

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Robotik

Sulit untuk membandingkan jumlah robot yang ada di berbagai negara, dimana adanya beragam definisi apakah yang disebut robot itu. Organisasi internasional untuk standarisasi memberi definisi robot pada ISO 8373, yaitu sesuatu yang dapat dikontrol secara otomatis, dapat diprogram ulang, *multipurpose*, untuk *manipulator* dapat diprogram dalam tiga atau lebih axis, dimana dapat bersifat *fix in place* atau *mobile* untuk digunakan oleh *International Federation of Robotics*, *European Robotics Research Network* (EURON), dan banyak komite standar nasional lainnya.

Robotik memiliki unsur yang sedikit berbeda dengan ilmu-ilmu dasar atau terapan yang lain dalam berkembang. Ilmu dasar biasanya berkembang dari suatu asas atau hipotesis yang kemudian diteliti secara metodis. Ilmu terapan dikembangkan setelah ilmu-ilmu yang mendasarinya berkembang baik. Sedangkan ilmu robotik lebih sering berkembang melalui pendekatan praktis pada awalnya. Kemudian melalui pendekatan atau perumpamaan (asumsi) dari hasil pengamatan perilaku makhluk hidup atau benda/mesin/peralatan bergerak lainnya. Pada dasarnya dilihat dari struktur dan fungsi fisiknya robot dibagi menjadi dua bagian yaitu *non-mobile* dan *mobile robot*. Sesuai dengan namanya *non-mobile* merupakan robot yang tidak

bersifat *mobile* seperti robot *arm* atau *manipulator*. Sedangkan *mobile* robot merupakan robot bersifat *mobile* seperti robot beroda atau robot berkaki.

Mobile robot adalah tipe robot yang paling populer dalam penelitian robotik. Publikasi dengan judul yang berkaitan dengan *mobile* sering menjadi daya tarik, tidak hanya bagi kalangan peneliti, tapi juga bagi kalangan awam. Dari segi manfaat, Penelitian tentang berbagai tipe *mobile* robot diharapkan dapat membantu manusia dalam melakukan otomasi dalam transportasi, *platform* bergerak untuk robot industri, eksplorasi tanpa awak, dan masih banyak lagi.

2.1.1. Mekatronik

Mekatronik adalah istilah umum yang menjadi populer seiring dengan perkembangan padu mekanik dan elektronik. Mekatronik terdiri dari empat disiplin ilmu, yaitu mekanik, elektronik, teknik kontrol berbasis *processor* dan pemrograman. Sebuah produk mekatronik belum tentu robotik namun robot merupakan bagian dari mekatronik. Dalam membangun sebuah robot, perlu diketahui bahwa sebuah robot terdiri dari 75 persen mekanik dan 25 persen elektronik dan mekatronik.

2.1.2. Interaksi Manusia dengan Robot

Kehadiran robot dalam kehidupan manusia makin hari disadari makin banyak manfaatnya. Robotik tidak lagi dipandang sebagai ilmu yang berkembang hanya dalam konteks teknologi (fisik) saja, namun

semakin hari semakin banyak masalah yang berkaitan dengan lingkungan hidup manusia yang perlu juga diambil perhatian.

Interaksi antara manusia dengan robot atau mesin dapat dinyatakan dalam tiga tingkatan, yaitu:

1. Manusia sebagai kontroler robot sepenuhnya.
2. Manusia sebagai manager dari operasi robot, dan
3. Manusia dan robot berada dalam kesetaraan.

Interaksi yang paling dasar antara manusia dengan robot adalah interaksi yang menempatkan manusia sebagai pengontrol gerakan robot sepenuhnya. Dalam hal ini biasanya robot tidak memiliki kemampuan untuk melakukan sendiri segala gerakan. Semua titik aktuator dapat digerakkan melalui “perintah” operator atau manusia. Robot hampir tidak memerlukan sensor dalam pergerakannya. Dengan campur tangan manusia ini maka pergerakan robot dapat langsung dipantau secara *visual* melalui penglihatan mata. Sensor secara perangkat keras yang dibutuhkan mungkin hanya berupa *limit switch* untuk menghindari gerakan yang berbahaya atau diluar kontrol. Cara ini dikenal sebagai pengendalian robot menggunakan *remote control*, baik secara *wireless* (tanpa kabel) maupun menggunakan kabel.

Pada tingkatan berikutnya, manusia bertindak sebagai “manager” bagi robot. Tugas secara detil dilakukan sendiri oleh robot, sedang tugas secara keseluruhan diatur operator. Dalam hal tertentu robot sudah dimuati kemampuan kontrol otomatis (umpan balik), seperti kontrol posisi tiap sendi, kontrol kecepatan rotasi dan kontrol

torsi (reaktif terhadap pembebanan). Dalam segi operasional, dalam tugas-tugas tertentu robot dalam kelas ini masih memerlukan arahan dari operator.

Konteks interaksi robot dalam kesetaraan (dengan tentunya tetap berpegang pada prinsip bahwa robot adalah pembantu manusia) perlu dijabarkan lebih rinci dengan beberapa alasan yang dapat ditunjukkan seperti dalam tabel 2.1. Dengan memperhatikan masing-masing kelebihan dan kekurangan maka manfaat akan lebih besar jika manusia dan robot dapat berkolaborasi.

Tabel 2.1 Perbandingan Kemampuan Kerja Manusia dengan Robot

Manusia	Robot
Mudah letih	Tidak pernah letih
Kurang presisi	Sangat presisi
Kualitas kerja tidak stabil	Kualitas kerja stabil
Pengalaman banyak dan dinamis	Sukar dibuat dinamis dalam mengakomodasikan pengalaman kerja
Pengetahuan bersifat global	Pengetahuan tergantung program
Mengerti tugas secara alami	Kemampuan adaptasi sangat terbatas

Pada bab ini juga dibahas teori penunjang dari sistem yang akan dirancang. Beberapa pokok pembahasan yang akan dijabarkan adalah:

1. Solar Panel atau Panel Surya
2. Arduino Atmel Atmega168-20AU.
3. Motor.
4. Sensor.
5. Bahasa pemrograman.

2.2. Solar Panel

Solar panel atau Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik melalui proses aliran-aliran elektron negatif dan positif didalam *cell* modul tersebut karena perbedaan *electron*. Hasil dari aliran elektron-elektron akan menjadi listrik DC yang dapat langsung dimanfaatkan untuk mengisi *battery* / aki sesuai tegangan dan *ampere* yang diperlukan. Komponen inti dari sistem PLTS ini meliputi peralatan : Modul *Solar Cell*, *Regulator* / *controller*, *Battery* / *Aki*, *Inverter DC to AC*, Beban / *Load*. Mereka disebut surya atas matahari atau "sol" karena matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel *photovoltaic*, *photovoltaic* dapat diartikan sebagai "cahaya-listrik". Sel surya atau sel PV bergantung pada efek *photovoltaic* untuk menyerap energi matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan.

Jumlah penggunaan panel surya di porsi pemroduksian listrik dunia sangat kecil, tertahan oleh biaya tinggi per *watt*nya dibandingkan dengan bahan bakar fosil - dapat lebih tinggi sepuluh kali lipat, tergantung keadaan. Dalam beberapa aplikasi yang terbatas seperti, menjalankan "buoy" atau alat di gurun dan area terpencil lainnya, dan dalam eksperimen lainnya digunakan untuk memberikan tenaga untuk mobil balap dalam kontes seperti tantangan surya dunia di Australia.

Pada 2001 Jepang telah memasang kapasitas 0,6 MWp tenaga surya, sementara itu Jerman memilik 0,26 MWp dan Amerika Serikat 0,16 MWp. Pada saat ini tenaga listrik surya seluruh dunia kira-kira sama dengan yang diproduksi oleh satu kincir angin bear. Di AS biaya pemasangan panel surya ini telah jatuh dari \$55 per *watt* puncak pada 1976 menjadi \$4 per *watt* peak di 2001.

2.2.1. Jenis-jenis Panel Surya

Berdasarkan jenis bahan dalam pembuatannya panel surya dibagi menjadi empat jenis yaitu monokristal, polikristal, *amorphous* dan *compound* atau *gallium arsenide*. Perbandingan antara ke empat jenis bahan pembuatan panel surya disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Jenis Bahan Pembuatan Solar Panel

Jenis Bahan	Efisiensi Perubahan Daya	Daya Tahan	Biaya	Keterangan	Penggunaan
Mono	Sangat Baik	Sangat Baik	Baik	Kegunaan Pemakaian Luas	Sehari-hari
Poly	Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Cocok untuk produksi massal dimasa depan	Sehari-hari
Amorphous	Cukup Baik	Cukup Baik	Baik	Bekerja baik dalam pencahayaan fluorescent	Sehari-hari & perangkat komersial (kalkulator)
Coumpound (GaAs)	Sangat Baik	Sangat Baik	Cukup Baik	Berat & Rapuh	Pemakaian di luar angkasa

2.2.1.1. Monokristal

Sel surya yang terdiri atas p-n *junction* monokristal silikon atau yang disebut juga *monocrystalline photovoltaic*, mempunyai kemurnian yang tinggi yaitu 99,999%. Efisiensi sel fotovoltaik jenis silikon monokristal mempunyai efisiensi konversi yang cukup tinggi yaitu sekitar 16 sampai 17%.



Gambar 2.1 Panel Surya Monokristal

2.2.1.2. Polykristal

Polycrystalline Photovoltaic atau sel surya yang bermateri polykristal dikembangkan atas alasan mahalnya materi monokristal per kilogram. Efisiensi konversi sel surya jenis silikon polikristal berkisar antara 12% hingga 15%.



Gambar 2.2 Panel Surya Polykristal

2.2.1.3. Amourphous

Sel surya bermateri *Amorphous Silicon* merupakan teknologi fotovoltaik dengan lapisan tipis atau thin film. Ketebalannya sekitar $10\mu\text{m}$ (micron) dalam bentuk modul surya. Efisiensi sel dengan silikon amorfous berkisar 6% sampai dengan 9%.



Gambar 2.3 Panel Surya Amourphous

2.2.1.4. Coumpound (Gallium Arsenide)

Gallium Arsenide dapat mengkonversi sekitar 40% radiasi matahari menjadi listrik, sehingga dua kali lebih efektif dibandingkan silikon. Efisiensi ini membuat gallium arsenide menjadi bahan pilihan untuk membangun sel surya pesawat ruang angkasa, tetapi harga gallium arsenide selangit.



Gambar 2.4 Panel Surya Coumpounds

2.3 Arduino

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (integrated circuit) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai 'otak' yang mengendalikan input, proses dan output sebuah rangkaian elektronik.

Mikrokontroler ada pada perangkat elektronik di sekeliling kita. Misalnya handphone, MP3 player, DVD, televisi, AC, dll. Mikrokontroler juga dipakai untuk keperluan mengendalikan robot.

Baik robot mainan, maupun robot industri. Kegunaan Arduino tergantung kepada kita yang membuat program. Arduino bisa digunakan untuk mengontrol LED, bisa juga digunakan untuk mengontrol helikopter. Contoh yang sudah pernah dibuat adalah MP3 player, pengontrol motor, mesin CNC, monitor kelembaban tanah, pengukur jarak, penggerak servo, balon udara, pengontrol suhu, monitor energi, stasiun cuaca, pembaca RFID, drum elektronik, GPS logger, monitoring bensin dan masih banyak lagi.

Kelebihan Arduino Tidak perlu perangkat chip programmer karena di dalamnya sudah ada bootloader yang akan menangani upload program dari komputer. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna Laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya. Bahasa pemrograman relatif mudah karena software Arduino dilengkapi dengan kumpulan library yang cukup lengkap. Memiliki modul siap pakai (shield) yang bisa ditancapkan pada board Arduino. Misalnya shield GPS, Ethernet, SD Card, dll.

Bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C. Tetapi bahasa ini sudah dipermudah menggunakan fungsi-fungsi yang sederhana sehingga pemula pun bisa mempelajarinya dengan cukup mudah.

- **Input / Output Digital**

Input/Output Digital atau digital pin adalah pin-pin untuk menghubungkan Arduino dengan komponen atau rangkaian digital.

Misalnya kalau ingin membuat LED berkedip, LED tersebut bisa dipasang pada salah satu pin I/O digital dan ground. Komponen lain yang menghasilkan output digital atau menerima input digital bisa disambungkan ke pin-pin ini.

- **Input Analog**

Input Analog atau analog pin adalah pin-pin yang berfungsi untuk menerima sinyal dari komponen atau rangkaian analog. Misalnya dari potensiometer, sensor suhu, sensor cahaya, dsb.

- **Catu Daya**

Pin-pin catu daya adalah pin yang memberikan tegangan untuk komponen atau rangkaian yang dihubungkan dengan Arduino. Pada bagian catu daya ini terdapat juga pin Vin dan Reset. Vin digunakan untuk memberikan tegangan langsung kepada Arduino tanpa melalui tegangan USB atau adaptor. Reset adalah pin untuk memberikan sinyal reset melalui tombol atau rangkaian eksternal.

- **Baterai / Adaptor**

Soket baterai atau adaptor digunakan untuk menyuplai Arduino dari baterai/adaptor 9V pada saat Arduino sedang tidak disambungkan ke komputer. Kalau Arduino sedang disambungkan ke komputer melalui USB, Arduino mendapatkan suplai tegangan dari USB, jadi tidak perlu memasang baterai/adaptor saat memprogram Arduino.

Karena komponen utama Arduino adalah mikrokontroler, maka Arduino pun dapat diprogram menggunakan komputer sesuai kebutuhan kita. Pengendali mikro atau microcontroller adalah sistem microprocessor lengkap yang terkandung di dalam sebuah chip. Microcontroller berbeda dari microprocessor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena sebuah microcontroller umumnya telah berisi komponen pendukung sistem minimal microprocessor, yakni memori dan antarmuka I/O. Microcontroller adalah sebuah sistem microprocessor dimana didalamnya sudah terdapat CPU, RAM, ROM, I/O, Clock dan peralatan internal lainnya yang sudah saling terhubung dan terorganisasi (teralamati) dengan baik oleh pabrik pembuatnya dan dikemas dalam satu chip yang siap pakai.

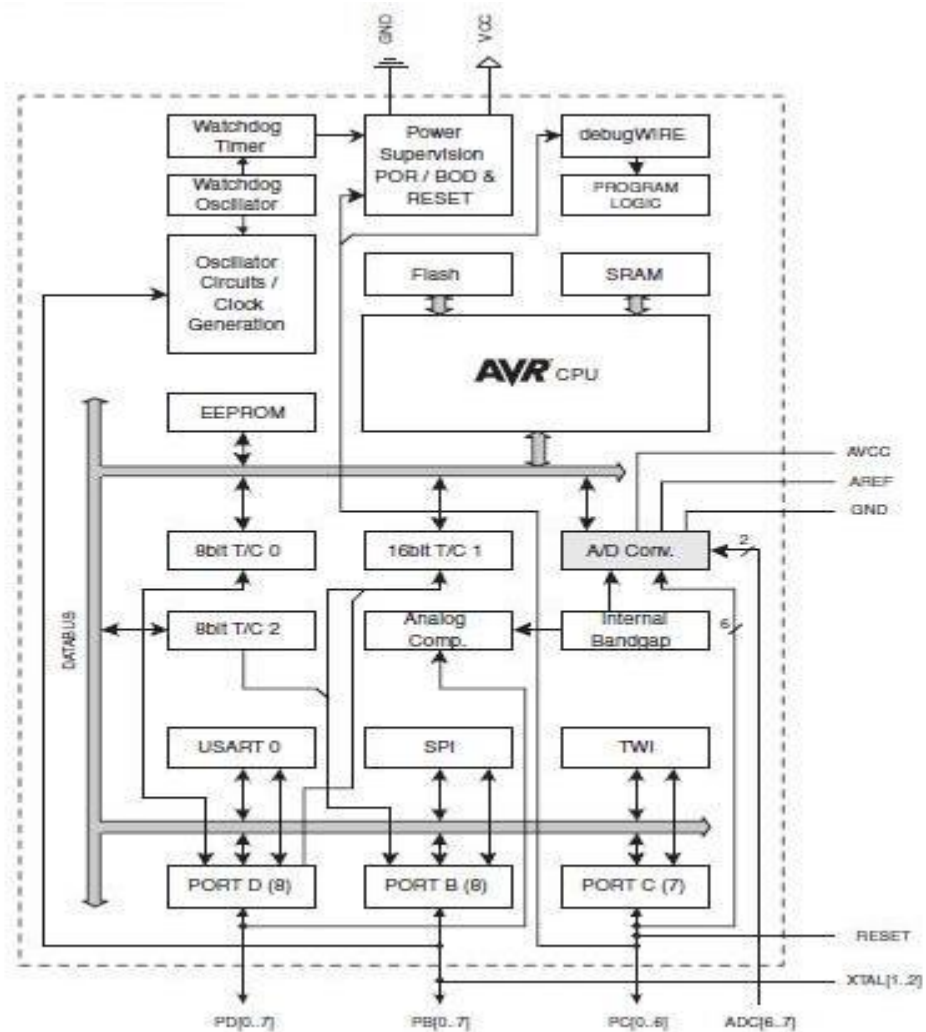
Ada berbagai macam jenis microcontroller yang beredar di pasaran yang masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Berikut merupakan beberapa jenis microcontroller yang dapat digunakan :

1. Atmel (AT91, AT90, AT89, Tiny, Mega, AVR, dll).
2. Fujitsu (FR Family, FR- V Family, dll).
3. Intel (8XC42, MCS48, MCS51, 8061, 8xC251, dll).
4. Philips Semiconductors (LPC2000, LPC900, LPC 700, dll).
5. Western Design Center (W65C02, W65816, dll).

2.3.1 Atmel Atmega168-20AU

Pada skripsi ini arduino yang digunakan adalah arduino yang menggunakan chip Atmega168. Atmega168 merupakan salah satu IC yang sering digunakan dalam dunia elektronika. Mikrokontroler 8-bit dengan performa tinggi serta rendah daya, Atmel AVR berbasis RISC ini menggabungkan 16KB ISP flash memory, 1KB SRAM, EEPROM 512B, 8-channel/10-bit A / D converter (TQFP dan QFN / MLF), dan debug WIRE untuk on-chip debugging. Perangkat ini mendukung throughput dari 20 MIPS pada 20 MHz dan beroperasi antara 2,7-5,5 volt.

Dengan mengeksekusi instruksi yang kuat dalam satu siklus clock tunggal, perangkat dapat mencapai throughputs mendekati 1 MIPS per MHz, dengan menyeimbangkan konsumsi daya dan kecepatan pemrosesan.



Gambar 2.5 Blok Diagram Atmega168.

Microcontroller ini merupakan keluarga dari microcontroller Atmel AVR. Atmel AVR adalah jenis microcontroller yang paling sering dipakai dalam bidang elektronika dan instrumentasi. Microcontroller AVR ini memiliki arsitektur Reduce Instruction Set Computing (RISC) delapan bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit dan sebagian besar instruksi di eksekusi dalam satu siklus clock. Secara umum, AVR dapat dikelompokkan dalam empat kelas, yaitu keluarga ATTiny, Keluarga AT90S, keluarga Atmega dan AT86RFxx. Untuk lebih jelas bentuk fisik dari Atmega168 dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Atmega168

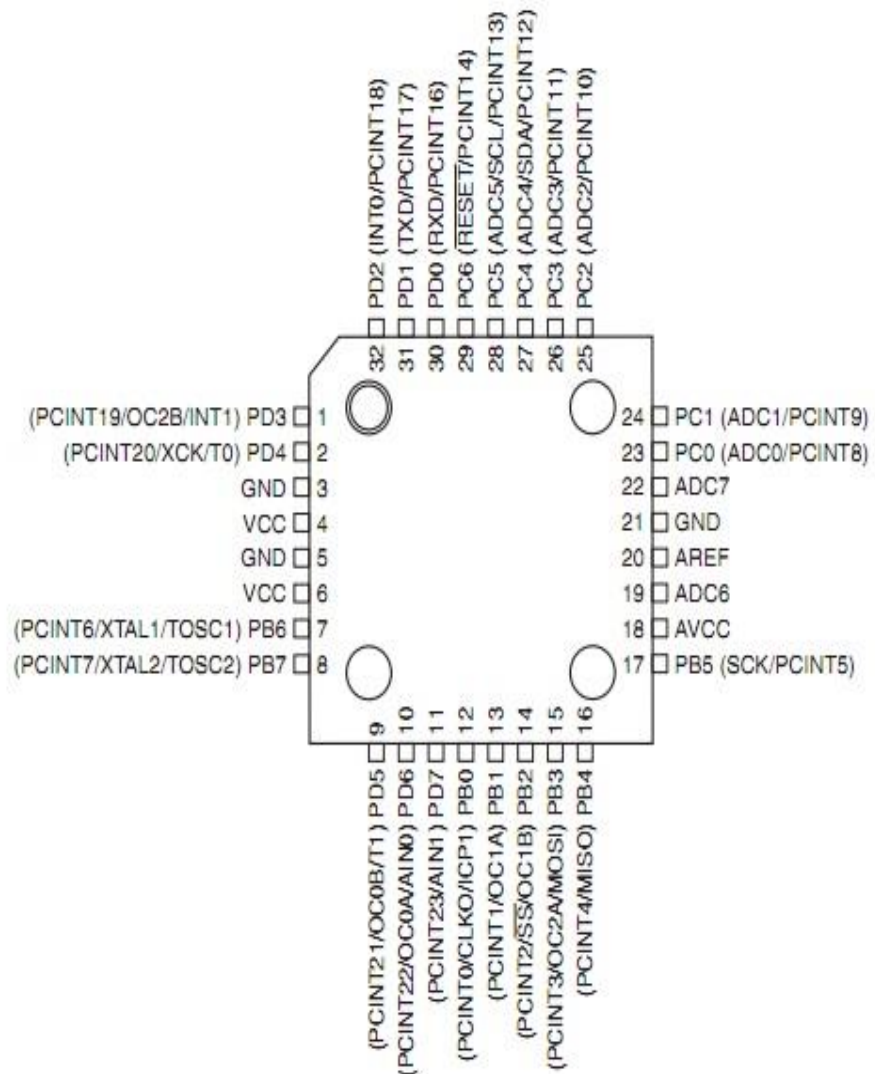
2.3.2 Fitur-fitur Atmega168

Seperti pada microcontroller lainnya microcontroller AVR Atmega168 juga memiliki fitur-fitur yang menjadi keunggulannya. Fitur-fitur tersebut adalah sebagai berikut:

1. Flash memory sebesar 14 kbytes (2 kbytes dari 16 kbytes flash memory dipakai untuk bootloader).
2. 1 kbytes internal SRAM.
3. 2 buah 8 bit Timer/Counter dan sebuah 16 bit Timer/Counter.
4. Programmable Serial USART.
5. Master/Slave SPI Interface dan byte-oriented TWI (2-Wire Interface).
6. Watchdog Timer.

2.3.3 Konfigurasi Pin AVR Atmega168

Pada IC microcontroller AVR Atmega168 terdapat total 32 pin yang digunakan. Fungsi masing-masing pin tersebut berbeda-beda dan telah ditentukan oleh pabrikannya. Konfigurasi pin dari microcontroller AVR Atmega168 dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Konfigurasi Pin Atmega168

2.3.4. Memori AVR Atmega168

Arsitektur AVR mempunyai dua buah ruang memori utama yaitu ruang memori program dan data memori. Untuk tambahan, AVR

Atmega168 mempunyai fitur sebuah memori EEPROM untuk penyimpanan data. Ketiga ruang memori tersebut bersifat linear dan reguler.

2.3.5. Reset dan Power System

Pada saat reset semua I/O Register diatur kembali ke nilai inisialnya, dan program akan mulai berjalan kembali dan reset vector. Apabila program tidak pernah memperbolehkan sumber interupsi, maka vector interupsi tidak digunakan dan kode program reguler dapat ditempatkan pada lokasi tersebut. Ini juga keadaan yang terjadi apabila reset vector ada pada bagian aplikasi saat vector interupsi ada pada bagian boot atau vice versa.

Port I/O pada AVR dengan segera melakukan reset ke initial state-nya bila sumber reset aktif. Ini tidak membutuhkan suatu sumber clock untuk berjalan. Setelah semua sumber reset menjadi tidak aktif, sebuah delay counter berjalan, memperpanjang waktu reset internal. Hal ini memberikan sumber daya waktu untuk mencapai kondisi yang stabil sebelum mulai beroperasi secara normal.

2.3.6. Interupsi

Interupsi adalah suatu kejadian atau peristiwa yang menyebabkan microcontroller berhenti sejenak untuk melayani interupsi tersebut. Kondisi yang membuat CPU berhenti dari rutinitasnya yang sedang dikerjakan (rutin utama) untuk mengerjakan rutin lain (rutin interupsi). Program yang dijalankan pada saat

melayani interupsi disebut Interrupt Service Routine (Rutin Layanan Interupsi).

Pada saat sistem microcontroller sedang menjalankan programnya dan terjadi interupsi menyebabkan program berhenti sesaat, Melayani interupsi tersebut dengan menjalankan program yang berada pada alamat yang ditunjuk oleh vektor dari interupsi yang terjadi hingga selesai dan kembali meneruskan program yang terhenti oleh interupsi tadi.

2.3.7. Timer/Counter

Timer/Counter adalah sebuah timer/counter yang dapat mencacah pulsa/clock baik dalam chip (timer) maupun dari luar chip (counter) dengan kapasitas 8-bit atau 256 cacahan. Atmega168 dilengkapi dengan dua perangkat timer/counter, masing-masing dinamakan sebagai timer/counter 0 dan timer/counter 1. Keduanya menempati modul prescaler yang sama, namun masing-masing timer/counter dapat memiliki aturan prescaler yang berbeda.

2.3.8. ADC

Salah satu keunggulan dari microcontroller AVR Atmega168 adalah tertanamnya arsitektur A/D Converter. Sehingga microcontroller AVR Atmega168 dapat membaca sinyal analog yang diinputkan pada port C menjadi data 10-bit tanpa memerlukan komponen ADC tambahan. ADC terkoneksi pada 6-Channel Analog Multiplexer. ADC ini mempunyai sumber tegangan analog yang

terhubung pin AVCC. AVCC harus mendapatkan tegangan tidak boleh kurang atau lebih dari $\pm 0.3V$ dari Vcc. Untuk tegangan referensi dari ADC tersebut akan masuk ke pin AREF dimana tegangannya berkisar 2.56V atau setengah dari tegangan Vcc.

2.4. Motor

Motor merupakan aktuator dasar yang sering digunakan sebagai penghasil gerakan dalam sistem kontrol. Terdapat berbagai jenis motor yang beredar di pasaran sesuai dengan kebutuhan dari pengguna. Berikut akan dijelaskan jenis motor yang digunakan dalam pembuatan skripsi ini.

2.4.1. Motor DC

Motor DC merupakan salah satu komponen elektronik yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik. Sesuai dengan namanya, motor DC didayai dengan tegangan DC. Dengan demikian putaran motor DC akan berbalik arah jika polaritas tegangan yang diberikan juga dirubah. Untuk lebih jelasnya gambar motor DC dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Motor DC

2.5 Sensor

Terdapat berbagai macam sensor yang dapat digunakan dalam teknik robotika. Salah satu sensor yang sering digunakan adalah sensor halangan. Sensor halangan adalah suatu rangkaian elektronik yang berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya objek yang menghalangi di depan sensor. Ada beberapa jenis sensor yang dapat di gunakan seperti sensor infrared (IR), sensor ultrasonik, sensor cahaya, sensor warna, dan lain sebagainya. Sensor IR menggunakan cahaya infra merah sebagai sumber cahaya yang akan memantul apabila mengenai objek di depannya. Sedangkan sensor ultrasonik menggunakan gelombang suara sebagai media untuk mengetahui apakah ada halangan di depan sensor.

2.6 Bahasa Pemrograman C

Bahasa pemrograman C adalah salah satu bahasa pemrograman komputer. Dibuat pada tahun 1970-an untuk Sistem

Operasi Unix oleh Bell Labs (Ken Thompson dan Dennis M. Ritchie). Merupakan kelanjutan dari bahasa BCPL. Bahasa pemrograman C merupakan salah satu bahasa pemrograman yang paling sering dipakai oleh pemrogram di seluruh dunia, terutama karena C memperbolehkan pengaksesan secara manual.

C telah mempengaruhi bahasa-bahasa pemrograman yang lain, terutama C++. Bahkan C seringkali dipakai untuk membuat program sistem dan jaringan, walaupun tidak jarang juga untuk membuat program aplikasi.