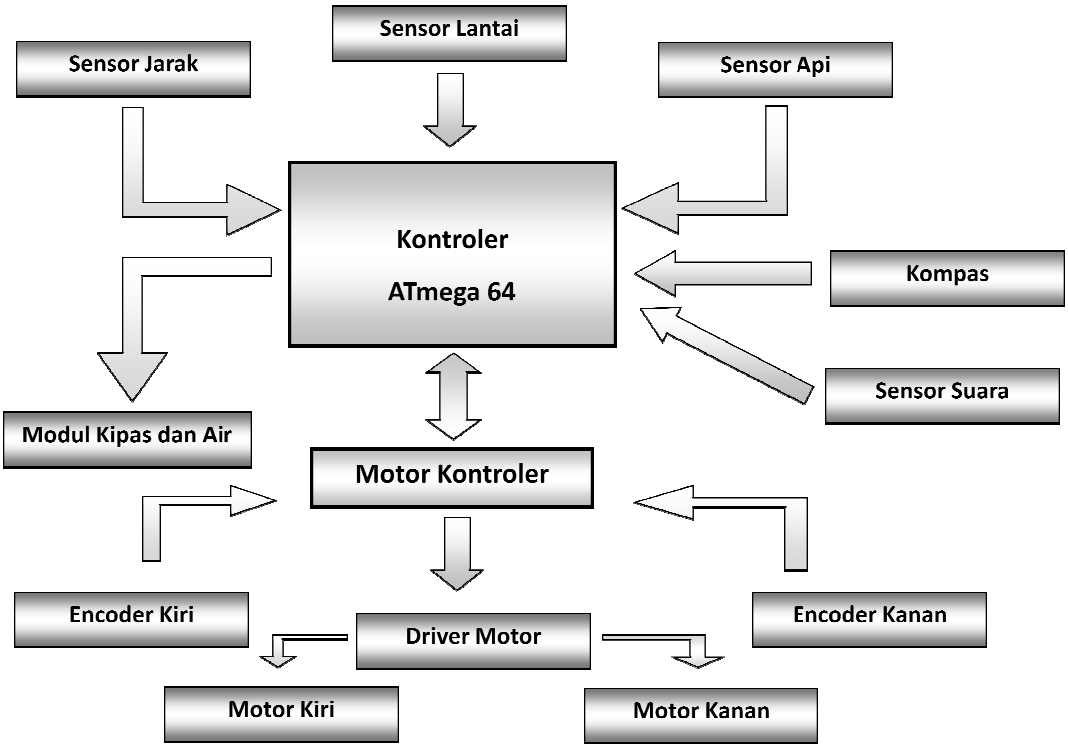
BAB III
PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan dijelaskan mengenain komponen-komponen apa saja yang membangun robot cerdas pemadam api berdasarkan landasan teori sebelumnya. Gambar 3.1 merupakan diagram blok keseluruhan dari sistem



Gambar 3.1. *Diagram Blok Sistem*

3.1 HARDWARE

3.1.1. Mikrokontroler ATmega64

Pemilihan mikrokontroler ini didasarkan pada banyaknya kebutuhan penggunaan sensor, dengan 53 buah I/O yang dimiliki oleh ATmega64 hal tersebut dapat teratasi, kecepatan eksekusi yang cepat, dan kemudahan dalam pemrogramannya sehingga waktu pengembangan program menjadi lebih cepat

karena menggunakan bahasa tingkat tinggi. Konsekuensinya akan mengkonsumsi banyak instruksi *assembler* yang akan mengurangi kapasitas memori dan kecepatan eksekusi data.

Tabel berikut menunjukkan penggunaan pin-pin pada mikrokontroler ATmega64:

Tabel 3.1 *Pin-pin I/O yang digunakan pada ATmega64*

Nama Port	Pin No	Pin I/O	Tipe Pin	Fungsi
PORT A	51	0	I/O	motor OUT (Tx ke DT-AVR)
	50	1	I/O	motor IN (Rx dari DT-AVR)
	49	2	I/O	
	48	3	I/O	
	47	4	I/O	
	46	5	I/O	
	45	6	I/O	
	44	7	I/O	
PORT B	10	0	I/O	Led Tanda
	11	1	I/O	Sound Activation
	12	2	I/O	
	13	3	I/O	
	14	4	I/O	
	15	5	I/O	Air
	16	6	I/O	Kipas
	17	7	I/O	Posisi Kipas
PORT C	35	0	I/O	Ultrasonik belakang kiri
	36	1	I/O	Ultrasonik belakang kanan
	37	2	I/O	Ultrasonik kanan belakang
	38	3	I/O	Ultrasonik kanan depan
	39	4	I/O	Ultrasonik depan
	40	5	I/O	Ultrasonik kiri depan
PORT D	41	6	I/O	
	42	7	I/O	Ultrasonik kiri belakang
	25	0	I/O	
	26	1	I/O	
	27	2	I/O	

Tabel 3.1 *Lanjutan*

Nama Port	Pin No	Pin I/O	Tipe Pin	Fungsi
D	28	3	I/O	
	29	4	I/O	
	30	5	I/O	
	31	6	I/O	
	32	7	I/O	Uvtron (cek api)
PORT E	2	0	I/O	Bemper kanan
	3	1	I/O	Bemper Tengah
	4	2	I/O	Bemper kiri
	5	3	I/O	
	6	4	I/O	
	7	5	I/O	
	8	6	I/O	
	9	7	I/O	
PORT F	61	0	I/O	Sensor lantai 1
	60	1	I/O	Sensor lantai 2
	59	2	I/O	Sensor lantai 3
	58	3	I/O	
	57	4	I/O	
	56	5	I/O	
	55	6	I/O	
	54	7	I/O	
PORT G	33	0	I/O	Kompas
	34	1	I/O	
	43	2	I/O	
	18	3	I/O	
	19	4	I/O	
	Catatan: I = *Input*, O = *Output*, I/O = *Input/Output*			

3.1.2. Sensor Dinding

Jenis sensor yang digunakan sebagai sensor pendeteksi dinding adalah sensor ultrasonik PING)))

3.1.2.1. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik yang digunakan adalah PING))) yang diproduksi oleh Parallax, Inc. Sensor ini mendukung untuk digunakan dengan mikrokontroler yang menggunakan modul *Basic Stamp*. Beberapa fitur yang menjadi pertimbangan pemilihan sensor ini sebagai pengukur jarak adalah:

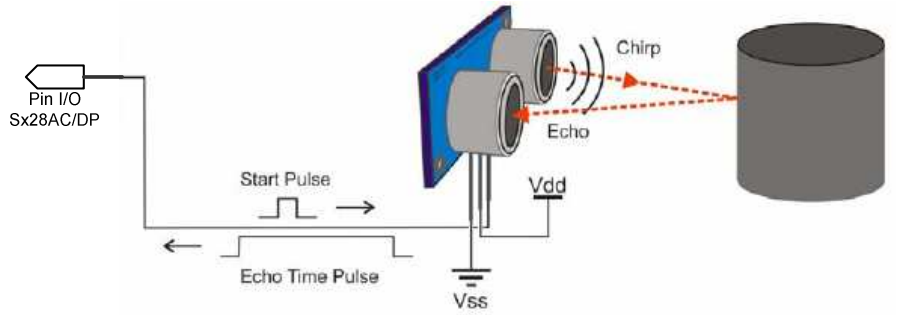
1. Tegangan *input* (Vcc) adalah 5 Vdc.
2. Tipe arus *input* adalah 30 mA dengan arus maksimum 35 mA.
3. Jarak 1 cm dapat ditempuh dalam waktu 29.03 4µs.
4. Jarak yang dapat diukur mulai 3 cm sampai 3 m.



Gambar 3.2. *Sensor ultrasonik PING)))*
(http://www.parallax.com/dl/docs/prod/acc/28015-PING-v1.3.pdf)

Gambar 3.2 menunjukkan cara kerja sensor ultrasonik, PING))) mengirim gelombang ultrasonik singkat dan menunggu *echo* (suara pantulan) dari gelombang ultrasonik yang dikirim terlebih dahulu. Terdapat dua langkah untuk mengetahui besarnya jarak antara robot dengan dinding. Pertama mikrokontroler harus mengirimkan pulsa (*trigger time*) selama 2 µS<$t_{trigger}$<5 µS untuk memulai pengukuran. Pada waktu yang hampir bersamaan, sensor ultrasonik mengirimkan gelombang ultrasonik pada level 40 kHz selama 200 µS melalui *speaker*

ultrasonik dan mengirimkan sinyal *high* (1) ke mikrokontroler. Ketika mikrofon ultrasonik mendeteksi adanya *echo*, sinyal *high* (1) berubah menjadi *low* (0). Waktu yang dibutuhkan gelombang ultrasonik menuju objek dan kembali ke mikrofon sensor ultrasonik bisa dijadikan sebagai variabel untuk menghitung jarak antara robot dengan dinding.



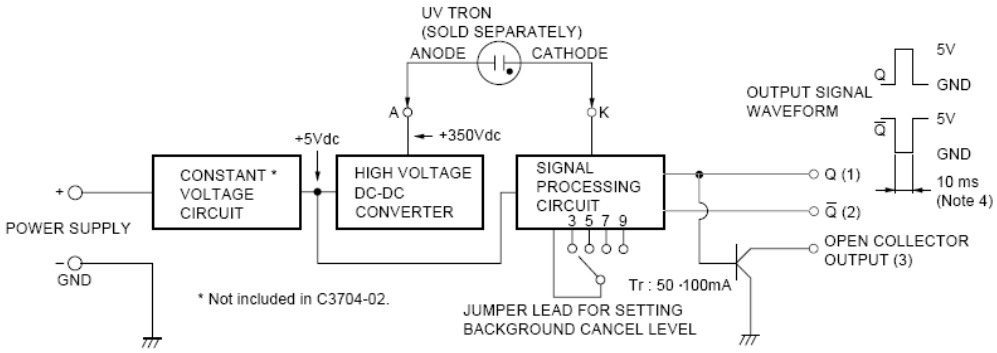
Gambar 3.3. *Cara kerja sensor ultrasonik*
(http://www.parallax.com/dl/docs/prod/acc/28015-PING-v1.3.pdf)

3.1.3. Sensor Api

3.1.3.1 Sensor Uvtron

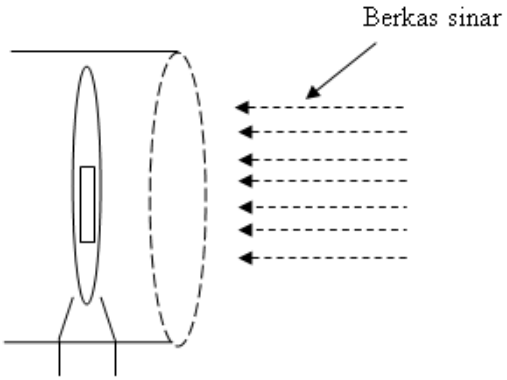
Sensor UVtron bekerja dengan menangkap pancaran sinar ultraviolet dari api. Komponen yang mendeteksi ada atau tidak adanya api adalah tabung UVtron. Tabung ini membutuhkan suplai tegangan sampai sebesar 400 Vdc sehingga dibutuhkan komponen konverter tegangan tinggi dc ke dc. Bagian ini bisa membangkitkan tegangan 350 Vdc dari tegangan *input* 12 Vdc.

Pancaran ultraviolet yang diterima oleh tabung Uvtron akan diteruskan ke bagian rangkaian pemroses sinyal. Pada bagian ini kita bisa mengatur seberapa banyak pulsa (3, 5, 7 atau 9 pulsa) yang bisa diterima dengan interval 2 detik atau kurang dari Uvtron dan pada perancangan ini diset pada pulsa 9. *Output* dari sensor ini sudah dalam bentuk digital (1 atau 0).



Gambar 3.4 *Skema modul interface sensor Uvtron*

Penggunaan phototransistor sebagai pencari titik api sering kali menghadapi kendala ketika ada gangguan cahaya lain selain cahaya yang dihasilkan oleh lilin dengan panjang gelombang yang hampir sama, seperti cahaya matahari dan cahaya dari lampu, untuk itu diperlukan suatu alat yang berfungsi sebagai pengkonfirmasi cahaya lilin tersebut. UV-Tron adalah alat yang sesuai untuk digunakan sebagai pengkonfirmasi, karena UV-Tron hanya akan menerima masukan data dari cahaya api. Agar titik api ditemukan dengan tepat, tabung UV-Tron harus diselubungi oleh sebuah karton hitam, sehingga hanya bagian depannya saja yang terlihat. Dengan demikian arah tangkapan UV-Tron menjadi lebih sempit (fokus). Oleh karena itu pencarian titik api akan menjadi lebih sempurna.

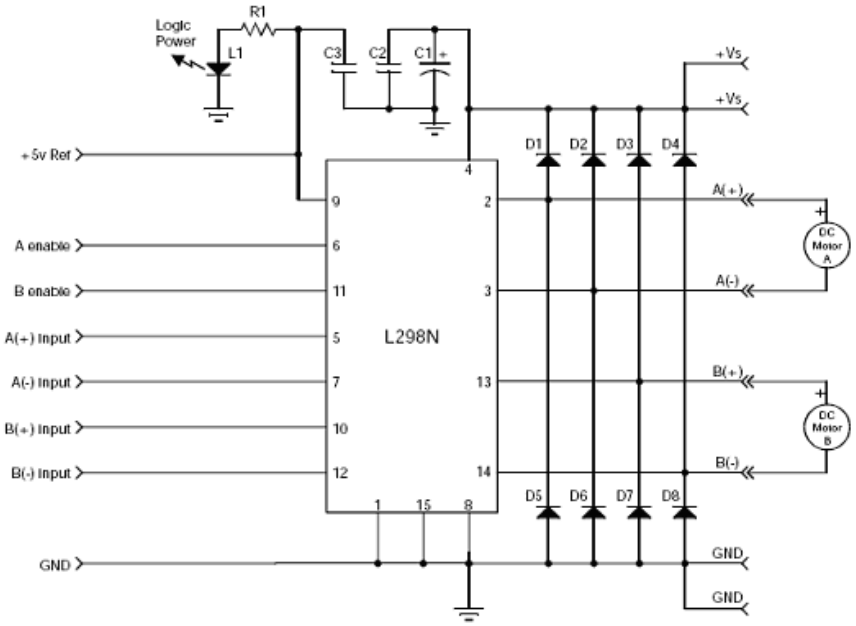


Gambar 3.5 *Tabung UV-Tron yang telah terselubungi karton*

3.1.4. Modul Penggerak Roda

3.1.4.1 IC Motor Driver L298

L298N diproduksi *STMicroelectronic* merupakan komponen *Dual Full-bridge driver*. Komponen ini bisa men-*drive* dua buah motor DC sampai tegangan 46 Vdc dan arus sebesar 2A untuk tiap kanal. Satu motor dapat dikontrol dengan 3 pin seperti A*enable*, A+ dan A-. Pin *output* yang menuju motor DC dihubungkan dengan dioda 1N4002 yang dihubungkan ke sumber Vcc dan *ground* motor DC. Pemilihan dioda ini berdasarkan kemampuannya untuk menangani arus tinggi yang mampu mengurangi *spike* yang terjadi akibat perubahan arah gerak robot.



Gambar 3.6 *Rankaian motor driver L298N*

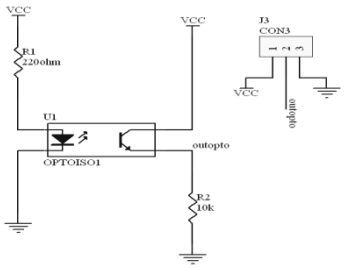
Tabel 3.2 *Tabel kebenaran untuk satu motor*

Aen	A(+)	A(-)	Status Motor
L	X	X	Motor *off*
H	L	L	Stop (rem)
H	H	L	Berputar *clockwise* (cepat)
H	L	H	Berputar *counter clockwise* (cepat)
H	H	H	Stop (rem)
P	H	L	Berputar *clockwise* (cepat)
P	L	H	Berputar *counter clockwise* (cepat)

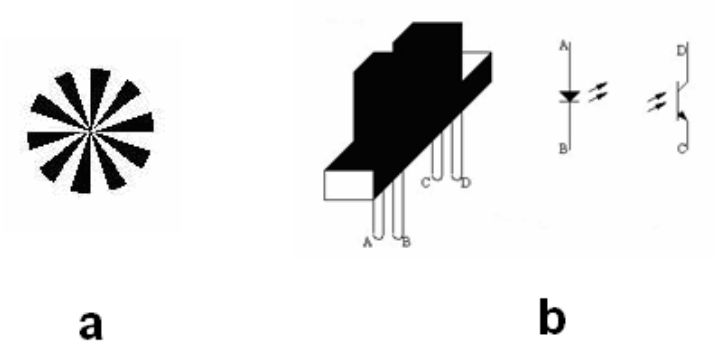
H = *High* ; L = *Low* ; P = *Pulsa* ; X = *Don't care*

3.1.4.2 Optocoupler

Untuk mengatasi pergerakan robot yang masih dipengaruhi oleh perubahan tegangan, solusi yang digunakan adalah dengan memasangkan speed encoder pada shaft motor. Sensor sederhana yang biasanya digunakan untuk speed encoder adalah optocoupler. Optocoupler terdiri dari pemancar dan penerima, pada bagian pemancar terdiri atas sebuah led dengan intensitas pancaran dapat diatur dengan merubah-rubah besaran resistor (220Ω-470Ω) yang terhubung ke anodanya. Bagian penerima optocoupler adalah sebuah trasnsistor, ketika pemancar tidak terhalangi maka output pada transistor akan berlogika 1 dan ketik pemancar terhalangi output pada transistor akan berlogika 0. Pada shaft tersebut dipasangkan suatu plastik dengan diameter tertentu yang memiliki pola hitam dan transparan. Ketika pemancar mengenai hitam (terhalang) output transistor akan berlogika 0, ketika pemancar mengenai transparan (tidak terhalang) output transistor akan berlogika 1. Bila motor diberikan catu daya dengan tegangan tertentu yang akan memutarkan motor, bacaan dari optocoupler akan mengasilkan pulsa kotak persatuan waktu. Kerapatan dari pulsa yang dihasilkan bergantung kepada kecepatan putaran motor, semakin cepat putaran motor semakin rapat pulsa yang dihasilkan.



Gambar3.7 *Rangkaian dari Optocoupler*



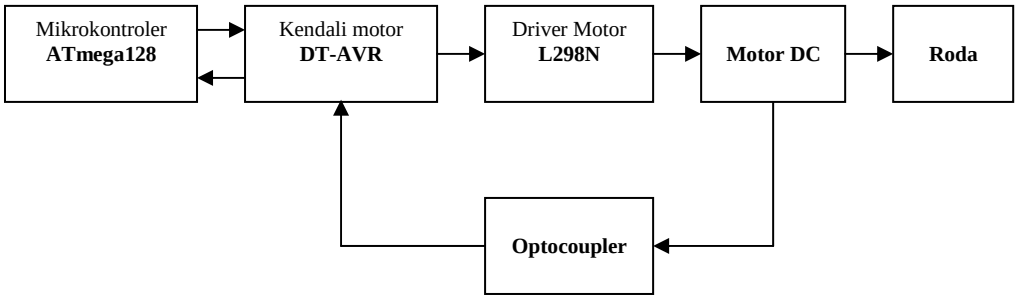
Gambar 3.8 ***a****. Lingkaran plastik dengan pola tertentu*

b. *Rangkaian internal optocoupler dan bentuk fisik optocoupler*

3.1.4.3 Kendali Motor

Keluaran dari optocoupler akan dihubungkan ke kendali motor yaitu DT-AVR yang berfungsi membaca pulsa yang dihasilkan oleh optocoupler, yang nantinya DT-AVR ini akan mengolah data masukan dari optocoupler sehingga dihasilkan laju pergerakan robot yang lebih stabil. Pengaturan kecepatan putaran motor dapat dilakukan dengan cara memberikan data serial dari Mirkokontroler ATmega64 ke DT-AVR melalui pin-pin Rx (reciever) dan Tx (transmiter) masing-masing. Data serial tersebut berupa nilai frekuensi, nilai frekuensi ini akan menjadi acuan/*setpoint* bagi DT-AVR untuk memutarkan motor melalui *driver* motor dengan membaca frekuensi sebelumnya yang didapatkan dari hasil bacaan optocoupler. Jika frekuensi yang dikirimkan oleh mikro lebih besar dari pada frekuensi yang dihasilkan oleh optocouper maka, DT-AVR akan meningkatkan frekeunsi tersebut sehingga mendekati nilai yang diinginkan dan sebaliknya jika

frekeunsi yang diinginkan lebih kecil maka DT-AVR akan menurunkan kecepatan dari putaran motor melalui *driver* motor.



Gambar 3.9 *Diagram blok modul penggerak*

3.1.5 Modul Pemadam Api

Sistem pemadam yang dirancang tersusun dari 1 buah motor *pump,*1 buah kipas pemadam beserta motor penggeraknya, bejana khusus tempat menyimpan air berkapasitas ±250 ml, selang dengan diameter 3 mm , dan *spuyer* pengatur keluaran air. Selang tersebut menghubungkan antara bejana, motor pump dan spuyer. Ketika robot menemukan api, mikrokontroler akan mengaktifkan salah satu pin yang terhubung ke motor driver guna mengaktifkan motor pump. Ketika motor *pump* aktif, selang akan menjadi bertekanan tinggi, tekanan air di dalam selang akan keluar melalui *spuyer*, arah pancaran dan besarnya debit air yang dikeluarkan dapat diatur dengan mengkonfigurasikan *spuyer.* Posisi bejana tempat menyimpan air harus lebih tinggi dari motor *pump*, agar motor tersebut selalu terendam oleh air sehingga tekanan yang dihasilkan lebih besar. Jika dalam satuan waktu tertentu api tidak padam, maka mikro kontroler akan mengaktifkan kipas pemadam yang digerakan oleh motor melalui *driver* motor.

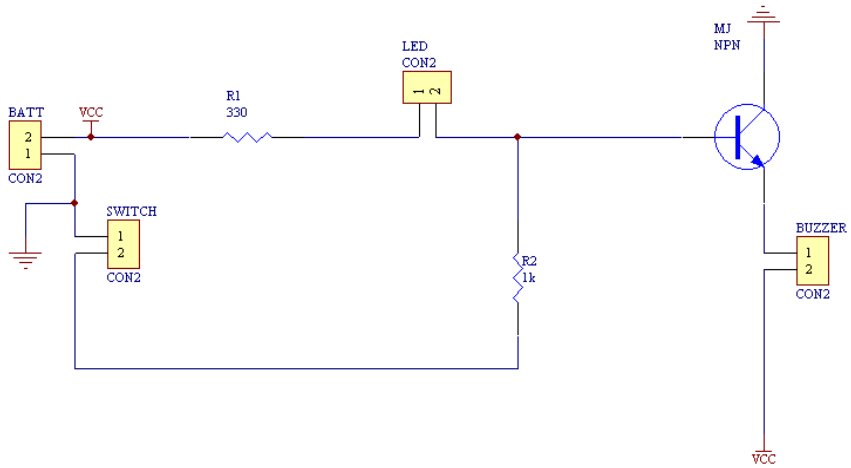


Gambar 3.10 *(a). Spuyer;(b). Motor pump; (c). Kipas pemadam*

3.1.6 Sensor Suara

Sensor suara memiliki bagian penghasil suara (*transmitter*) dan bagian penerima suara (*receiver*). Bagian penghasil suara akan mengirimkan nada dengan kisaran frekuensi 3 – 4 kHz. Bagian penerima yaitu sebuah mic condensor yang akan menangkap frekuensi yang dihasilkan oleh modul penghasil suara, kemudian dilewatkan sinyal tersebut ke komponen penguat sinyal, dari penguat sinyal ini data tersebut akan di-*filter* oleh IC tone decoder LM567. Jika data yang masuk memiliki rentang frekuensi antara 3 - 4 Khz, output dari IC tersebut akan berlogika 0, kemudian data digital tersebut dibaca oleh mikrokontroler yang selanjutnya robot akan mulai beraksi menyusuri lorong arena, mencari api, memadamkan api dan kembali ke posisi awal.

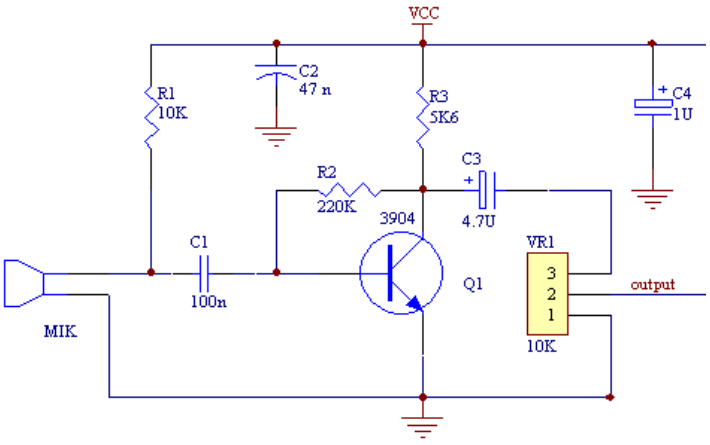
3.1.6.1 Modul Pemancar



Gambar 3.11 *Rangkaian penghasil suara*

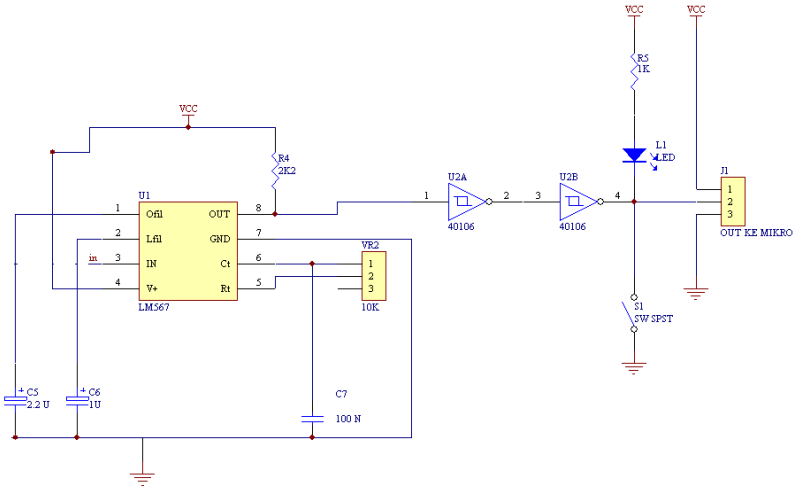
Pada bagian pemancar komponen yang digunakan untuk menghasilkan suara dengan frekuensi 3 – 4 Khz adalah buzzer. Prinsip kerja dari rangakain diatas yaitu. Ketika tombol switch ditekan LED akan aktif berkedip-kedip. Ketika LED dalam kondisi menyala, basis dari transistor akan terlewati oleh arus sehingga kolektor dan emitter berhubungan hal tersebut mengakibatkan terjadi beda tegangan di kedua kaki buzzer sehingga buzzer menghasilkan suara.

3.1.6.2 Modul Penerima



Gambar 3.12 *Rangkaian penerima bagian penguatan*

Komponen yang digunakan untuk menguatkan sinyal masukan yang tertangkap oleh *miccondesor* adalah transistor bertipe NPN. Agar bekerja dengan baik sebagai penguat, transistor harus dirangkai seperti gambar 3.14. Hasil penguatan yang masih berupa sinyal analog akan dilewatkan ke pada komponen pengatur besarnya amplitudo sinyal yang dihasilkan, komponen tersebut adalah potensiometer dengan besaran 10K



Gambar 3.13 *Rangkaian penerima bagian filter*

IC LM567 berfungsi sebagai filter frekuensi, sinyal yang telah melewati potensiometer akan terhubung dengan pin 3 dari IC yang berfungsi sebagai pembaca sinyal masukan. IC ini akan mem-filter frekeunsi antara 3 - 4Khz. Rentang pengaturan rekuensi tersebut dapat kita atur dengan mengubah-ubah nilai C2 dan VR2. Ketika sinyal yang masuk berada pada rentang tersebut output dari IC LM567 akan berlogika 0 (low). Dari gambar 3.13 dapat kita lihat bahwa keluaran dari IC ini dihubungkan kembali dengan IC 40106. hal ini dikarenakan keluaran dari IC LM567 logika low nya tidak benar2 low. IC 40106 berfungsi menstabilkan keluaran tersebut. LED yang terpasang berfungsi sebagai indikator keluaran.

3.1.7 Catu Daya

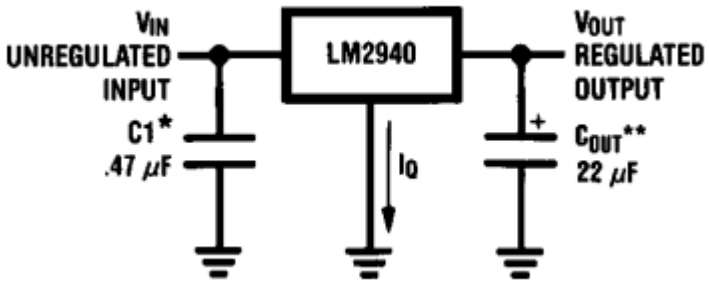
Catu daya adalah faktor pendukung yang sangat penting, karena mikrokontroler, sensor-sensor dan aktuator dapat bekerja karena adanya tegangan. *Power supply* yang dibutuhkan sebanyak 2 buah, pertama untuk mencatu mikrokontroler dan sensor-sensor yang membutuhkan level tegangan 5 volt. Kedua, tegangan 19.2 volt sebagai tegangan kerja aktuator berupa motor dc. Pemisahan tegangan ini dimaksudkan agar tegangan yang masuk ke mikrokontroler tidak terganggu oleh tegangan dari motor.

Tegangan yang digunakan berasal dari baterai *rechargeable* yang mempunyai nilai tegangan 1,2 volt per satu baterai. Untuk supply tegangan ke mikrokontroler dan sensor-sensor digunakan 8 buah baterai yang disusun seri sehingga menghasilkan tegangan total sebesar 9,6, karena mikrokontroler dan sensor-sensor hanya mampu bekerja pada level tegangan 5 volt, untuk itu diperlukan regulator tegangan untuk mendapatkan tegangan 5 volt, dengan demikian digunakan IC regulator LM2940



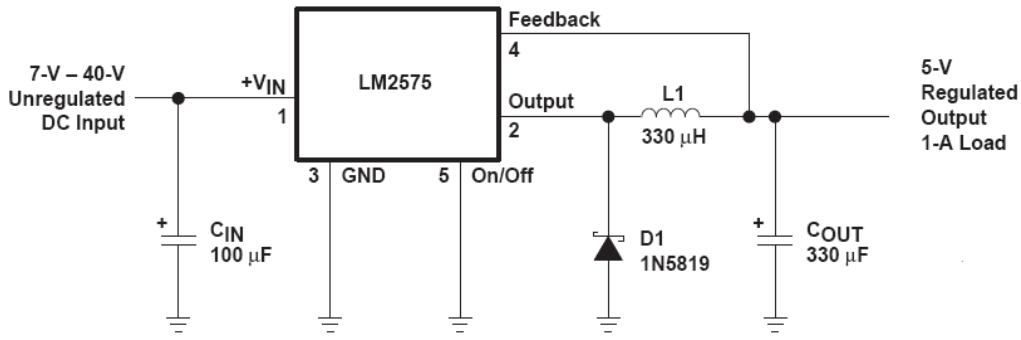
Gambar 3.14 *(a) IC Regulator; (b) kapasitor polar*

Gambar 3.15 menunjukkan catu daya untuk tegangan *output* 5 Vdc (nilai terukur 4.9 volt) menggunakan IC LM2940 sebagai regulator tegangan positif yang dihasilkan dari tegangan sumber Vin sebesar 9.6 Vdc. Kapasitor digunakan untuk menghilangkan *ripple* yang berasal dari tegangan *input*.



Gambar 3.15 *Schematic regulator 5 volt dengan LM2940*

IC L298N sebagai driver motor membutuhkan tegangan logic 5 volt sama halnya dengan sensor-sensor dan mikrokontroler. Untuk menghasilkan tegangan 5 volt tersebut dibutuhkan IC yang berbeda dari regulator LM2940, hal ini dikarenakan arus yang masuk ke driver motor ± 2A, dengan arus sebesar itu IC LM2940 tidak bekerja dengan baik, IC yang digunakan sebagai penggantinya adalah LM2575, mampu bekerja dengan teganan sumber sebesar 40 volt dengan arus 3 A



Gambar 3.16 *Schematic regulator 5 volt dengan LM2575*

3.2 SOFTWARE

3.2.1 Algoritma Dasar

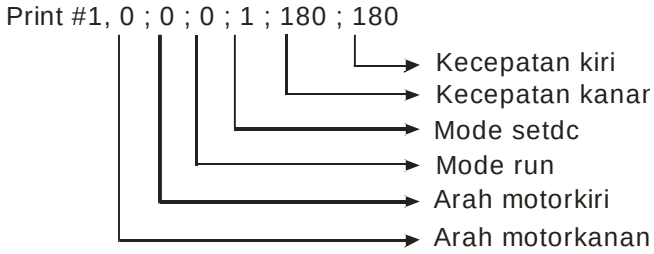
Perancangan algoritma dasar merupakan hal yang sangat penting dalam perancangan sistem kendali pada sebuah sistem robot, sebab algoritma dasar inilah yang akan menjadi panduan dalam pengembangan/perancangan algoritma kendali secara keseluruhan. Algoritma-algoritma dasar tersebut diantaranya :

3.2.1.1 Maju dan Mundur

Gerakan maju dilakukan dengan menggerakkan roda kiri dan roda kanan ke arah depan secara bersama-sama, begitu pula dengan gerakan mundur, yakni dengan menggerakkan roda kiri dan roda kanan kearah belakang secara bersama-sama. Untuk dapat menggerakkan robot dengan arah maju, ada 2 mode intruksi yang diterapkan kepada mikrokontroler sebagai berikut :

1. Mode SetDC

Mode SetDC merupakan mode dimana motor akan berputar terus-menerus sampai ada instruksi selanjutnya.



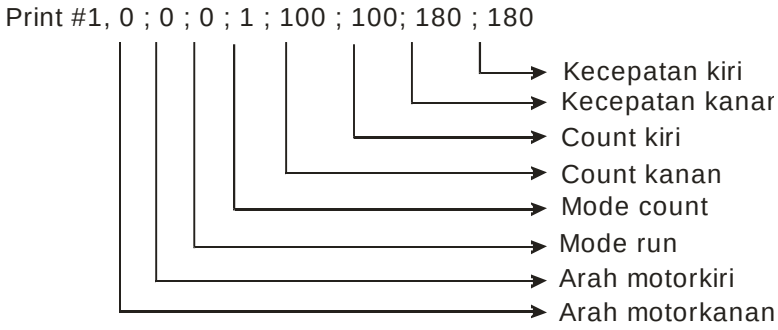
Ket:

- ***Print#1*** = mikrokontroler melalukan pengiriman data serial ke DT-AVR
- ***0*** = Arah putaran motor kanan, nilai 1 untuk merubah arah putaran
- ***0*** = Arah putaran motor kiri, nilai 1 untuk merubah arah putaran
- ***0*** = Mode Run, nilai 1 untuk stop

- ***1*** = Mode SetDC, nilai 0 untuk mode count
- ***180*** = Kecepatan motor kanan
- ***180*** = Kecepatan motor kiri

2. Mode Count

Mode count adalah mode untuk menggerakkan motor dengan putaran yang ditentukan. Dapat digunakan untuk bergerak dengan jarak pasti.



Ket:

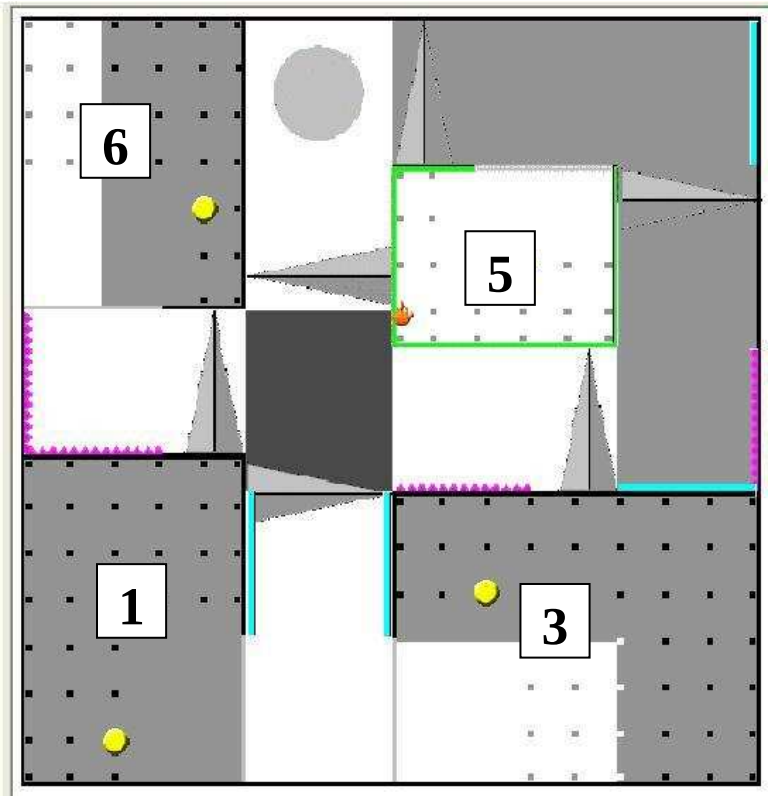
- ***Print#1*** = mikrokontroler melalukan pengiriman data serial ke DT-AVR
- ***0*** = Arah putaran motor kanan, nilai 1 untuk merubah arah putaran
- ***0*** = Arah putaran motor kiri, nilai 1 untuk merubah arah putaran
- ***0*** = Mode Run, nilai 1 untuk stop
- ***0*** = Mode Count, nilai 1 untuk mode setDC
- ***100*** = Count kanan
- ***100*** = Count kiri
- ***180*** = Kecepatan motor kanan
- ***180*** = Kecepatan motor kiri

Mode count juga digunakan untuk belok kanan dan belok kiri. Penggunaan mode count untuk belok hanya dengan merubah arah putaran motor. Berikut contoh program belok kiri dan belok kanan;

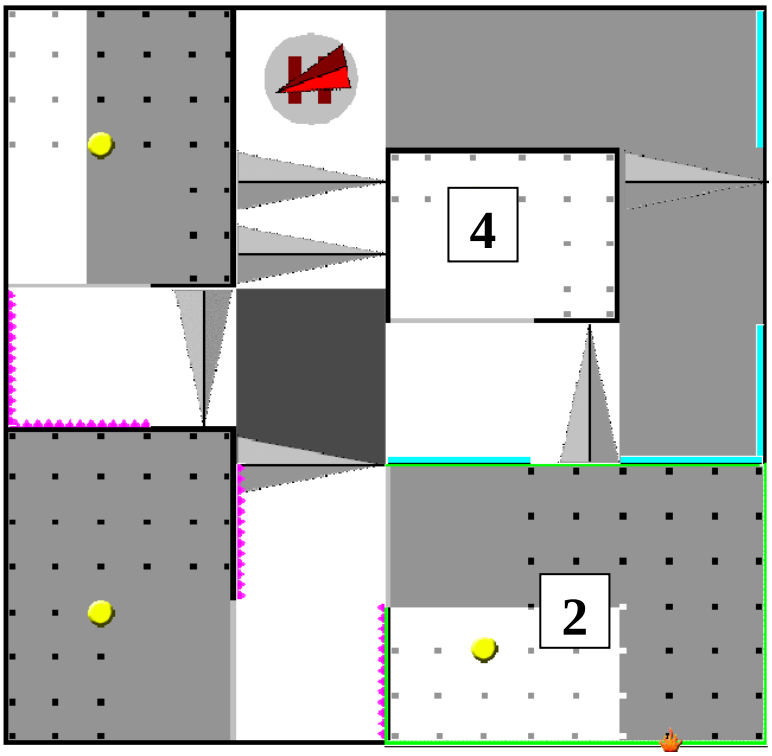
Print #1, 0, 1, 0, 0, 90, 90, 180, 180 '*belok kiri*
Print #1, 1, 0, 0, 0, 90, 90, 180, 180 '*belok kanan*

3.2.2 Algoritma Gerak Untuk Seluruh Ruangan

Alur pergerakan robot dalam proses pencarian api di setiap ruangan di perlihatkan pada gambar berikut ini :

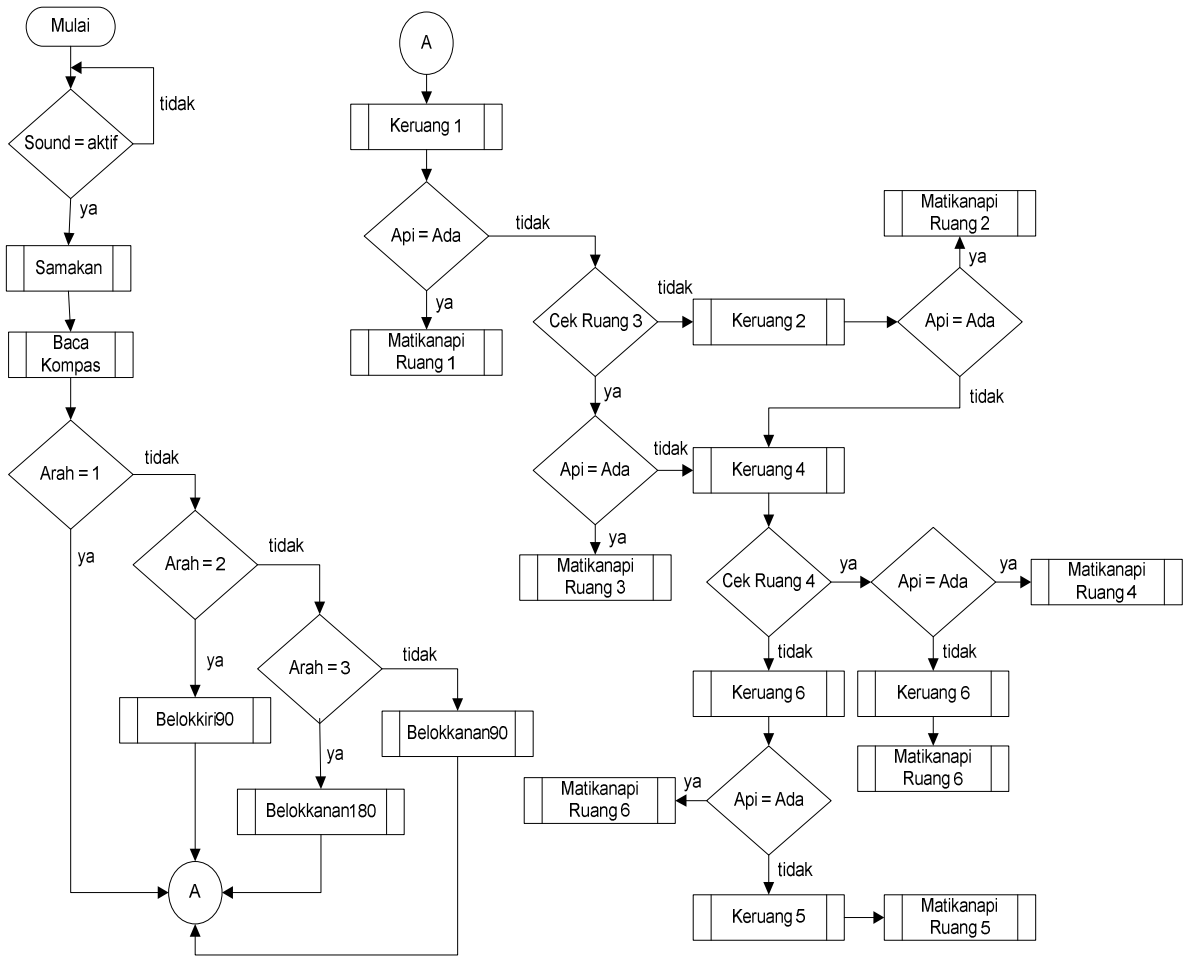


Gambar 3.17 *Salah satu denah lapangan dan nomor rungan*



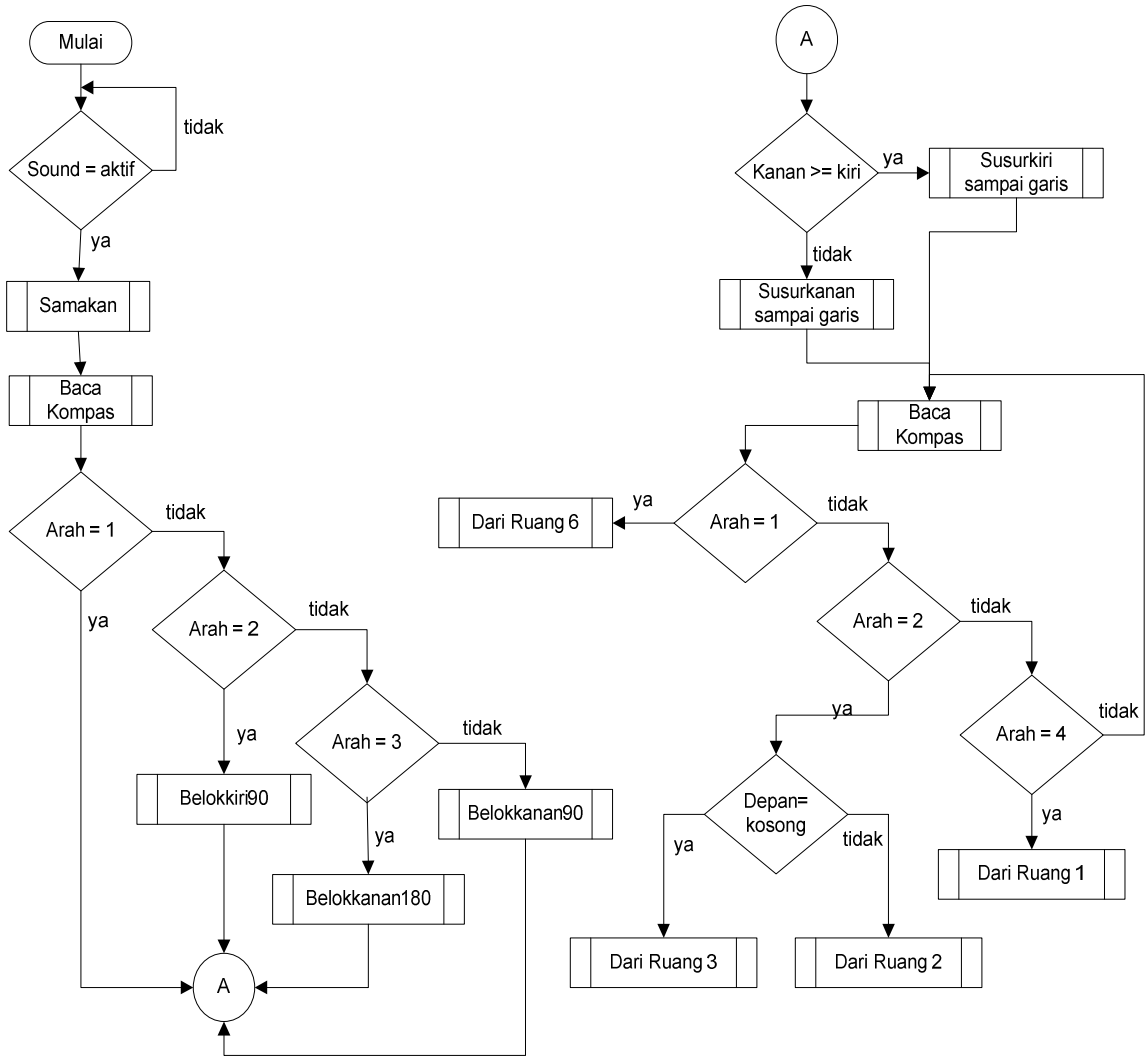
Gambar 3.18 *Salah satu denah lapangan dan nomor ruangan*

Algoritma utama robot untuk mode A ditunjukkan seperti pada diagram alir berikut ;



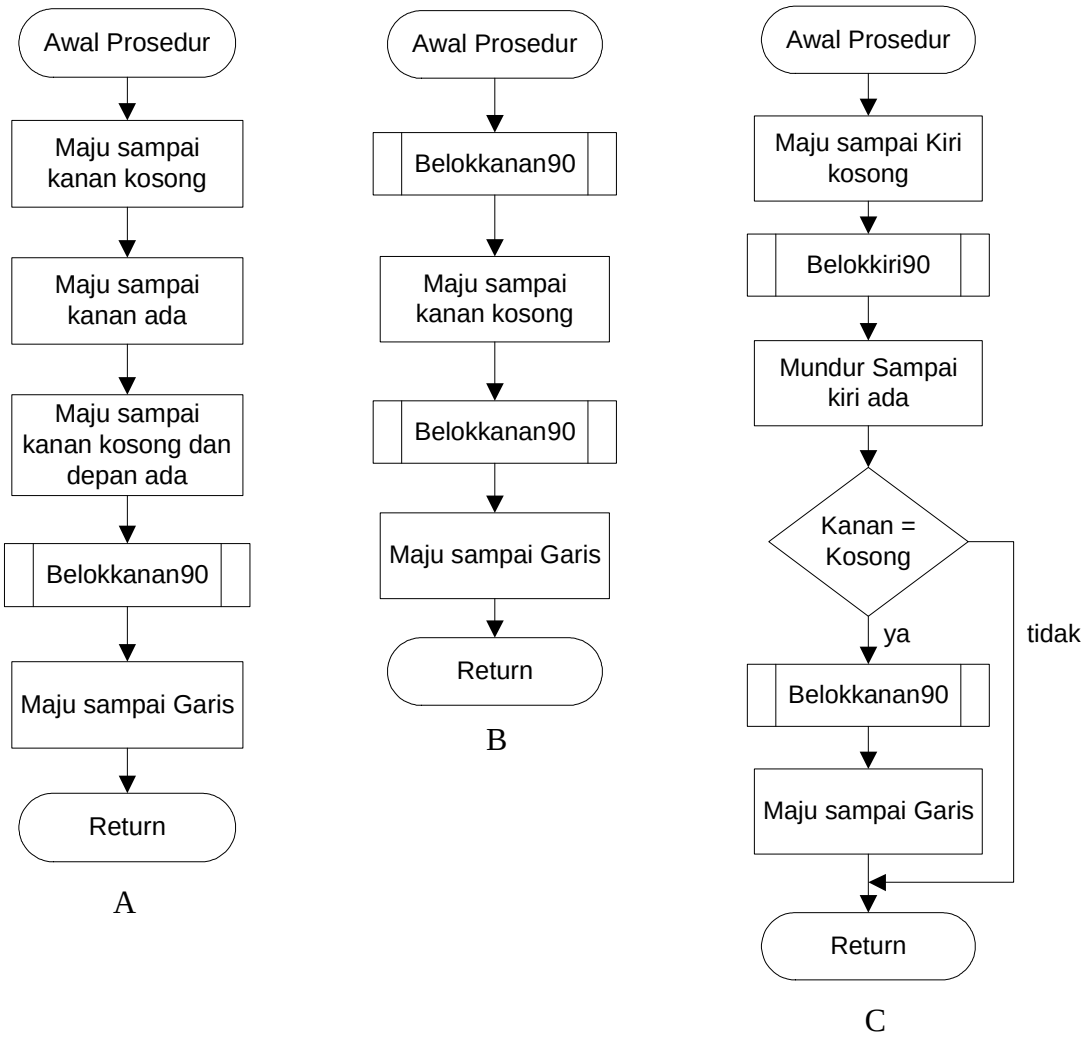
Gambar3.19 *Diagram alir program utama robot Mode A*

Algoritma utama robot untuk Mode B dan Mode C ditunjukkan seperti pada diagram alir berikut ;



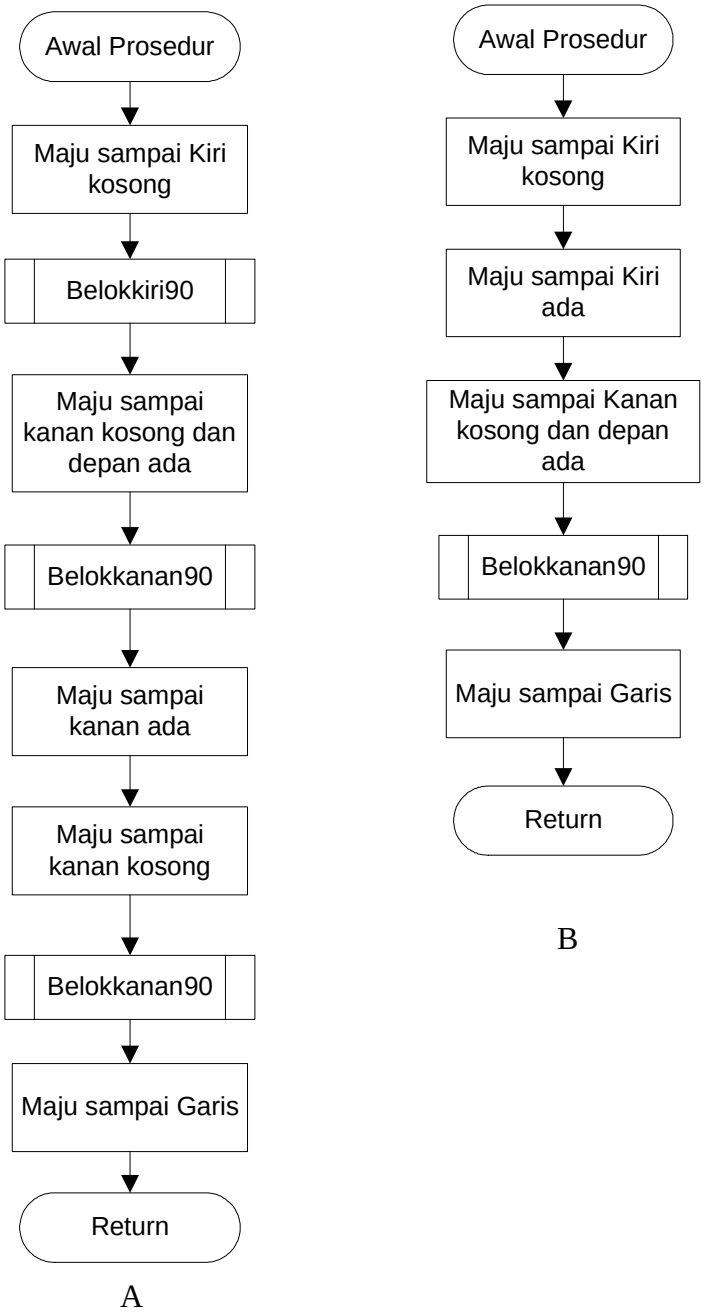
Gambar 3.20 *Diagram alir program utama robot mode B dan C*

Algoritma menuju Ruang1, Ruang2 dan Ruang3 ditunjukkan seperti pada diagram alir berikut ;



Gambar 3.21 *A. Diagram alir prosedur ke ruang1*
B. Diagram alir prosedur keruang 2
C. Diagam alir prosedur keruang 4

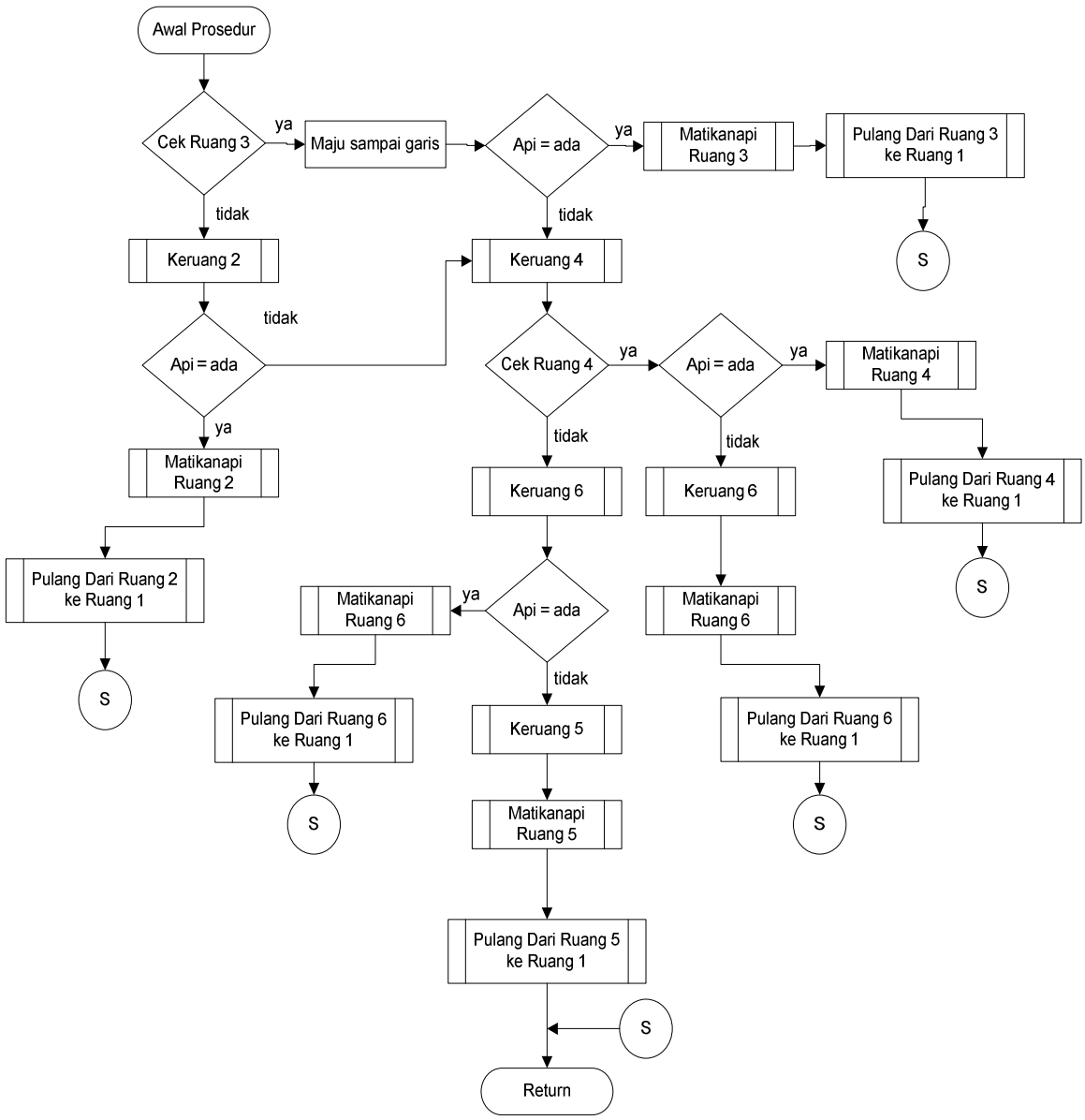
Algoritma menuju Ruang 5 dan Ruang 6 ditunjukkan seperti pada diagram alir berikut ;



Gambar 3.22 *A. Diagram alir prosedur ke ruang 5*

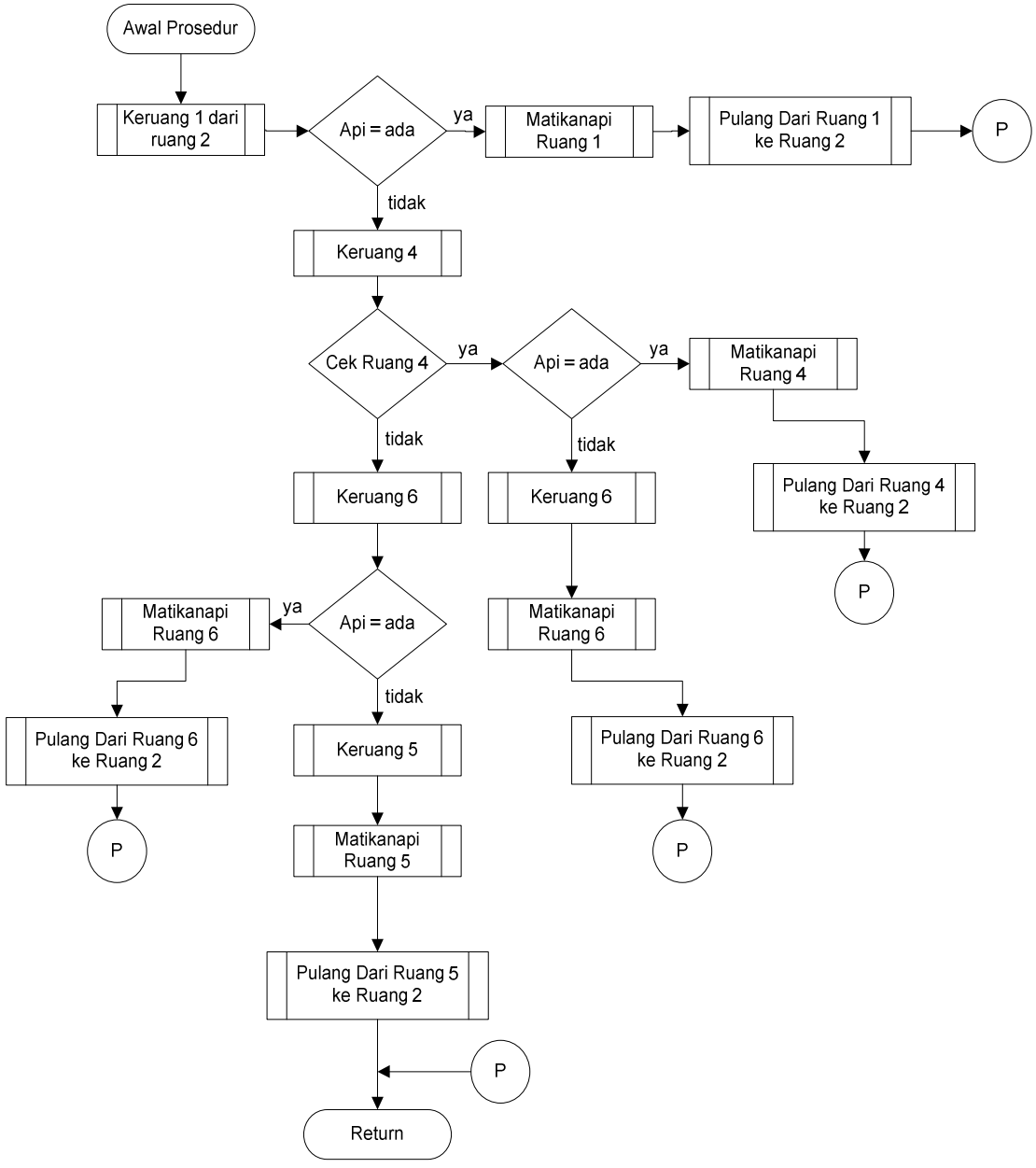
B. Diagram alir prosedur keruang 6

Algoritma dari Ruang 1 menuju ruang-ruang lainya ditunjukkan seperti pada diagram alir berikut ;



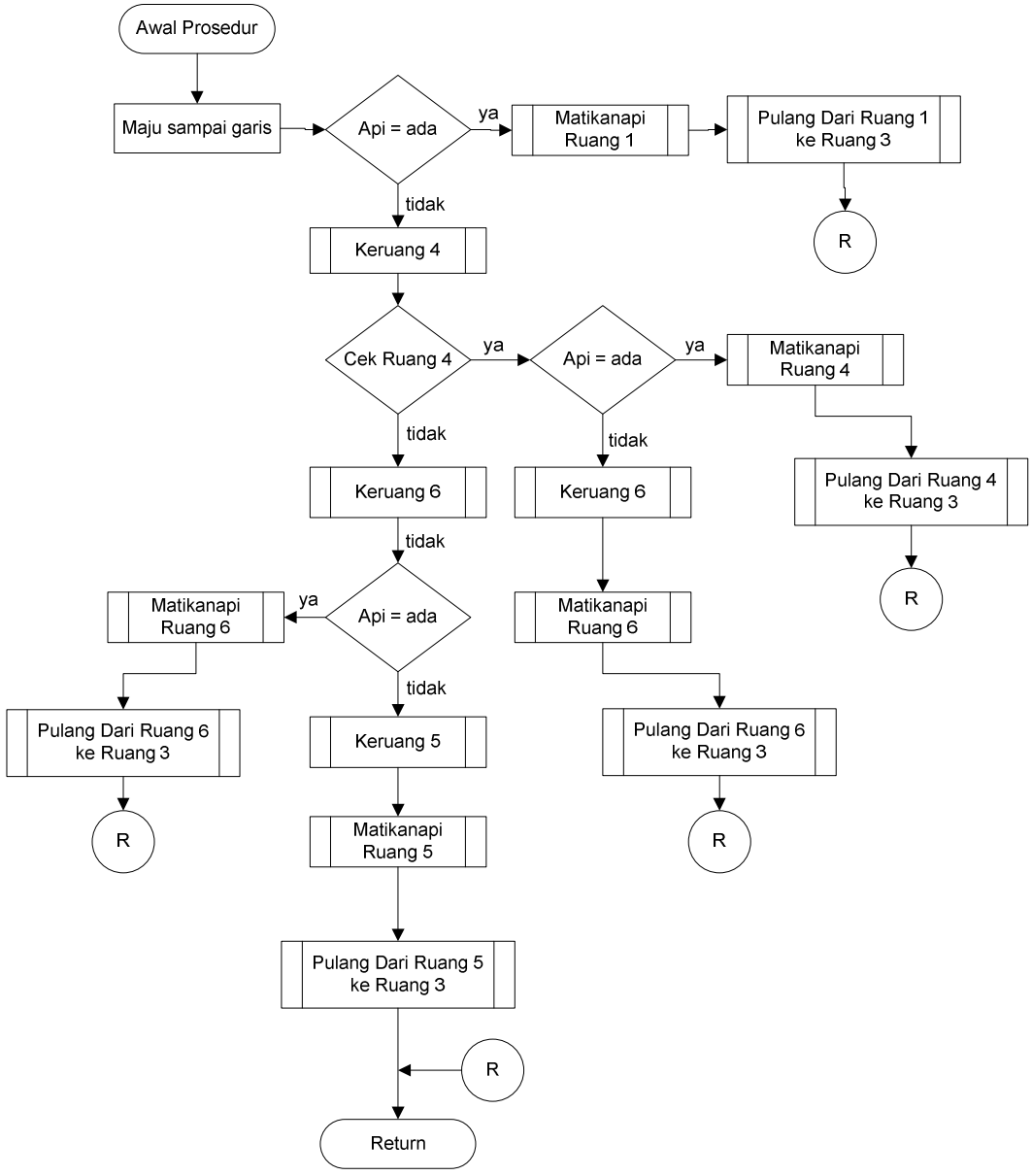
Gambar 3.23 *Diagam alir prosedur dari ruang 1*

Algoritma dari Ruang 2 menuju ruang-ruang lainya ditunjukkan seperti pada diagram alir berikut ;



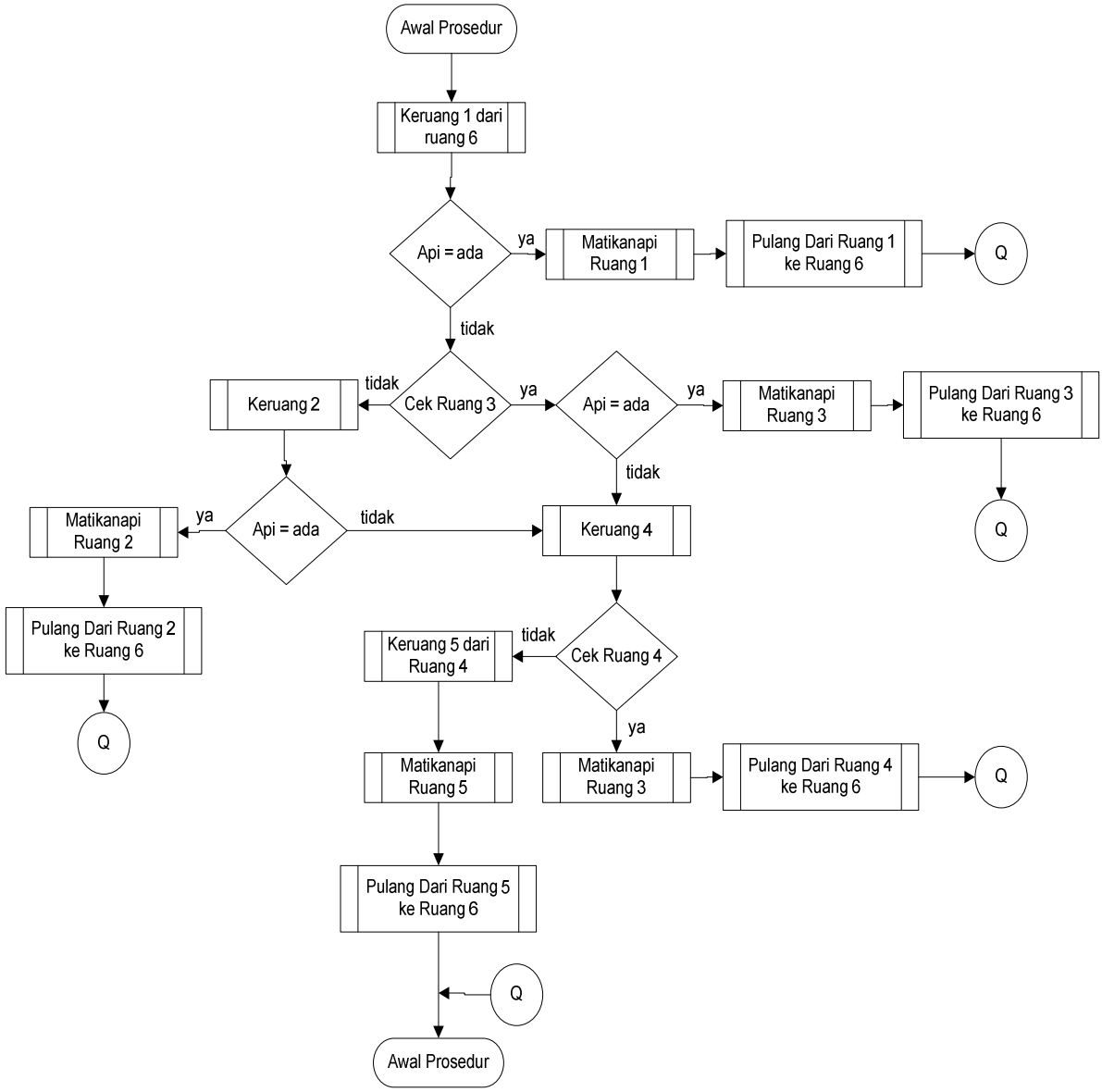
Gambar 3.24 *Diagam alir prosedur dari ruang 2*

Algoritma dari Ruang 3 menuju ruang-ruang lainya ditunjukkan seperti pada diagram alir berikut ;



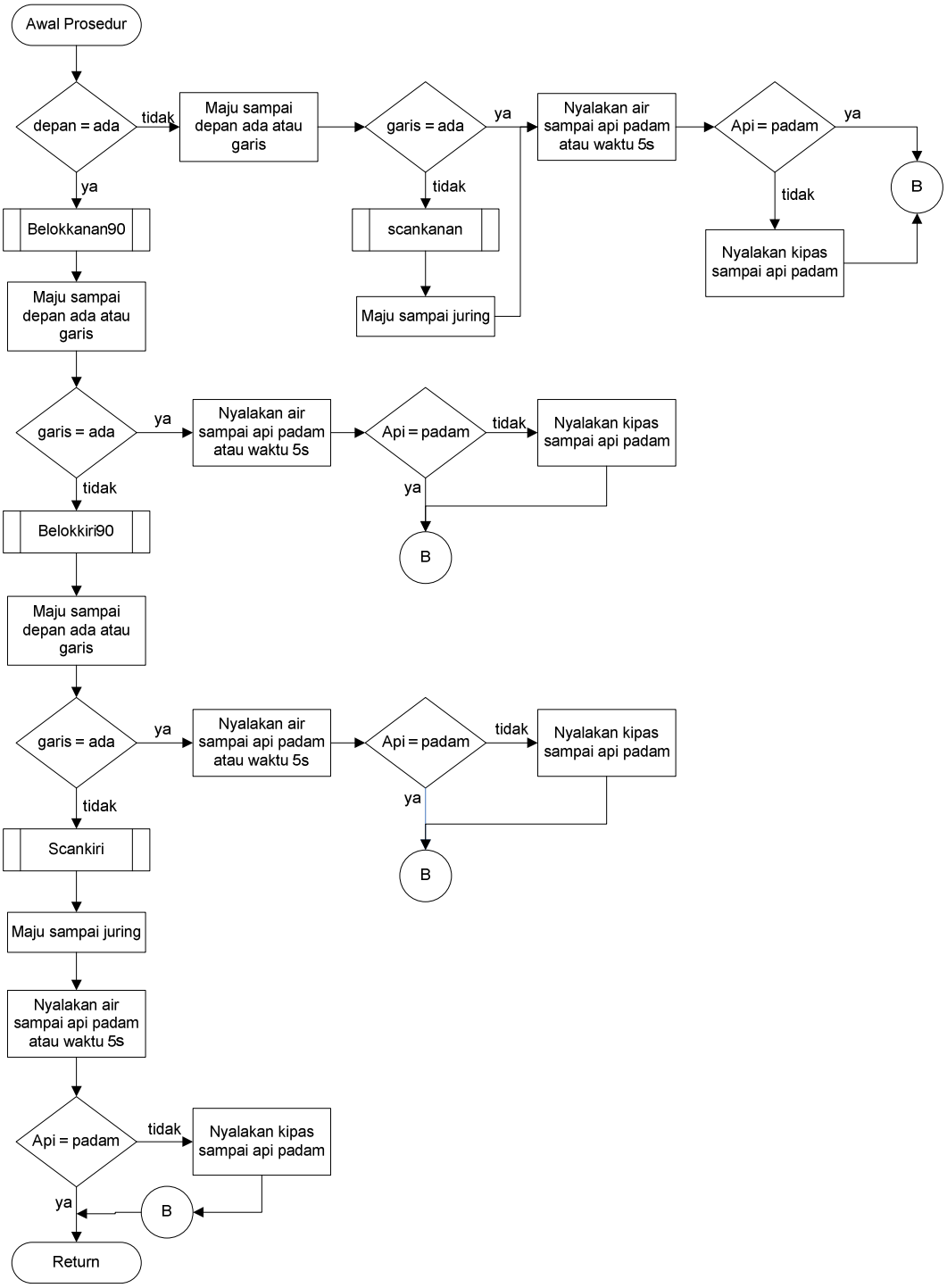
Gambar 3.25 *Diagam alir prosedur dari ruang 3*

Algoritma dari Ruang 6 menuju ruang-ruang lainya ditunjukkan seperti pada diagram alir berikut ;



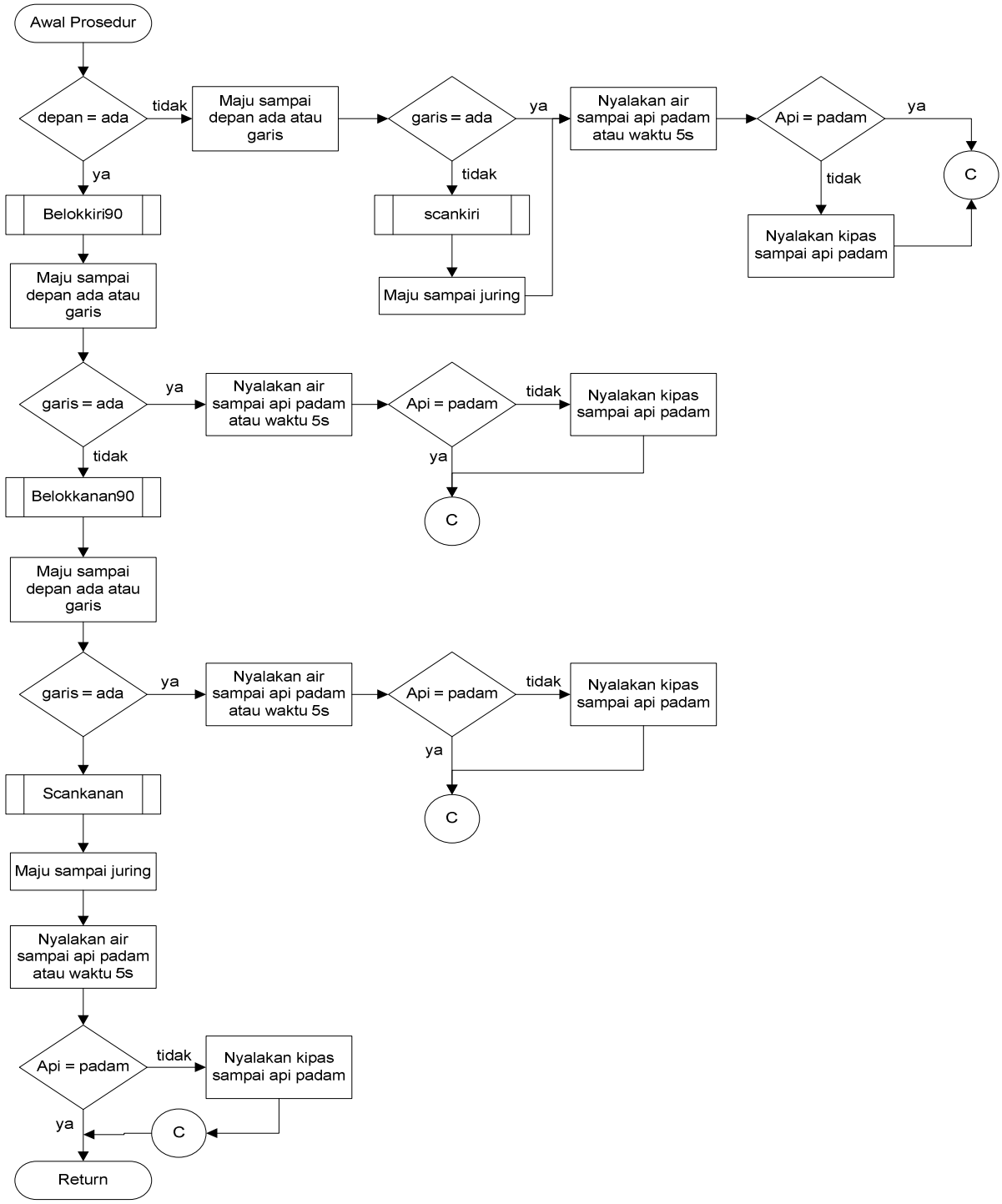
Gambar 3.26 *Diagam alir prosedur dari ruang 6*

Algoritma matikan api ruang 1,2,4,5 dan ruang 6 ditunjukkan seperti pada diagram alir berikut ;



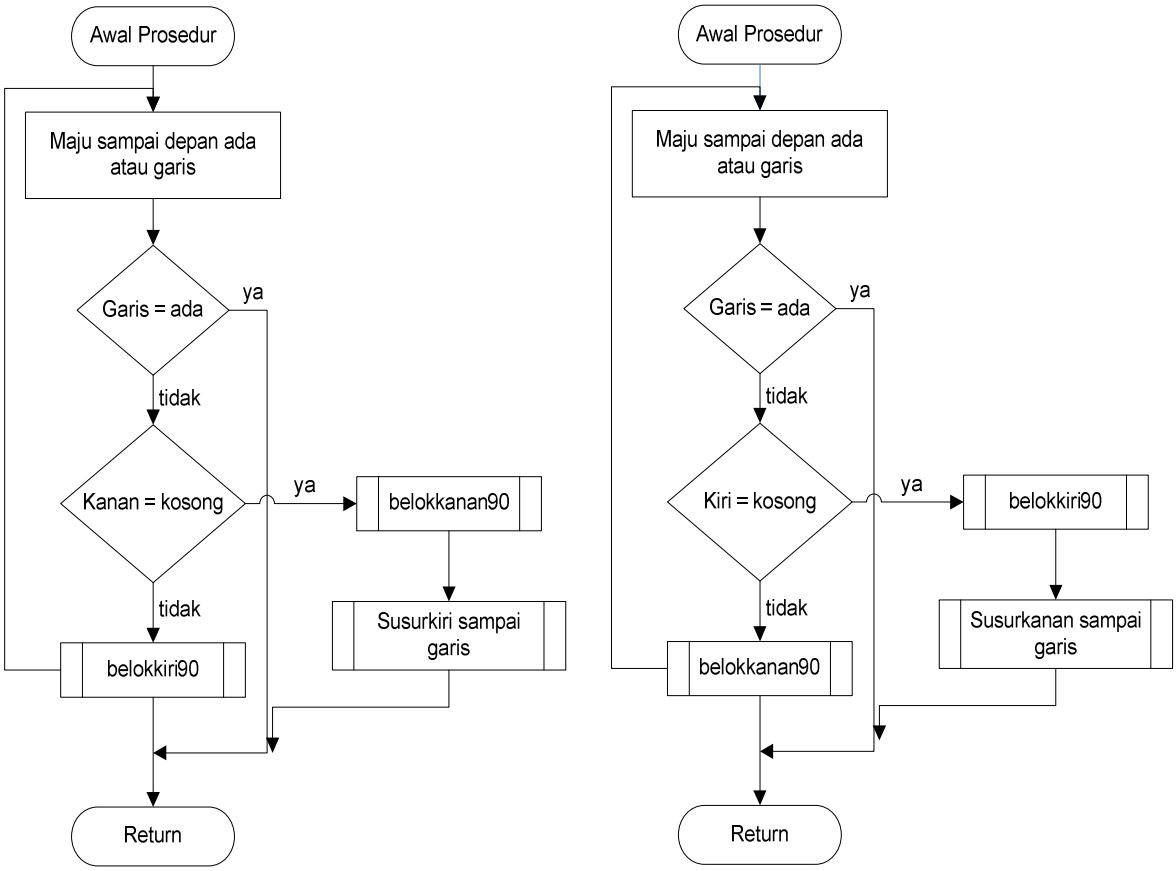
Gambar 3.27 *Diagam alir prosedur matikan api ruang 1, 2,4, 5, 6*

Algoritma matikan api ruang 3 ditunjukkan seperti pada diagram alir berikut ;



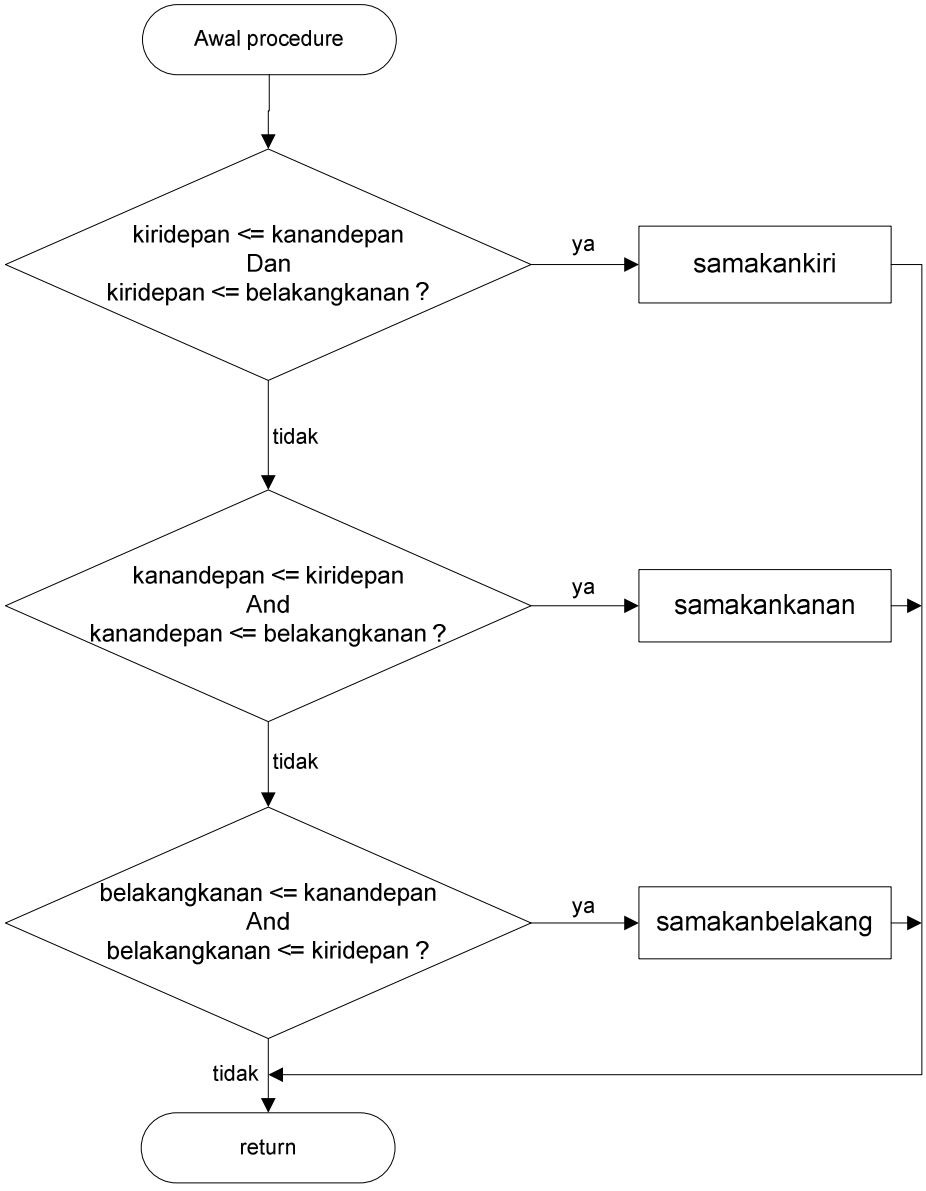
Gambar 3.28 *Diagam alir prosedur matikan api ruang 3*

Algoritma susurkanan dan susurkiri digunakan untuk keluar ruangan ditunjukkan seperti pada diagram alir berikut ;

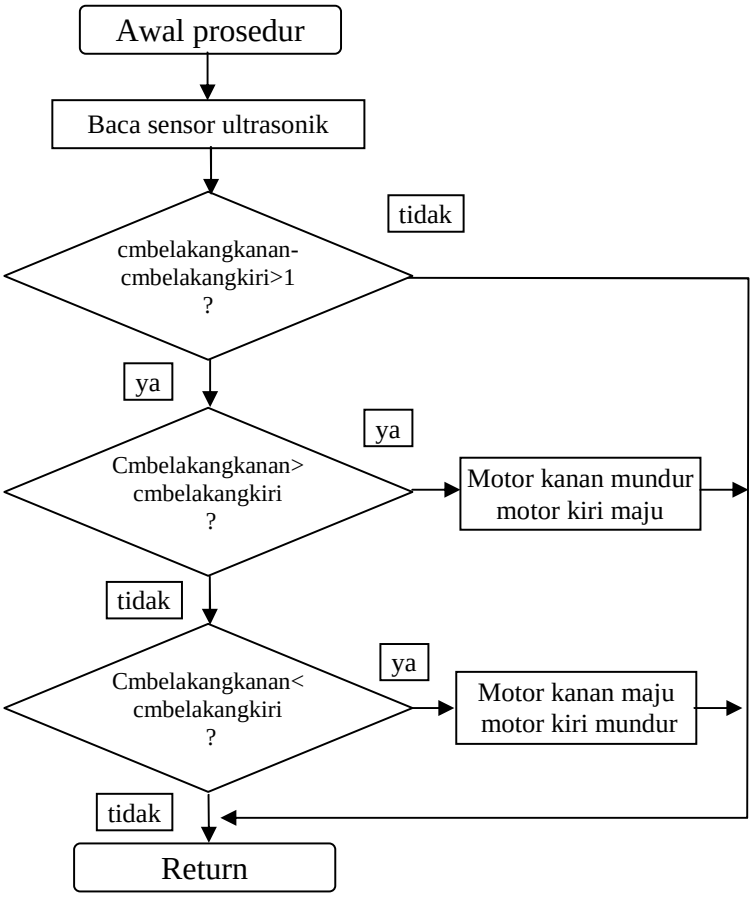


Gambar 3.29 *Diagam alir prosedur susurkanan dan susurkiri*

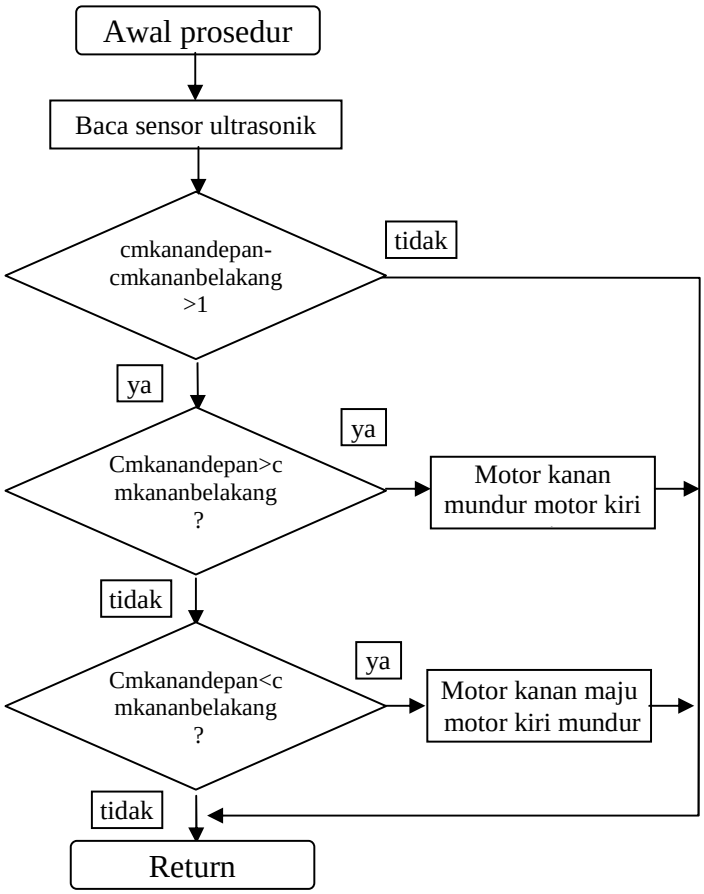
Samakan merupakan program yang digunakan robot agar posisinya sesuai dengan dinding dan arahnya tepat tegak lurus atau sejajar dengan dinding.



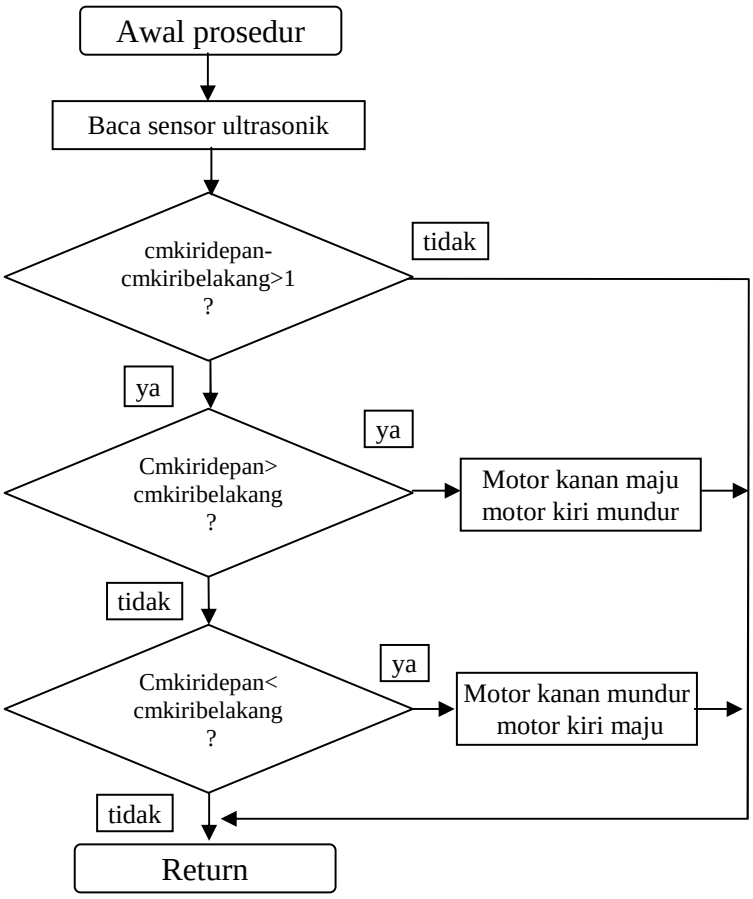
Gambar 3.30 *Diagram alir prosedur samakan*



Gambar 3.31 *Diagram alir prosedur samakanbelakang*



Gambar 3.32 *Diagram alir prosedur samakankanan*



Gambar 3.33 *Diagram alir prosedur samakankiri*