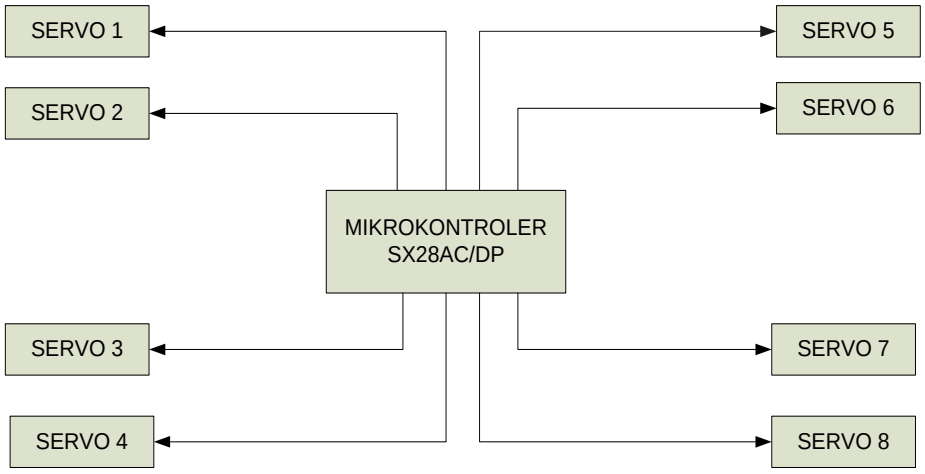
BAB III
PERANCANGAN SISTEM

Setelah mengetahui yang menjadi kebutuhan dalam membangun sebuah robot, perlu dijelaskan lebih lanjut mengenai komponen-komponen pembangun robot.

3.1. PERANGKAT KERAS (*Hardware*)

Secara umum diagram blok dari sistem kendali robot berkaki yang dibangun adalah sebagai berikut :



***Gambar 3.1** Diagram blok Sistem kendali*

Dari blok diagram diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

Dari Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa mikrokontroler mengontrol gerakan pada semua motor servo yang digunakan/terpasang pada sistem robot berkaki dua. Dari mikrokontroler dapat memutuskan untuk melakukan gerakan sesuai dengan program yang telah ditentukan.

Pengaturan kecepatan dan sinkronisasi antara kedelapan motor servo dilakukan dengan cara **PULSOUT *Pin, Duration*** yang langsung dikirimkan dari modul pengendali (mikrokontroler). Mikrokontroler mengirimkan data berupa pulsa, yaitu data berupa perubahan HIGH dan LOW dengan jeda waktu pada

sebuah pin, pin merupakan sesuatu yang dinamakan oleh BASIC Stamp sebagai I/O untuk mengirimkan dan menerima signal. Dengan mengirimkan pulsa antara 1ms ke 2ms 1/1000 sampai 2/1000 suatu detik/second untuk mengendalikan servo motor dengan manual [1].

3.1.1. Mikrokontroler Scenix SX28AC/DP

Pemilihan mikrokontroler ini didasarkan pada kecepatan eksekusi yang cepat, *port* I/O yang mencukupi dan kemudahan dalam pemrogramannya sehingga waktu pengembangan menjadi lebih cepat karena menggunakan bahasa tingkat tinggi. Konsekuensinya akan mengkonsumsi banyak instruksi assembler yang akan mengurangi kapasitas memori dan kecepatan eksekusi data [8].

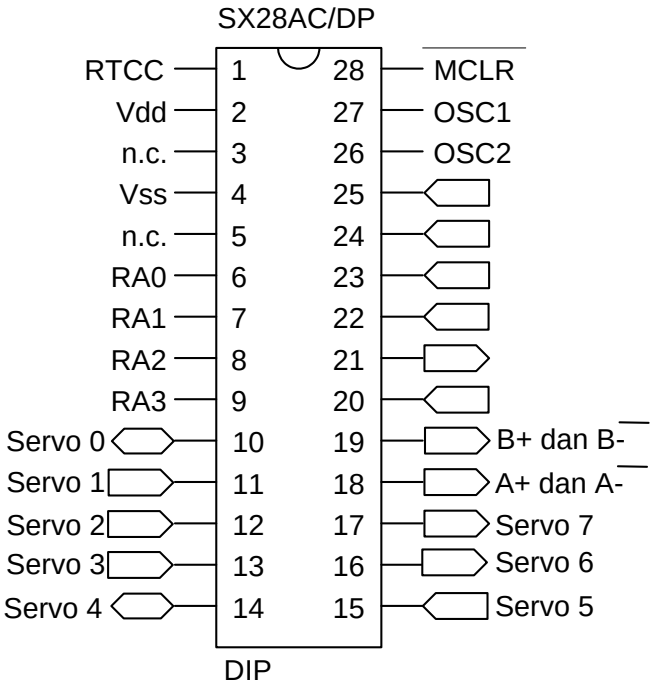
Tabel berikut menunjukkan penggunaan pin-pin pada mikrokontroler Scenix SX28AC/DP:

Tabel 3.1 *Pin-pin I/O yang digunakan pada SX28AC/DP*

Nama *Port*	**No. Pin**	**No. Pin I/O**	**Nama Pin**	**Fungsi**	**Keterangan**
PORT A	6	-	RA0	*I/O*	Data serial
	7	-	RA1	*I/O*	*Input clock* serial
	8	-	RA2	*I/O*	Komunikasi Serial
	9	-	RA3	*I/O*	Komunikasi Serial
PORT B	10	0	RB0	*I/O*	Servo 0
	11	1	RB1	*I*	Servo 1
	12	2	RB2	*I*	Servo 2
	13	3	RB3	*I*	Servo 3
	14	4	RB4	*I/O*	Servo 4
	15	5	RB5	*I*	Servo 5
	16	6	RB6	*O*	Servo 6
	17	7	RB7	*O*	Servo7
PORT C	18	8	RC0	*O*	A+ dan A-

	19	9	RC1	*O*	B+ dan B-
	20	10	RC2	*I*	-
	21	11	RC3	*O*	-
	22	12	RC4	*I*	-
	23	13	RC5	*I*	-
	24	14	RC6	*I*	-
	25	15	RC7	*I*	-

Port di atas digunakan sebagai jalur komunikasi baik itu jalur komunikasi serial (untuk mengisikan program melalui *port* A) dan sebagai *port* I/O pada *port* B dan C. Selain pin-pin di atas, terdapat pin yang berfungsi sebagai Vcc, ground, osilator, RTCC dan $\overline{MCLR}$ seperti terlihat pada gambar berikut :

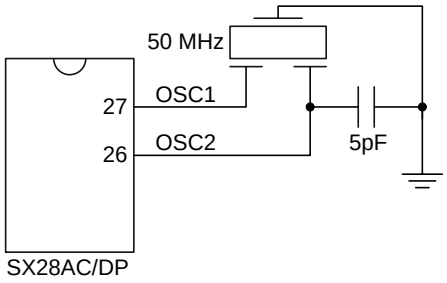


Gambar 3.2 *Alokasi fungsi pin mikrokontroler*

3.1.2. Osilator

Osilator berfungsi untuk membangkitkan *clock* pada mikrokontroler. Pengaktifan sumber *clock* dapat dilakukan dengan menambahkan rangkaian pasif saja. Mikrokontroler Scenix SX28AC/DP memberi empat pilihan mode osilator eksternal, diantaranya: osilator berbasis kristal/resonator (XT), kristal daya rendah (LP), kristal/resonator kecepatan tinggi (HS), dan resistor-kapasitor (RC) baik internal maupun eksternal. Osilator *eksternal* yang digunakan adalah keramik resonator dengan mode HS karena mode ini untuk kategori osilator yang bekerja diatas frekuensi 4 kHz.

Jenis kapasitor yang digunakan adalah *non-polar* yang terbuat dari bahan keramik dan sangat cocok untuk aplikasi rangkaian pada frekuensi tinggi. Kapasitor 5 pF berfungsi untuk menstabilkan osilasi dan tahan terhadap gangguan *noise* [6].



Gambar 3.3 *Rangkaian osilator*

3.1.3. Modul Penggerak

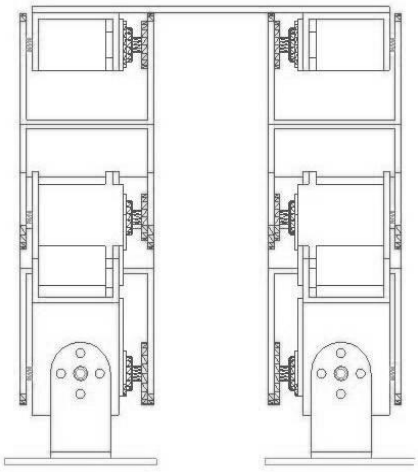
3.1.3.1 Motor Servo Standard

Untuk mempermudah membedakan motor servo yang satu dengan lainnya maka setiap motor servo telah ditentukan menggunakan satu pin dalam mikrokontrolernya. Yaitu sebagai berikut:

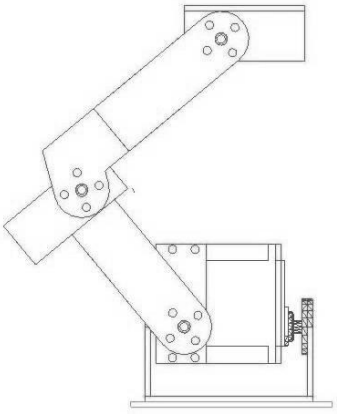
- PIN 1 : kaki kiri tengah
- PIN 2 : kaki kanan atas
- PIN 3 : kaki kanan bawah bagian depan
- PIN 4 : kaki kiri bawah bagian depan

- PIN 5 : kaki kanan bawah bagian belakang
- PIN 6 : kaki kiri bawah bagian belakang
- PIN 14 : kaki kanan tengah
- PIN 15 : kaki kiri atas

Berikut adalah gambar robot dilihat dari dua dimensi :



Gambar 3.4 *Robot dua dimensi tampak depan*



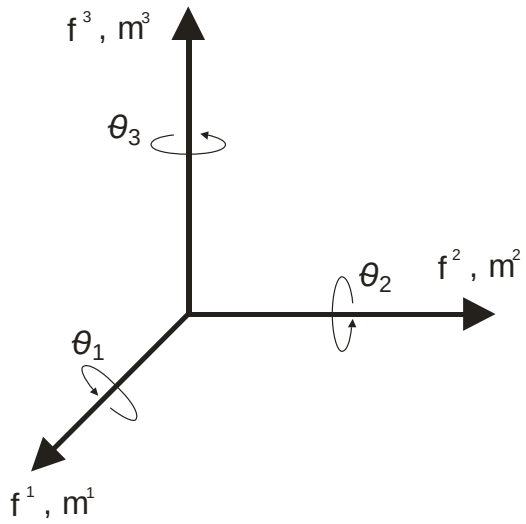
Gambar 3.5 *Robot dua dimensi tampak samping kiri*

Dalam pergerakan kaki robot, dengan ukuran kaki 25 cm ini ada tiga arah yang digunakan yaitu arah horizontal, vertikal, dan diagonal.

3.1.4. Penggunaan Matrik Dalam Perancangan Kerangka Kaki Robot

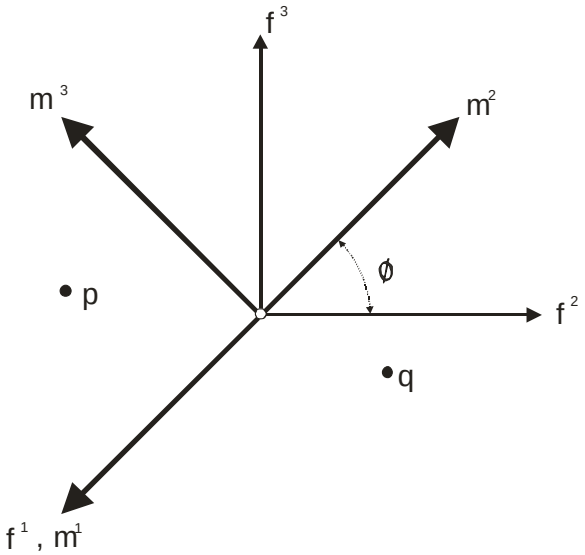
Jika sebuah koordinat bergerak pada frame M yang didapat dari sebuah koordinat yang tetap pada frame F dengan merotasikan M kira-kira satuan

vektor F maka koordinat resultannya, dari transformasi matrik yang disebut *fundamental rotation matrix* [3]. Di dalam sebuah area R^3 terdapat tiga kemungkinan pada sumbu seperti pada gambar berikut:



Gambar 3.6 *Arah rotasi dalam tiga dimensi*

Seperti yang sudah diilustrasikan pada gambar di atas yang dianggap akan merotasikan sebuah koordinat pada frame M kira-kira menjadi sumbu f^1 pada koordinat tetap F. Anggap θ jumlah dari rotasi yang akan diukur di dalam aturan arah ke kanan.



Gambar 3.7 *Rotasi M terhadap f^1 dari sudut θ*

Selanjutnya $R_1(\theta)$ menjadi resultan koordinat dari hasil transformasi matriks dimana menggambarkan pergerakan koordinat M terhadap sebuah koordinat tetap F. Transformasi ini bersesuian dengan rotasi sumbu x, y, dan z dengan sudut θ adalah:

$$R_1(\theta) = \begin{bmatrix} f^1.m^1 & f^1.m^2 & f^1.m^3 \\ f^2.m^1 & f^2.m^2 & f^2.m^3 \\ f^3.m^1 & f^3.m^2 & f^3.m^3 \end{bmatrix} \quad \text{.....(3.1)}$$

Setelah merotasikan kira-kira f^1 dalam suatu ukuran pergerakannaya maka f^1 menjadi m^1. Subtitusikan nilainya ke dalam persamaan 3.1 dan panggil kembali urutan (f^1, f^2, f^3) dan (m^1, m^2, m^3) dimana kesemuanya itu adalah *orthonormal set* yang akan mengikuti aturan rotasi matrik dasar.

$$R_1(\theta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & f^2.m^2 & f^2.m^3 \\ 0 & f^3.m^2 & f^3.m^3 \end{bmatrix} \quad \text{.....(3.2)}$$

Selanjutnya dari gambar 3.6 maka dihasilkan vektor baru (f^2,f^3, m^2,m^3) semuanya berada di dalam sebuah bidang orthogonal mengacu ke awal $f^1 = m^1$. perkalian dari dua vektor adalah proposional terhadap sudut *cos* diantara vektor-vektor tersebut. Ketika vektor-vektor tersebut tidak normal dalam satuan panjangnya. Maka perkalian *product* akan sama dengan θ natara vektor tesebut. Berdasarkan gambar III.10 ini merupakan pembuktian dari sudt f^2 yang menghasilakan sudut baru θ seperti ditunjukkan dari f^3 ke m^3. Konsekuensinya diagonal elemen-elemen tersebut berada dalam matrik 2x2 sama dengan ke *cos* θ. Dengan tujuan untuk mempresentasikan diagonal dari sudut yang baru dimana sudut f^2 ke m^2 adalah $\frac{\pi}{2} + \theta$. Persamaannya sudut dari f^3 ke m^2 - $\frac{\pi}{2} + \theta$. Dengan menggunakan matrik identitas trigonometri

untuk penjumlahan *cos* maka umumnya dari *first fundamental rotation matrix* direduksi menjadi:

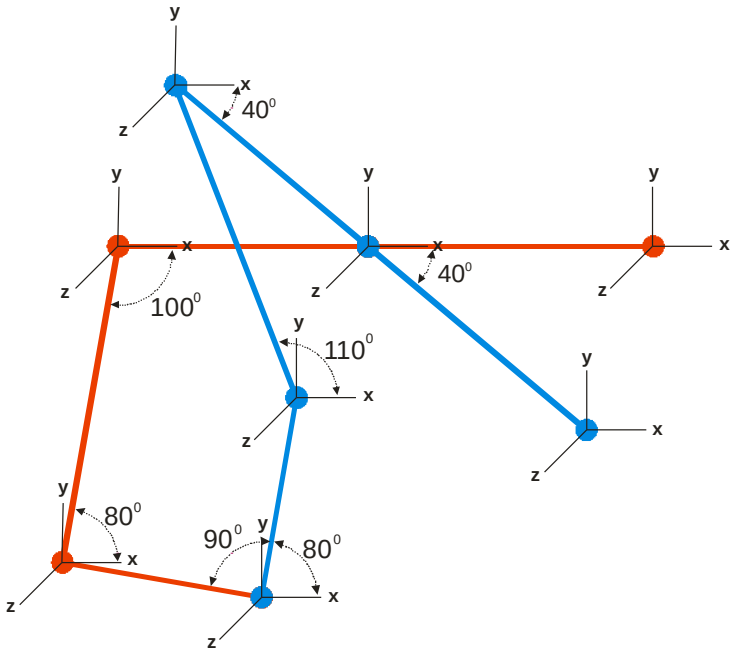
$$R_1(\theta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & -\sin\theta \\ 0 & \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \quad \text{.....(3.3)}$$

Sebuah analisa yang sama dapat digunakan untuk menentukan rumus yang kedua, jika $R_2(\theta)$ dan $R_3(\theta)$ mempresentasikan rotasi oleh sudut θ maka kira-kira kedua dan ketiga selanjutnya seperti berkut:

$$R_2(\theta) = \begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & \sin\theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\theta & 0 & \cos\theta \end{bmatrix} \quad \text{.....(3.4)}$$

$$R_3(\theta) = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{.....(3.5)}$$

Arah rotasi dalam tuas kaki robot pada saat naik-turun adalah sebagai berikut:



Gambar 3.8 *Tuas kaki robot saat naik-turun*

3.1.5. 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 dua buah, pertama untuk mencatu mikrokontroler dan tegangan maksimun sebesar 6 volt untuk mencatu kendali motor servo. Pemisahan tegangan ini dimaksudkan agar tegangan yang masuk ke mikrokontroler tidak terganggu oleh tegangan dari motor servo.

Tegangan yang digunakan berasal dari *power supply*. Karena arus yang diperlukan untuk motor servo sangat besar, sehingga arus yang digunakan mikrokontroler tidak berkurang. Maka dibuat juga sebuah regulator yang digunakan untuk motor servo terpisah dari yang digunakan oleh mikrokontroler dimana kedua regulator tersebut terhubung secara paralel dengan catu daya dari luar [6].



(a) (b)

Gambar 3.9 *(a) IC Regulator LM323; (b) kapasitor polar*

Gambar 3.9 menunjukkan catu daya untuk tegangan *output* 5 Vdc (nilai terukur 4.9 volt) menggunakan IC LM323 sebagai regulator tegangan positif yang dihasilkan dari tegangan sumber sebesar 9 Vdc. Kapasitor digunakan untuk menghilangkan *ripple* yang berasal dari tegangan *input*.



Gambar 3.10 *Regulator 5V DC untuk motor servo*

Gambar 3.10 merupakan regulator yang digunakan untuk mencatu tegangan motor servo. *IC* LM323 sebagai regulator tegangan positif akan menghasilkan tegangan *output* sebesar 5 Vdc yang merupakan hasil regulasi dari tegangan *input* 9 Vdc, kapasitor yang digunakan sebanyak dua buah. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan arus yang lebih kuat lagi, karena arus yang dibutuhkan oleh motor servo sangat besar apalagi ketika melakukan *switching* putaran dari arah maju ke arah mundur atau sebaliknya [5].

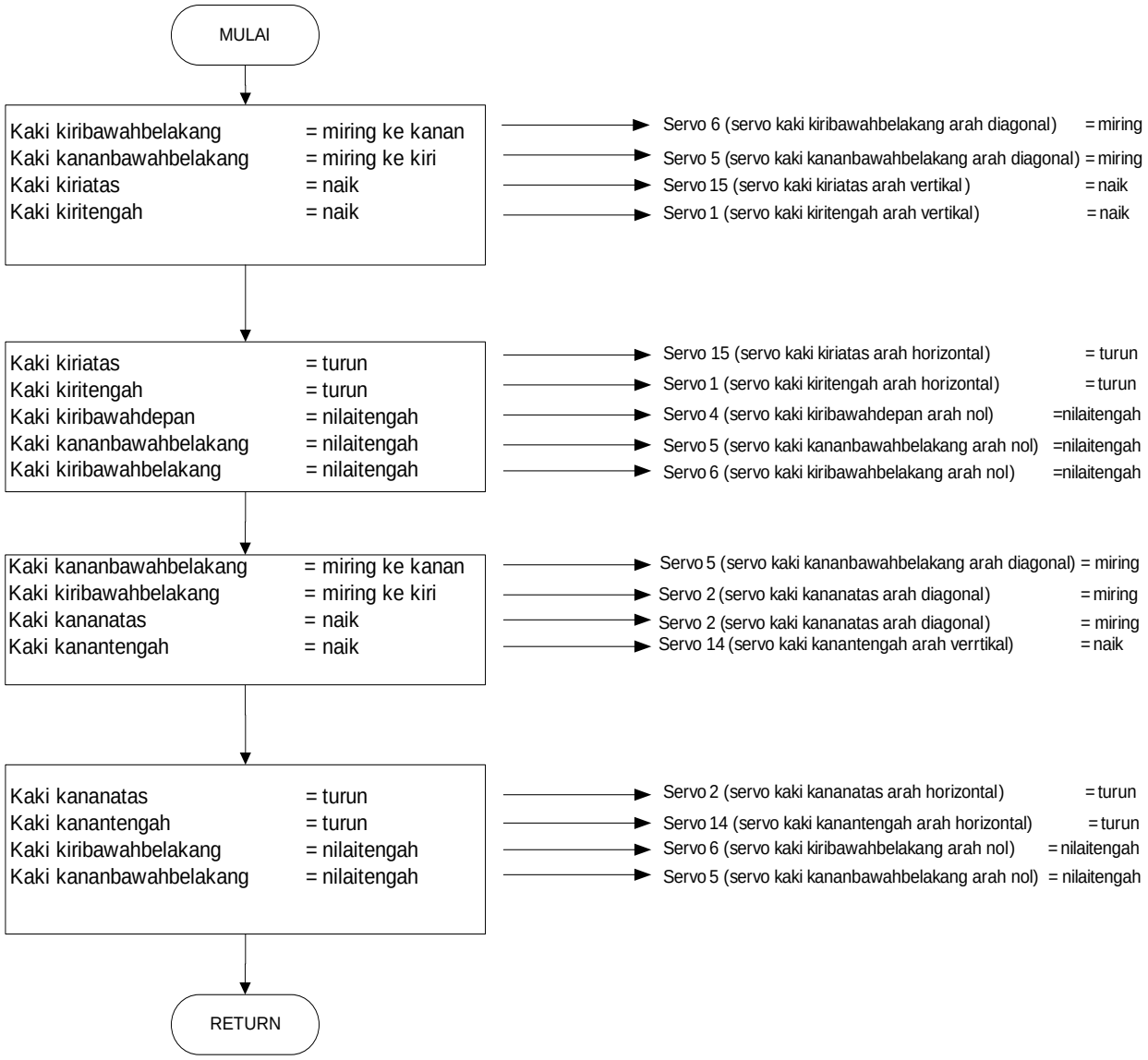
3.2. PERANGKAT LUNAK (S*oftware*)

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. Dalam pergerakan kaki robot ini ada tiga arah yang digunakan yaitu arah horizontal, vertikal, dan diagonal [7]. Algoritma-algoritma dasar tersebut adalah:

3.2.1.1. Maju

Gerakan kaki robot dengan arah horizontal, vertikal, dan diagonal yaitu: gerakan maju. Gerakan satu kali kaki robot maju dilakukan secara bergantian antara kaki kiri dan kaki kanan dimana satu kaki masing-masing terdiri dari empat servo. Kecepatan pergerakan antar kaki robot sama tetapi yang membedakan adalah durasi tiap motor servo pada tiap-tiap kaki. Untuk dapat menggerakkan kaki robot dengan gerakan satu kali maju lurus, pada mikrokontroler diberikan algoritma sebagai berikut :

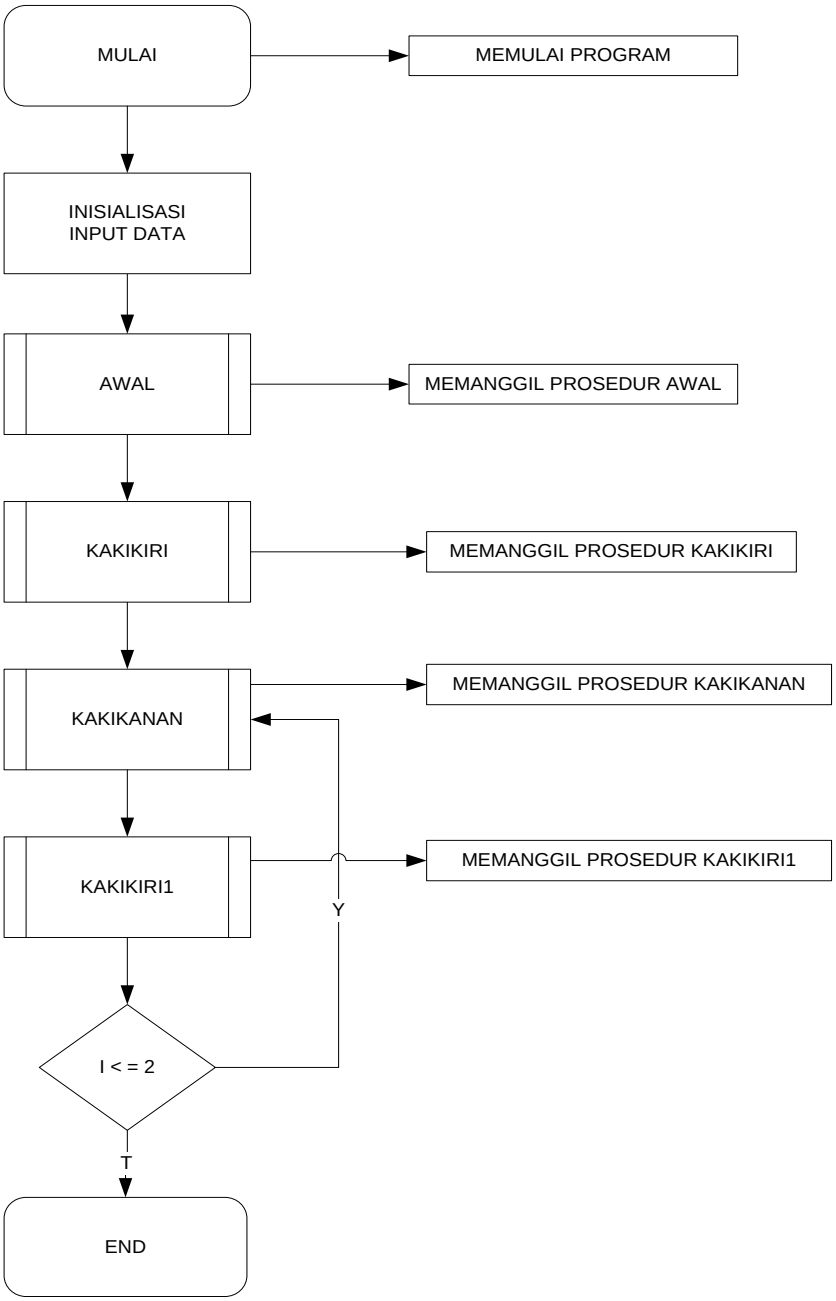


Gambar 3.11 *Diagram alir gerak maju*

Putaran pada masing-masing motor servo berbeda yang disesuaikan dengan kebutuhan. Ini dimaksudkan agar kecepatan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan, yakni antara 0.20s-0.17s. Kecepatan maksimum pada motor sebanding dengan nilai kecepatan 60^{o}/s yang kita masukan dalam instruksi PULSOUT.

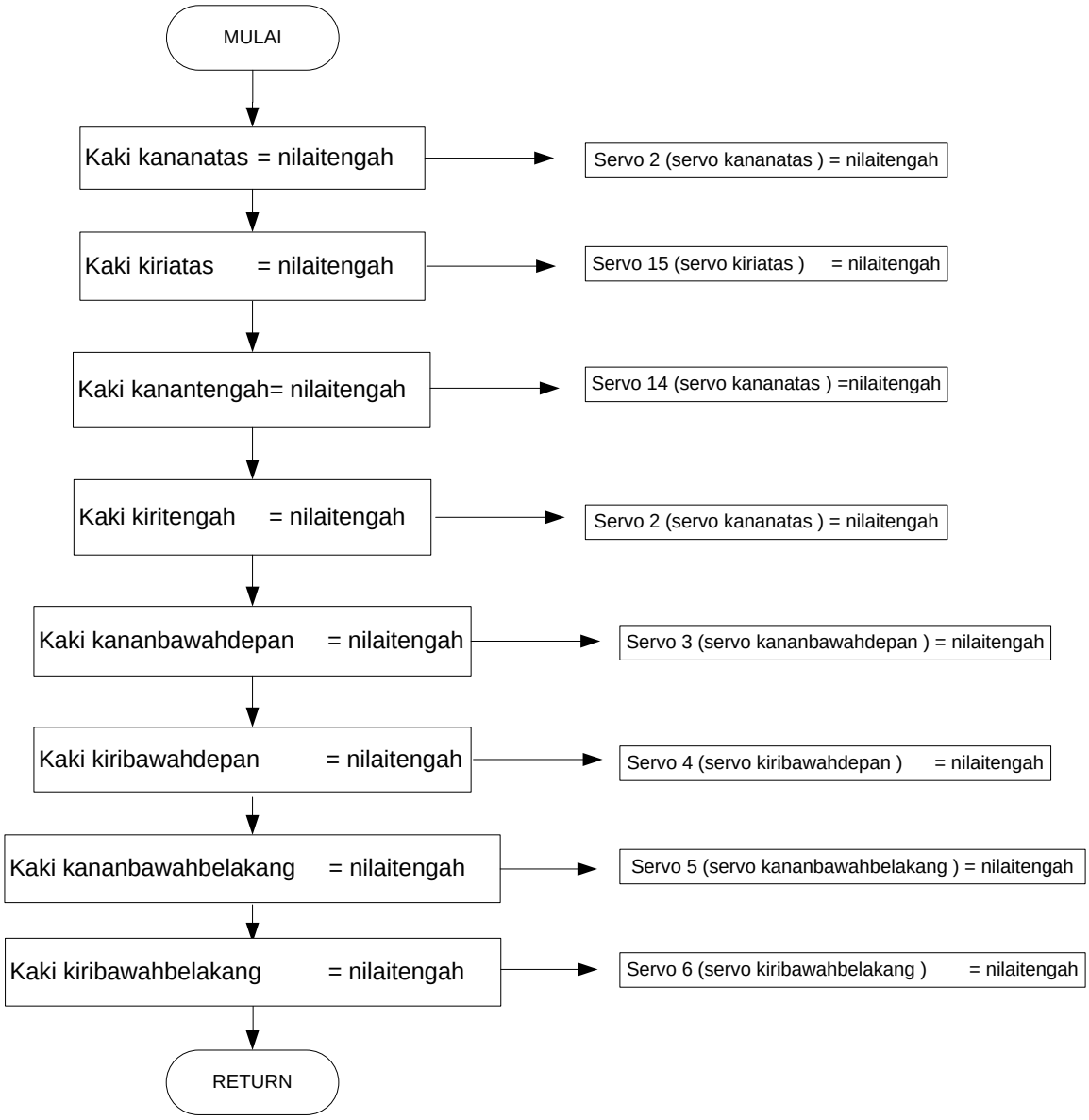
3.2.2. Algoritma Gerak Robot

Secara umum algoritma pergerakkan kaki yang digunakan untuk bergerak ditunjukkan pada diagram alir berikut :



Gambar 3.12 *Diagram alir gerakan robot*

3.2.3. Prosedur Tegak Lurus



Gambar 3.13 *Diagram alir tegak lurus*