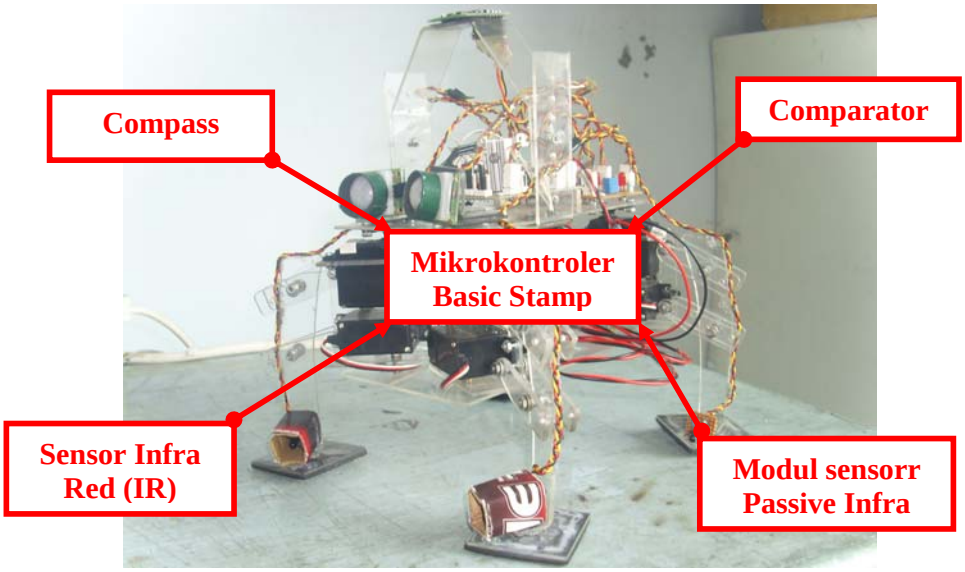
BAB II
LANDASAN TEORI

Dalam perancangan robot berkaki ini diperlukan pemilihan yang tepat terhadap komponen-komponen elektronika yang akan digunakan. Dapat ditentukan mikrokontroler, sensor-sensor, serta algoritma yang akan digunakan. Gambar 2.1 adalah diagram blok dari sistem *Legged Robot* yang akan dirancang:



Gambar 2.1. *Diagram blok sistem robot*

2.1 PERANGKAT KERAS (*Hardware*)

Robot yang dirancang sangat ditentukan oleh sensor-sensor pembangun robot (perangkat keras) yang digunakan, karena bergeraknya *Legged Robot* tersebut dikendalikan oleh sensor-sensor. Sensor-sensor pembangun robot tersebut meliputi:

2.1.1 Mikrokontroler Scenix SX28AC/DP

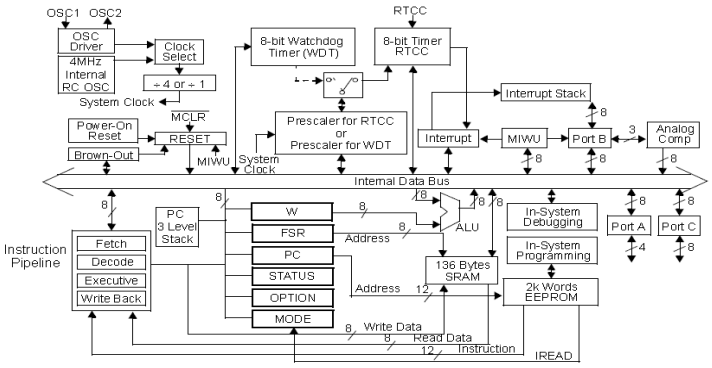
Mikrokontroler menjadi sangat penting sebagai pengambil keputusan. Pergerakan robot diatur oleh mikrokontroler berdasarkan hasil pemindaian tempat robot berada yang dilakukan oleh sensor-sensor. Mikrokontroler yang digunakan pada robot ini adalah Scenix SX28AC/DP dengan modul pengendali Basic Stamp.

Beberapa alasan utama pemilihan mikrokontroler Scenix SX28AC/DP yang mengacu pada referensi http://www.parallax.com/dl/docs/prod/datast/SX20AC-SX28AC-Data-v1.2.pdf, diantaranya:

1. Bahasa pemrograman yang sederhana membuat pengembangan menjadi lebih cepat.
2. Kecepatan tinggi dengan frekuensi *clock* 50 MHz.
3. Mampu mengeksekusi 10000 instruksi/detik.
4. Jumlah *port* I/O sebanyak 20 buah, 4 *port* untuk komunikasi serial dan 16 *port* mencukupi kebutuhan sensor-sensor dan aktuator-aktuator.
5. Kapasitas memori program EE/Flash 2048 Word (2k Word).
6. Memori data berukuran 136x8bit SRAM.
7. Rentang tegangan (Vcc) yang digunakan antara 3.0 – 5.5 volt tetapi umumnya menggunakan level tegangan 5 volt.
8. Suplai arus yang melewati Vcc maksimal sebesar 130 mA.

Fitur-fitur lain yang dimiliki Scenix SX28AC/DP adalah:

1. 13.3 ns untuk satu siklus instruksi
2. Merupakan mikrokontroler RISC, sehingga memiliki 43 single-word instruksi dasar.
3. 8-bit *Real Time Clock/Counter* (RTCC) dengan 8-bit *prescaler* terprogram.
4. Komparator analog yang terdapat pada *port* B (RB0 out, RB1 IN-, dan RB2 IN+).
5. *Watchdog Timer* dengan isolator internal yang mempunyai frekuensi antara 31.25 kHz sampai 4 MHz.
6. Kemasan fisik 28 pin.

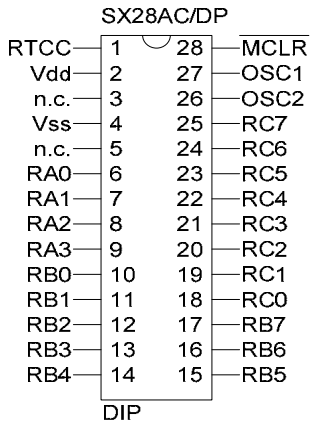


Gambar 2.2. *Diagram blok SX28AC/DP*

Arsitektur keluarga SX menggunakan modifikasi arsitektur *Harvard*. Arsitektur ini menggunakan dua memori terpisah dengan bus alamat yang terpisah, satu untuk program dan satu untuk data yang mengizinkan transfer data dari memori program ke SRAM. Kemampuan ini mengizinkan pengaksesan data dari memori program. Keuntungan dari arsitektur ini adalah transfer instruksi fetch dan memori dapat di overlap dengan sebuah *multi-stage pipeline* (*fetch, decode, execute* dan *write back*), yang berarti instruksi selanjutnya dapat di-*fetch* dari memori program ketika instruksi sekarang sedang dieksekusi menggunakan data dari memori data.

2.1.1.1 Deskripsi pin-pin SX28AC/DP

Pada SX28AC/DP yang ditunjukkan pada gambar 2.3, SX28AC/DP memiliki *port* untuk *input*/*output* sensor-sensor dan aktuator sebanyak 20 pin, yang terdiri dari 4 pin sebagai *port* A, 8 pin sebagai *port* B, dan 8 pin sebagai *port* C. Khusus untuk *port* A (pin 6, 7, 8, dan 9) digunakan sebagai *port* I/O jalur pemrograman mikrokontroler. Pin 6 dan pin 7 secara berturut-turut berfungsi sebagai jalur data serial, dan *input clock* serial. Pin 8 dan pin 9 berfungsi sebagai pin reset atau pin Vpp pada saat mode pemrograman. Komunikasi serial atau *USB* dapat digunakan untuk mengisikan program ke mikrokontroler.



Gambar 2.3. *Konfigurasi pin SX28AC/DP*

Berikut adalah daftar pin-pin pada mikrokontroler SX28AC/DP beserta fungsinya.

Tabel 2.1. *Deskripsi pin SX28AC/DP*

No. Pin	Nama	Tipe Pin	Level *Input*	Fungsi
1	RTCC	I	ST	*Input to Real-Time Clock/Counter*
2	Vdd	P	-	Tegangan sumber 5 volt
3	n.c.			*No connection*
4	Vss	P	-	Ground
5	n.c.			*No connection*
6	RA0	I/O	TTL/CMOS	Pin I/O dua arah; *symmetrical source/sink capability*
7	RA1	I/O	TTL/CMOS	Pin I/O dua arah; *symmetrical source/sink capability*
8	RA2	I/O	TTL/CMOS	Pin I/O dua arah; *symmetrical source/sink capability*
9	RA3	I/O	TTL/CMOS	Pin I/O dua arah; *symmetrical source/sink capability*
10	RB0	I/O	TTL/CMOS/ST	Pin I/O dua arah; comparator *output*; MIWU/*Interrupt input*
11	RB1	I/O	TTL/CMOS/ST	Pin I/O dua arah; comparator negative *input*; MIWU/*Interrupt input*
12	RB2	I/O	TTL/CMOS/ST	Pin I/O dua arah; *comparator positive input*; MIWU/*Interrupt input*
13	RB3	I/O	TTL/CMOS/ST	Pin I/O dua arah; MIWU/*Interrupt input*
14	RB4	I/O	TTL/CMOS/ST	Pin I/O dua arah; MIWU/*Interrupt input*
15	RB5	I/O	TTL/CMOS/ST	Pin I/O dua arah; MIWU/*Interrupt input*
16	RB6	I/O	TTL/CMOS/ST	Pin I/O dua arah; MIWU/*Interrupt input*
17	RB7	I/O	TTL/CMOS/ST	Pin I/O dua arah; MIWU/*Interrupt input*
18	RC0	I/O	TTL/CMOS/ST	Pin I/O dua arah
19	RC1	I/O	TTL/CMOS/ST	Pin I/O dua arah
20	RC2	I/O	TTL/CMOS/ST	Pin I/O dua arah
21	RC3	I/O	TTL/CMOS/ST	Pin I/O dua arah
22	RC4	I/O	TTL/CMOS/ST	Pin I/O dua arah
23	RC5	I/O	TTL/CMOS/ST	Pin I/O dua arah
24	RC6	I/O	TTL/CMOS/ST	Pin I/O dua arah
25	RC7	I/O	TTL/CMOS/ST	Pin I/O dua arah
26	OSC2	O	CMOS	*Output* osilator kristal – dalam mode R/C
27	OSC1	I	ST	*Input* osilator kristal – *input* sumber *clock* eksternal
28	$\overline{MCLR}$	I	ST	*Master Clear reset input – active low*

Catatan: I = ***Input*****, O =** ***Output*****, I/O =** ***Input/Output*****, P =** ***Power*****, TTL = TTL** ***input*****, CMOS = CMOS** ***input*****, ST =** ***Schmitt Trigger input*****, MIWU =** ***Multi-Input Wakeup input***

2.1.1.2 Organisasi memori

Memori pada SX28AC/DP terbagi menjadi dua blok memori, yaitu memori program dan memori data. Ukuran memori program adalah 2k word dengan lebar 12-bit word yang merupakan memori bersifat *Erasable Electrical Programmable Read Only Memory* (EEPROM). Sedangkan ukuran memori data sebesar 136 bytes pada RAM, dikelompokkan menjadi 8 bank dari 16 register dan 8 register not bank. Keduanya bisa dialamati baik secara langsung maupun tidak langsung menggunakan file select register (FSR). *Special-function register* dipetakan ke dalam memori data.

2.1.2 Sensor Objek

Sensor-sensor objek akan mengambil informasi dari lingkungan sekitarnya. Mikrokontroler akan menentukan langkah yang tepat berdasarkan informasi dari sensor. Sensor-sensor objek ini diantaranya sensor navigasi, sensor pedeteksi manusia dan sensor untuk dapat menaiki tangga.

2.1.2.1 Sensor navigasi

Salah satu alat untuk membantu navigasi (arah gerak) adalah kompas. Robot harus dilengkapi dengan sistem navigasi yang dapat memberikan informasi arah dengan baik agar robot dapat memutuskan dengan benar, ke arah mana seharusnya bergerak untuk mencapai lokasi yang diinginkan. Sensor kompas CMPS03 Magnetic Compass buatan Devantech Ltd digunakan sebagai sensor navigasi pada robot yang dirancang.

2.1.2.1.1 Sensor Kompas CMPS03

Gambar 2.4 di bawah ini adalah CMPS03 *magnetic compass* , sensor ini mempunyai ukuran 4 x 4 cm dan menggunakan sensor medan magnet Philips KMZ51. Sensor magnet ini cukup sensitif untuk mendeteksi medan magnet bumi. CMPS03 memiliki resolusi hingga 0,1 derajat dan pembacaan sudut dapat dilakukan dengan 2 pilihan antarmuka yaitu I2C atau PWM.

Spesifikasi untuk modul CMPS03 – Devantech Magnetic Compass, yaitu:

- Catu daya: +5 VDC
- Konsumsi arus: 15 mA
- Antarmuka: I2C atau PWM.



Gambar 2.4. *CMPS03*- Devantech Magnetic Compass

Ada dua cara untuk mendapatkan informasi arah dari modul kompas digital ini. Yang pertama dengan membaca sinyal PWM *(Pulse Width Modulation)* pada pin 4 atau yang kedua dengan membaca data interface I2C pada pin 2 dan 3.

Sinyal PWM merupakan sebuah sinyal yang telah dimodulasi lebar pulsanya. Dan pada CMPS03, lebar pulsa positif merepresentasikan sudut arah.

Lebar pulsa tersebut bervariasi, antara 1mS (0^0) sampai 36.99mS (359.9^0) yang berarti, lebar pulsa bisa berubah sebesar 100uS setiap derajatnya. Sinyal akan low selama 65mS di antara pulsa, sehingga total periodanya adalah 65mS + lebar pulsa positif (antara 66mS sampai 102mS). Pulsa tersebut dihasilkan oleh timer 16 bit di dalam prosesornya, yang memberikan resolusi 1uS.

Sedangkan interface I2C dapat digunakan untuk membaca data arah dalam bentuk data serial. Pada mode 8 bit, arah utara ditunjukkan dengan data 255 dengan resolusi 1,40625 derajat/bit. Pada mode 16 bit, arah utara ditunjukkan dengan data 65535 sehingga resolusinya menjadi 0,0055 derajat/bit. Data digital dari CMPS03 dapat langsung dibaca kontroler robot untuk mengetahui posisinya sekarang.

2.1.2.2 Sensor Pendeteksi Keberadaan Manusia

Sensor pendeteksi keberadaan manusia digunakan untuk mendeteksi adanya manusia. Robot dikatakan dapat mendeteksi manusia jika robot

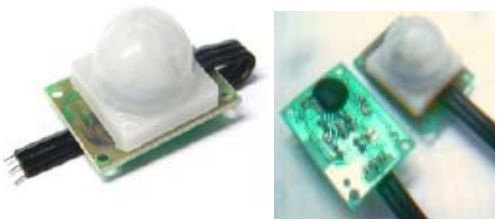
mendekati manusia tersebut dan pada robot ini digunakan 2 buah sensor *Passive Infrared* (PIR) *Module*.

2.1.2.2.1 Sensor PIR *(Passive Infrared) Module*

PIR atau *Passive Infrared* adalah merupakan sebuah sensor yang biasa digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia. Dikatakan *passive infrared* karena sensor ini hanya mengenali lingkungan tanpa adanya energi yang harus dipancarkan. Aplikasi ini biasa digunakan untuk sistem *alarm* pada rumah-rumah atau perkantoran. Proses kerja sensor ini dilakukan dengan mendeteksi adanya radiasi panas tubuh manusia yang diubah menjadi perubahan tegangan.

PIR merupakan kombinasi sebuah kristal *pyroelectric*, *filter* dan lensa Fresnel. Sensor ini sangat sensitif terhadap panas yang ditimbulkan suhu tubuh manusia dengan sudut deteksi 60^0. Kekurangan dari sensor ini adalah: pertama sudut deteksinya cukup besar. Kedua, selain sudut deteksinya yang cukup besar, respon sensor ketika mendeteksi manusia mencapai 25 detik.

PIR mendeteksi radiasi infra merah dari tubuh manusia yang sering digunakan dalam teknologi deteksi gerak. Detektor suhu yang digunakan hanya untuk mendeteksi adanya orang yang bergerak tanpa adanya kemampuan untuk mengikuti posisi objek. Sensor tersebut dapat secara langsung mendeteksi posisi obyek. Gambar 2.5 dibawah ini merupakan gambar dari sensor PIR KC7783R.



Gambar 2.5. *Passive Infra Red Module /w fresnel Lens* **KC7783R**

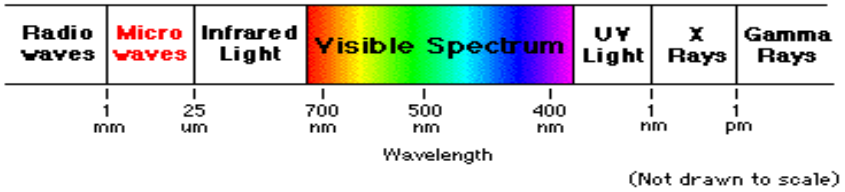
Passive Infrared (PIR) *Module* merupakan modul yang berguna untuk mendeteksi adanya suatu gerakan yang dilakukan manusia. Modul ini bekerja dengan cara menyimpan suhu sebelumnya dan kemudian membandingkannya dengan suhu sekarang, jika ada perbedaan maka dianggap ada perbedaan. Modul ini menggunakan *pasif infrared* sebagai sensornya.

Spesifikasi Teknis:

- DC Power Supply: 4.7 – 12 V
- Jangkauan Deteksi: 5 Meter (Max) pada sudut 0°
- Output High Voltage: 5 V
- Output Pulse width: 0.5 Sec (Min)

2.1.2.3 Sensor pendeteksi tangga (Sensor Infra Merah)

Cahaya infra merah tergolong ke dalam cahaya yang tidak tampak. Mempunyai panjang gelombang mulai 750 nm sampai 25 µm seperti terlihat pada gambar 2.6. Cahaya ini tidak dapat menembus benda padat seperti halnya cahaya tampak. Cahaya infra merah tidak bisa terlihat oleh mata manusia, karena jarak pandang manusia antara 400 nm sampai dengan 700 nm, seperti terlihat pada gambar 2.6.

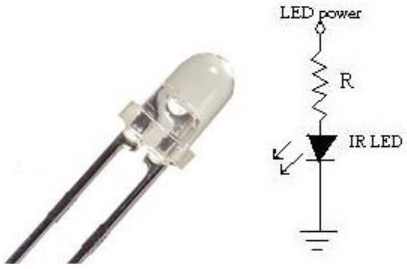


Gambar 2.6. *Beberapa spektrum gelombang cahaya*

Sensor infra-merah (*Infrared sensor*) atau lebih biasa disebut sensor IR digunakan untuk mendeteksi adanya tangga berwarna hitam. Sensor IR ini terbagi menjadi dua yaitu *IR Emiter* dan *IR Detector (Phototransistor).*

a. Sensor IR Emitter

Sensor IR emitter pada gambar 2.7 adalah LED *(Light Emmiting Diode)* infra merah, sebuah benda padat penghasil cahaya, yang menghasilkan spectrum cahaya infra merah yang terbuat dari bahan *gallium arsenide*, yang memancarkan cahaya infra-merah pada kisaran 880 nm.



(a) (b)

Gambar 2.7. *(a) Contoh IR Emiter;*
(b) Prinsip kerja IR Emiter.

b. Phototransistor

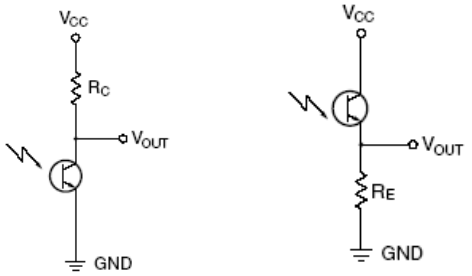
Phototransistor pada gambar 2.8, bekerja dengan cara menangkap emisi ultraviolet yang dikeluarkan oleh sensor infra merah. Prinsip kerja dari phototransistor adalah ketika basis menangkap cahaya dengan panjang gelombang tertentu maka *collector* akan terhubung dengan *emmiter* dalam hal ini transistor bekerja.



Gambar 2.8. *Contoh Phototransistor*

Phototransistor memiliki dua mode operasi yaitu mode aktif dan mode peralihan. Mode aktif artinya transistor akan

menghasilkan reaksi yang sebanding dengan besaran cahaya yang diterima sampai dengan tingkatan tertentu. Mode peralihan artinya phototransistor hanya akan berkondisi "*off*" atau "*on*" ketika terkena cahaya, mode ini berguna ketika dibutuhkan keluaran digital (0/1). Sedangkan phototransistor sendiri mempunyai karakteristik yang berbeda sebagai berikut:



(a) (b)

Gambar 2.9. *(a) Prinsip kerja rangkaian Phototransistor Common Emitter;*
(b) Prinsip kerja rangkaian Phototransistor Common-Collector

Tabel 2.2. *Tabel karakteristik tipe-tipe phototransistor*

Material	Wavelength range nm
Silicon	**190 – 1100**
Germanium	**400 – 1700**
Indium gallium arsenide	**800 – 2600**
Lead sulfide	**<1000 – 3500**

2.1.3 Komparator

Komparator secara harfiah berarti membandingkan, dalam hal ini adalah membandingkan dua jenis tegangan pada kedua masukannya.

Dalam prakteknya tegangan yang satu dicatu oleh suatu acuan (*reference)* yang besarnya tetap, sedangkan yang lainnya oleh suatu masukan tegangan yang variable, bilamana tersambung (*on*). Apabila masukan *non inverting* lebih positif dari masukan *inverting*-nya, maka akan diperoleh keluaran maksimum positif. Dan

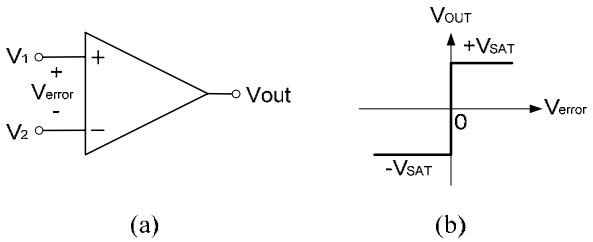
bilamana masukan *inverting* lebih positif dibandingkan masukan *non invertingnya*, maka akan diperoleh keluaran maksimum negatif.

Komparator adalah suatu penguat operasional (Op-amp). Penguat operasional adalah penguat dengan gain tinggi dan terhubung secara langsung. Penguat ini biasanya digunakan untuk menguatkan sinyal berjalur frekuensi lebar dan digunakan bersama jaringan umpan balik eksternal. Penguat operasional memiliki 5 terminal dasar, yaitu 2 untuk mensuplai daya, 2 untuk masukan dan satu untuk keluaran.

Penguat operasional memiliki beberapa ketentuan ideal. Ketentuan-ketentuan ini tidak terdapat dalam praktek, namun asumsi-asumsi mengenai ini memungkinkan orang untuk melakukan analisa dengan cepat mengenai rangkaian umpan balik pada penguat operasional. Ketentuan-ketentuan ideal penguat operasional ini, antara lain:

a. Penguatan *open loop* besar (A >>).
b. Vo = 0 jika V1=V2.
c. Impedansi *input* tinggi (Z >>).
d. Impedansi *output* mendekati 0 (Zo <<).
e. Tidak ada tegangan *offset*.

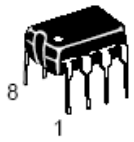
Cara yang termudah untuk menggunakan suatu penguat operasional adalah loop terbuka (tidak ada resistor umpan balik), seperti ditunjukkan dalam gambar 2.10 (a) karena penguat yang tinggi dari penguat operasional tegangan kesalahannya sedikit (secara tipikal dalam mikrovolt) menimbulkan ayunan (*swing*) *output* maksimum. Misalnya, jika V_1 lebih besar daripada V_2, tegangan kesalahan adalah positif dan tegangan *output* menuju harga positif maksimum secara tipikal 1 sampai 2 V kurang dari tegangan catu. Jika V_1 lebih kecil dari V_2, tegangan *output* berayun ke tegangan negatif maksimum.



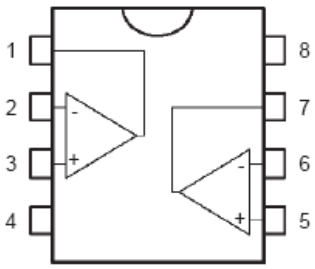
Gambar 2.10. *OpAmp*

Gambar 2.10 (b) meringkaskan gerak tersebut. Tegangan kesalahan positif mendorong *output* ke $+V_{SAT}$ harga maksimum dari tegangan *output*. Tegangan kesalahan negatif menimbulkan tegangan *output* $-V_{SAT}$. Jika sebuah penguat operasional digunakan seperti ini, maka disebut *komparator* karena semua yang dapat dilakukannya adalah membandingkan V_1 dan V_2 yang menghasilkan *output* positif atau negatif jenuh, tergantung pada apakah V_1 lebih besar atau lebih kecil daripada V_2.

Komparator yang digunakan untuk robot berkaki ini adalah LM 393N. IC ini mempunyai kemampuan untuk menghasilkan dua keluaran (*output*) untuk dibaca oleh mikrokontroler.



Gambar 2.11. *Komparator LM393*



Gambar 2.12. *Konfigurasi pin Komparator LM393*

Tabel 2.3. *Tabel deskripsi pin LM393*

No Pin	Fungsi
1	Output 1
2	Inverting Input 1
3	Non-Inverting Input 1
4	GND
5	Non-Inverting Input 2
6	Inverting Input 2
7	Output 2
8	Vcc

2.2 PERANGKAT LUNAK (*SOFTWARE*)

Perangkat lunak merupakan faktor penentu paling akhir dalam tahap perancangan robot. Perangkat lunak ini berupa algoritma gerak dan tugas robot dalam bentuk listing program yang ditanamkan kedalam mikrokontroler. Program dapat bermacam-macam bentuk versi dan bahasa pemrogramannya, sesuai dengan spesifikasi dari mikrokontroler yang digunakan.

Mikrokontroler SX28AC/DP adalah jenis mikrokontroler yang didalamnya sudah terdapat *interpreter chip*. Di dalam *interpreter chip* sudah terdapat program kecil yang berfungsi untuk menginterpretasikan program yang ditulis di dalam *Basic Stamp Editor*. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk mengisikan program ke dalam mikrokontroler ini adalah Bahasa PBasic, yang bahasa pemrogramannya hampir sama dengan bahasa Basic.

2.2.1 Ringkasan Instruksi

Instruksi yang dapat digunakan pada editor basic stamp relatif cukup banyak dan bergantung dari type dan jenis *basic stamp* yang digunakan. Berikut ini beberapa instruksi-instruksi dasar yang dapat digunakan pada mikrokontroler *basic stamp* dengan type BS2SX.

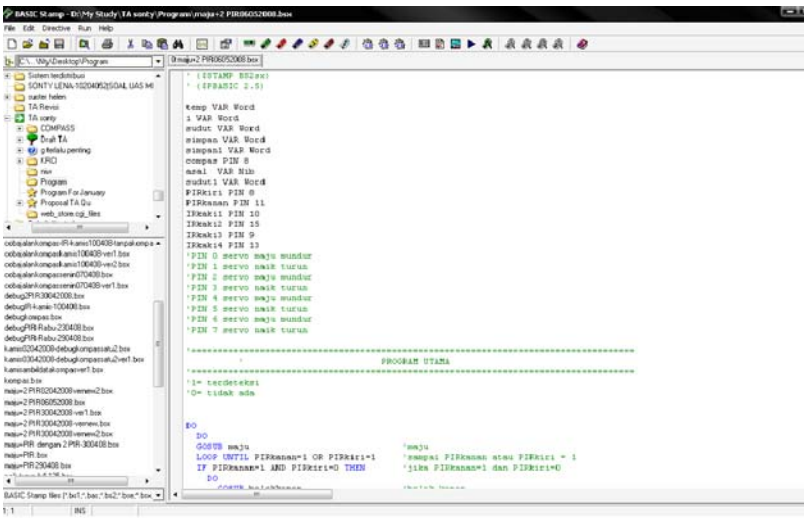
Tabel 2.4. *Beberapa instruksi dasar*

Instruksi	Keterangan
DO…LOOP	Perulangan
GOSUB	Memanggil prosedur

Instruksi	Keterangan
IF…THEN	Percabangan
SELECT…CASE	Pencabangan
FOR..NEXT	Perulangan
HIGH	Menset pin I/O menjadi 1
LOW	Menset pin I/O menjadi 0
PAUSE	Delay atau waktu tunda
PWM	Konversi suatu nilai digital ke keluaran analog lewat pulse-width modulasi
COUNT	Menghitung jumlah pulsa (0-1-0 atau 1-0-1)
PULSOUT	Membangkitkan pulsa
PULSIN	Menerima/membaca pulsa yang diterima
GOTO	Menuju/loncat ke alamat memori tertentu

2.2.2 Editor Basic Stamp

Editor Basic Stamp merupakan sebuah software yang dapat dijalankan pada dua jenis versi sistem operasi, yakni DOS dan Windows. Software ini dapat berjalan pada komputer dengan sistem minimum, tanpa harus membutuhkan spesifikasi komputer yang sangat canggih. Gambar 2.13 berikut ini merupakan tampilan jendela program editor Basic Stamp yang berjalan pada sistem operasi windows.



Gambar 2.13. *Tampilan Program Basic Stamp Editor*

Dari jendela editor basic stamp pada gambar 2.14 terdapat beberapa bagian, diantaranya menu dan toolbar yang digunakan untuk melakukan operasi file seperti *New, Open, Save*, serta pengeditan *listing* program yang sedang dirancang. Gambar berikut merupakan bagian menu dan toolbar pada editor basic stamp.



Gambar 2.14. *Tampilan Menu/ToolBar editor Basic Stamp*

Setiap file yang dibuka pada program editor Basic Stamp akan dibuatkan tab editor seperti yang terlihat pada gambar 2.15, sehingga memudahkan pengguna software untuk berpindah-pindah dari satu file ke file yang lain.



Gambar 2.15. *Contoh tampilan tab editor dengan 3 file terbuka*

Gambar 2.16 berikut memperlihatkan editor/lembar kerja dari editor Basic Stamp. Disinilah tempat penulisan *listing* program yang akan dibuat. Adapun warna-warna tulisan seperti yang terlihat dibawah tidak diwarnai secara manual, melainkan secara otomatis akan dilakukan oleh software sesuai dengan ketentuan penulisan *listing* program.



Gambar 2.16. *Contoh editor Basic Stamp*

Pada bagian bawah dari tampilan program editor basic stamp terdapat bagian yang bernama status bar seperti yang terlihat pada gambar 2.17. Status bar ini berfungsi menampilkan beberapa keterangan yang berhubungan dengan penulisan/pengeditan *listing* program, diantaranya posisi kursor berada, dan sukses atau gagalnya pengisian program ke dalam mikrokontroler.



Gambar 2.17. *Tampilan Status Bar pada program editor Basic Stamp*

2.2.3 Cara Pembuatan program

Pembuatan *listing* program dengan menggunakan editor basic stamp diawali dengan menentukan jenis/tipe mikrokontroler basic stamp dan versi bahasa PBASIC yang digunakan. Hal ini sangatlah mudah karena cukup memilih/meng-klik icon jenis/tipe basic stamp dan versi bahasa PBASIC yang akan kita gunakan pada toolbar, seperti yang terlihat pada gambar 2.18 berikut :



Gambar 2.18. *Icon type Basic Stamp dan versi bahasa PBASIC*



Gambar 2.19. *Tampilan jenis Basic Stamp dan versi bahasa PBASIC pada editor*

Setelah menentukan tipe/jenis Basic Stamp dan versi bahasa PBASIC yang akan digunakan, dilanjutkan dengan penulisan listing program. Ketentuan penulisan Listing program tergolong cukup mudah dan dapat diselesaikan dalam waktu yang relatif singkat, karena menggunakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yakni PBASIC yang bahasa pemrogramannya hampir sama dengan BASIC. Dalam penulisan Listing program dapat ditambahkan komentar yang dapat membantu proses pengeditan jika terjadi kesalahan dengan algoritma program yang dibuat. Gambar 2.20 berikut ini contoh tampilan editor basic stamp yang berisi potongan program lengkap dengan deklarasi variabel dan komentar.



Gambar 2.20. *Contoh tampilan editor Basic Stamp yang berisi potongan program*

Dalam perancangan perangkat lunak, ada beberapa instruksi-instruksi umum yang sering digunakan, seperti perulangan, percabangan dan rutin/prosedur. Berikut ini ditunjukkan cara-cara penggunaan instruksi-instruksi umum pada mikrokontroler *basic stamp*.

2.2.3.1. Perulangan

Ada beberapa cara perulangan yang dapat digunakan pada mikrokontroler Basic Stamp, diantaranya :

- FOR…NEXT (perulangan yang dibatasi)

  Contoh :

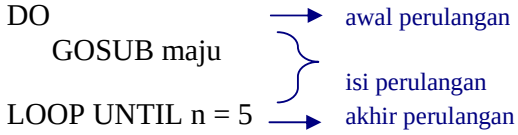
```
FOR temp = 1 to 40      → awal perulangan
PULSOUT 0,2300
PULSOUT 4,1450          } isi perulangan
PULSOUT 3,1700
PULSOUT 6,1150
PAUSE 2
NEXT                    → akhir perulangan
```

- DO…LOOP (perulangan secara terus menerus)

  Contoh :

```
DO                      → awal perulangan
    GOSUB maju          } isi perulangan
LOOP                    → akhir perulangan
```

Perulangan DO…LOOP ini selain dapat digunakan untuk perulangan tanpa batas dapat juga digunakan pada perulangan yang dibatasi. Untuk jumlah perulangan yang dibatasi tinggal menambahkan UNTIL dengan syarat perulangan pada instruksi DO…LOOP. Contohnya :



2.2.3.2. Percabangan

Instruksi percabangan yang dapat digunakan pada mikrokontroler *Basic Stamp* ada beberapa jenis, diantaranya :

- IF…THEN

Syntax :

```
IF Condition THEN
   Statement(s)
ELSEIF Condition(s) THEN
  Statement(s)
ELSE
  Statement(s)
ENDIF
```

Contoh :

```
IF PIRkanan=1 AND PIRkiri=0 THEN
        DO
              GOSUB belokkanan
        LOOP UNTIL PIRkiri=1 AND PIRkanan=1
ELSEIF PIRkanan=0 AND PIRkiri=1 THEN
        DO
              GOSUB belokkiri
        LOOP UNTIL PIRkanan=1 AND PIRkiri=1
ELSEIF PIRkanan=0 AND PIRkiri=0 THEN
        DO
              GOSUB belokkanan
       LOOP UNTIL PIRkanan=1 OR PIRkiri=1
ENDIF
```

- SELECT…CASE

  Syntax : **SELECT** *Expression*

  CASE *Condition(s)*

  Statement(s)

  CASE *Condition(s)*

  Statement(s)

  CASE ELSE

  Statement(s)

  ENDSELECT

- Contoh : Tidak ada program yang menggunakan instruksi SELECT…CASE

Dalam pemilihan instruksi percabangan yang akan digunakan disesuaikan dengan kebutuhan dan bentuk percabangan yang akan di buat.

2.2.3.3. Rutin/Prosedur

Prosedur merupakan sekumpulan instruksi yang karena berbagai pertimbangan dipisahkan dari program utama. Bagian-bagian di program utama akan memanggil prosedur, jadi mikrokontroler sementara akan meninggalkan aliran program utama untuk mengerjakan instruksi-instruksi dalam prosedur. Setelah selesai mengerjakan prosedur, maka mikrokontroler akan kembali ke aliran program utama.

Contoh :

Prosedur :

```
maju:                    --> nama prosedur
    FOR temp=1 TO 40
    PULSOUT 0,2300
    PULSOUT 4,1450
    PULSOUT 3,1700       --> isi prosedur
    PULSOUT 6,1150
    PAUSE 2
    NEXT
    PAUSE 5
    RETURN               --> keluar dari prosedur dan kembali ke baris instruksi setelah pemanggilan prosedur
```

Pemanggilan prosedur

…….. → baris instruksi lainnya

……..

GOSUB maju → baris instruksi pemanggilan prosedur

……..

2.2.3.4. Pengaksesan port I/O

Jumlah port I/O yang dapat digunakan pada mikrokontroler *Basic Stamp* berjumlah 16 buah, dimulai dari port 0 sampai port 15 yang masing-masing port dapat difungsikan sebagai input maupun output. Dalam pengaksesan (mengeset atau membaca) port I/O dapat langsung disebutkan/dituliskan nomor port I/O yang akan di akses.

Contoh :

HIGH 12 → mengeset port 12 menjadi high

LOW 14 → mengeset port 14 menjadi low

IF 6 = 1 THEN → membaca port 6 apakah high

IF 7 = 0 THEN → membaca port 7 apakah low