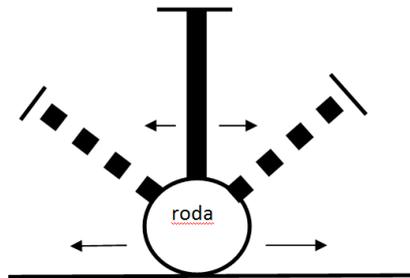


BAB II

TEORI DASAR

2.1 Keseimbangan Robot



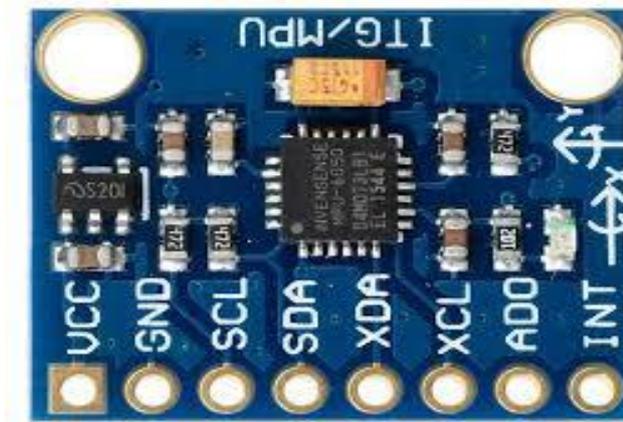
Gambar 2.1 kesetimbangan robot

Keseimbangan adalah kemampuan untuk mempertahankan kedudukan tegak setimbang terhadap suatu object. Proses kesetimbangan biasanya di sebut juga kontrol stabilitas. Dua roda yang di letakan pada dasar permukaan dan memungkinkan *chasis* robot untuk mempertahankan posisi tegak dan bergerak kearah kemiringan, maju , mundur, berputar dalam upaya menjaga pusat massa di atas *as* roda [3]

2.2 Sensor gyro MPU-6050

MPU-6050 Module adalah sebuah modul berinti MPU-6050 sensor mampu membaca kemiringan sudut berdasarkan data dari sensor accelerometer dan sensor gyroscope, sensor ini juga dilengkapi oleh sensor suhu yang dapat digunakan untuk mengukur suhu dikeadaan sekitar, Sensor MPU-6050 berisi sebuah MEMS Accelerometer dan sebuah MEMS Gyro yang saling terintegrasi. Sensor ini sangat akurat dengan fasilitas hardware internal 16 bit ADC untuk setiap kanalnya. Sensor ini akan menangkap nilai kanal sudut X, Y dan Z bersamaan dalam satu waktu

Sensor MPU-6050 terdapat penambahan regulator tegangan dan beberapa komponen pelengkap lainnya yang membuat modul ini siap dipakai dengan tegangan supply sebesar 3-5VDC. Modul ini memiliki interface I2C yang dapat disambungkan langsung ke MCU yang memiliki fasilitas I2C.



Gambar 2.2 gyro sensor gy521 MPU 6050

Fitur giroskop MEMS triple-axis gyroscope di MPU-60X0 mencakup berbagai fitur:

1. Digital-output X, Y, dan Z-Axis sensor tingkat sudut
2. sinyal sync eksternal terhubung ke pin fsync mendukung gambar, video dan GPS sinkronisasi
3. Terpadu 16-bit ADC memungkinkan pengambilan sampel secara simultan gyros
4. Peningkatan bias dan stabilitas suhu sensitivitas
5. Peningkatan kinerja noise frekuensi rendah
6. digital-programmable low-pass filter
7. menggunakan tegangan 3.6v
8. kalibrasi sensitivitas

MPU-6050 mencakup beberapa fitur tambahan berikut:

1. 9-Axis MotionFusion oleh on-chip Digital Gerak Processor (DMP)
2. Auxiliary Master I2C bus untuk membaca data dari sensor eksternal (misalnya, magnetometer)
3. 3.9mA beroperasi saat ini ketika semua sumbu penginderaan 6 gerak dan DMP diaktifkan
4. Vdd tegangan suplai dari 2.375V - 3.46V tegangan referensi

5. Fleksibel VLOGIC mendukung beberapa tegangan antarmuka I2C (MPU-6050 saja)
6. sensitivitas cross-axis Minimal antara sumbu accelerometer dan giroskop
7. 1024 byte FIFO penyangga mengurangi konsumsi daya dengan memungkinkan prosesor host untuk membaca data dalam semburan dan kemudian masuk ke mode daya rendah sebagai MPU mengumpulkan lebih banyak data
8. sensor suhu Digital-output
9. filter digital User-diprogram untuk giroskop, accelerometer, dan sensor suhu
10. 10.000 g kejutan toleran
11. 400kHz kecepatan I2C untuk berkomunikasi dengan semua register
12. 1MHz SPI serial interface untuk berkomunikasi dengan semua register (MPU-6000 saja)
13. 20MHz SPI interface serial untuk membaca sensor dan mengganggu register (MPU-6000 saja) [1]

2.3 Android

Android adalah sistem operasi dengan sumber terbuka sistem operasi Android berbasis Linux yang dirancang untuk perangkat bergerak layar sentuh seperti telepon pintar dan komputer tablet. Android awalnya dikembangkan oleh Android, Inc., dengan dukungan finansial dari Google, software untuk perangkat mobile yang mencakup sistem operasi, middleware dan aplikasi kunci. Pengembangan aplikasi pada platform Android menggunakan bahasa pemrograman Java. Serangkaian aplikasi inti Android antara lain klien email, program SMS, kalender, peta, browser, kontak, dan lain-lain. Dengan menyediakan sebuah platform pengembangan yang terbuka, pengembang Android menawarkan kemampuan untuk membangun aplikasi yang sangat kaya dan inovatif. Pengembang bebas untuk mengambil keuntungan dari perangkat keras, akses informasi lokasi, menjalankan background services, mengatur alarm, tambahkan pemberitahuan ke status bar, dan banyak lagi Android bergantung

pada versi Linux 2.6 untuk layanan sistem inti seperti keamanan, manajemen memori, manajemen proses, network stack, dan model driver. Kernel juga bertindak sebagai lapisan abstraksi antara hardware dan seluruh software stack yang kemudian membelinya pada tahun 2005. Sistem operasi ini dirilis secara resmi pada tahun 2007, bersamaan dengan didirikannya Open Handset Alliance, konsorsium dari perusahaan-perusahaan perangkat keras, perangkat lunak, dan telekomunikasi yang bertujuan untuk memajukan standar terbuka perangkat seluler. Ponsel

Google merilis kodenya di bawah Lisensi Apache. Kode dengan sumber terbuka dan lisensi perizinan pada Android memungkinkan perangkat lunak untuk dimodifikasi secara bebas dan didistribusikan oleh para pembuat perangkat, operator nirkabel, dan pengembang aplikasi. Selain itu, Android memiliki sejumlah besar komunitas pengembang aplikasi (apps) yang memperluas fungsionalitas perangkat, umumnya ditulis dalam versi kustomisasi bahasa pemrograman Java, untuk membuat aplikasi android dapat menggunakan android studio, eclipse, dan App inventor2, Aplikasi untuk mengontrol balance robot telah saya buat dan saya beri nama GYROBOT, aplikasi ini di buat sedemikian rupa agar dapat mengakses data dan mengendalikan gerakan balance robot serta mudah di gunakan bagi pemula,

Perkembangan versi android

1. Android 1.0
2. Android 1.1
3. Android 1.5 Cupcake
4. Android 1.6 Donut
5. Android 2.0 Éclair
6. Android 2.0.1 Éclair
7. Android 2.1 Éclair
8. Android 2.2–2.2.3 Froyo
9. Android 2.3–2.3.2 Gingerbread
10. Android 2.3.3–2.3.7 Gingerbread
11. Android 3.0 Honeycomb

12. Android 3.1 Honeycomb
13. Android 3.2 Honeycomb
14. Android 4.0–4.0.2 Ice Cream Sandwich
15. Android 4.0.3–4.0.4 Ice Cream Sandwich
16. Android 4.1 Jelly Bean
17. Android 4.2 Jelly Bean
18. Android 4.3 Jelly Bean
19. Android 4.4 KitKat
20. Android 5.0 Lollipop
21. Android 6.0 Marshmallow
22. ndroid 7.0 nougat

kekurangan dan keunggulan android adalah [8]

Tabel 2.1 kelebihan dan kekurangan android

No	Kelebihan	kekurangan
1	Mudah di gunakan	Sering Update system
2	Tampilan layar menarik	Battery cepat habis
3	Open source	Terjadi lag system
4	Aplikasi mudah di dapat dari playstore	



Gambar 2.3 macam macam Oprasis Sistem android

2.4 Bluetooth HC-05



Gambar2.4 Bluetooth HC-05

Bluetooth adalah protokol komunikasi wireless yang bekerja pada frekuensi radio 2.4 GHz untuk pertukaran data pada perangkat bergerak seperti PDA, laptop, HP, dan lain-lain. Salah satu hasil contoh modul Bluetooth yang paling banyak digunakan adalah tipe HC-05. Modul Bluetooth HC-05 merupakan salah satu modul Bluetooth yang dapat ditemukan dipasaran dengan harga yang relatif murah. Modul Bluetooth HC-05 terdiri dari 6 pin konektor, yang setiap pin konektor memiliki fungsi yang berbeda – beda, Modul Bluetooth HC-05 dengan supply tegangan sebesar 3,3 V ke pin 12 modul Bluetooth sebagai VCC. Pin 1 pada modul Bluetooth sebagai transmitter. kemudian pin 2 pada Bluetooth sebagai receiver.

Module Bluetooth HC-05 merupakan module Bluetooth yang bisa menjadi slave ataupun master hal ini dibuktikan dengan bisa memberikan notifikasi untuk melakukan pairing keperangkat lain, maupun perangkat lain tersebut yang melakukan pairing ke module Bluetooth HC-05. Untuk mengeset perangkat Bluetooth dibutuhkan perintah-perintah AT Command yang mana perintah AT Command tersebut akan di respon oleh perangkat Bluetooth jika modul Bluetooth tidak dalam keadaan terkoneksi dengan perangkat lain. di bawah ini adalah konfigurasi pin modul hc-05

Tabel 2.2 fungsi pin Bluetooth HC-05

No	Nomer pin	Nama	Fungsi
1	Pin1	Key	-
2	Pin2	VCC	Sumber Tegangan
3	Pin3	GND	Ground Tegangan
4	Pin4	TXD	Pengiriman Data
5	Pin5	RXD	Penerimaan Data
6	Pin6	STATE	-

Spesifikasi dari modul hc 05 :

1. Bluetooth protocol: Bluetooth tipe v2.0+EDR
2. Kecepatan dapat mencapai 1Mbps pada mode sinkron
3. Kecepatan dapat mencapai 2.1 Mbps / 160 kbps pada mode asinkron maksimum
4. Frekuensi kerja ISM 2.4 GHz
5. Tegangan kerja pada 3,3 – 6 Volt DC
6. Konsumsi arus kerja yaitu 50 mA
7. Memiliki modulasi Gaussian Frequency Shift Keying (GFSK)
8. Sensitivitas -84dBm (0.1% BER)
9. Daya emisi 4 dBm
10. Suhu operasional range -20°C — +75°C
11. Memiliki keamanan dengan enkripsi data dan enkripsi
12. Dimensi modul 15.2×35.7×5.6 mm [6]

2.5 Atmega 328

mikrokontroler AVR (Alf and Vegard's Risc processor) ATmega328 yang menggunakan teknologi RISC (Reduce Instruction Set Computing) dimana program berjalan lebih cepat karena hanya membutuhkan satu siklus clock untuk mengeksekusi satu instruksi program. Secara umum, mikrokontroler AVR dapat di kelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu kelas ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama. Mikrokontroler AVR

ATmega328 telah dilengkapi dengan ADC internal, EEPROM internal, Timer/Counter, PWM, analog comparator, dan lain-lain

Fitur-fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler ATmega328 adalah sebagai berikut :

1. Saluran Input/Output (I/O) sebanyak 23 buah
2. ADC internal sebanyak 6 saluran
3. Tiga buah Timer/Counter dengan kemampuan perbandingan
4. CPU yang terdiri atas 32 buah register serbaguna
5. SRAM sebesar 2 kByte
6. Memori Flash sebesar 32 kByte dengan kemampuan Read While Write
7. EEPROM sebesar 1 kByte yang dapat diprogram saat operasi
8. Antarmuka komparator analog
9. Port USART untuk komunikasi serial
10. Port antarmuka SPI
11. Sistem mikroprosesor 8-bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz
12. Lima mode Sleep : Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, dan Standby
13. Sumber Interupsi External dan Internal
14. Enam buah channels PWM

Konstruksi Mikrokontroler ATmega328

Mikrokontroler ATmega328 memiliki 3 jenis memori, yaitu memori program, memori data dan memori EEPROM. Ketiganya memiliki ruang tersendiri dan terpisah

a. Memori program

ATmega328 memiliki kapasitas memori program sebesar 32 kByte yang terpetakan dari alamat 0000h – 3FFFh dimana masing-masing alamat memiliki lebar data 32 bit. Memori program ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian program boot dan bagian program aplikasi.

b. Memori data

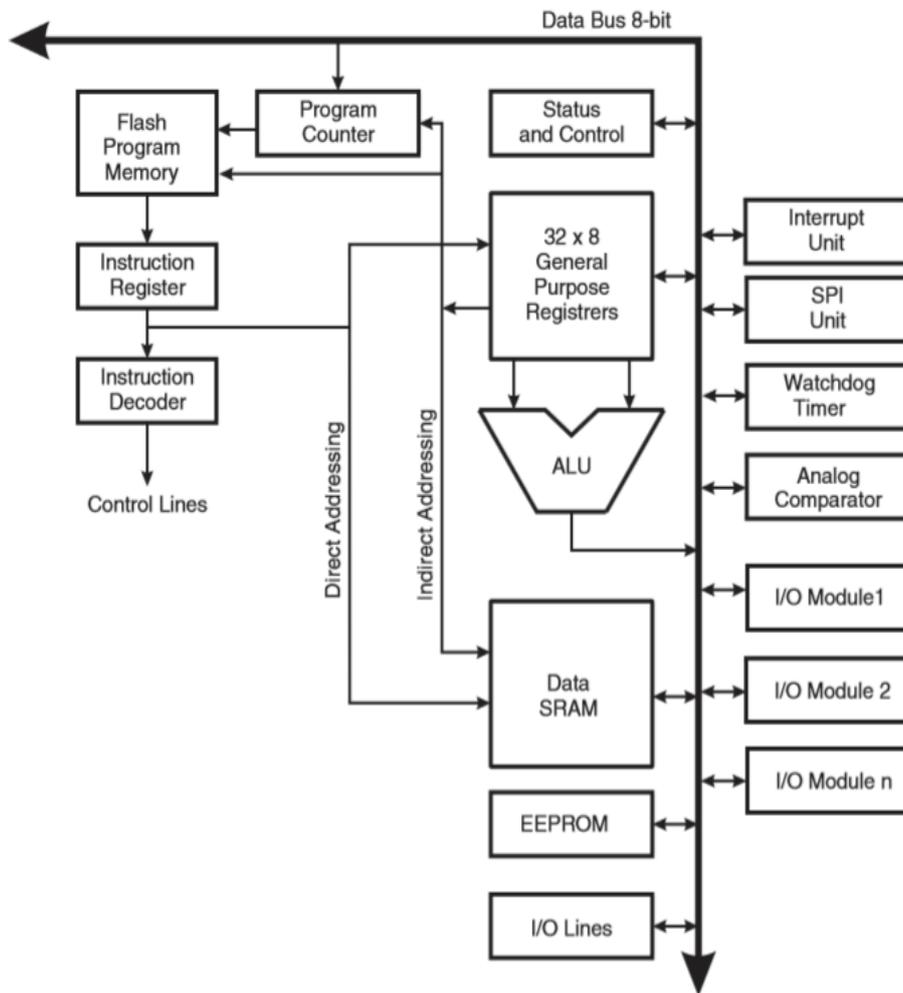
Memori data ATmega328 terbagi menjadi 3 bagian yaitu register serbaguna, register I/O dan SRAM. ATmega328 memiliki 32 byte register serbaguna, 64 byte register I/O yang dapat diakses sebagai bagian dari memori RAM (menggunakan instruksi LD atau ST) atau dapat juga diakses sebagai I/O (menggunakan instruksi IN atau OUT), dan 2048 byte digunakan untuk memori data SRAM.

c. Memori EEPROM

ATmega328 memiliki memori EEPROM sebesar 1 kByte yang terpisah dari memori program maupun memori data. Memori EEPROM ini hanya dapat diakses dengan menggunakan register-register I/O yaitu register EEPROM Address, register EEPROM Data, dan register EEPROM Control. Untuk mengakses memori EEPROM ini diperlakukan seperti mengakses data eksternal, sehingga waktu eksekusinya relatif lebih lama bila dibandingkan dengan mengakses data dari SRAM. Mikrokontroler ATmega328 memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan parallelism. Instruksi-instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi-instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus clock. 32 x 8-bit register serbaguna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (Arithmetic Logic Unit) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. Enam dari register serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah register pointer 16-bit pada mode pengalamatan tak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data. Ketiga register pointer 16-bit ini disebut dengan register X (gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31). Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit. Selain register serbaguna di atas, terdapat register lain yang terpetakan dengan teknik memory mapped I/O selebar 64 byte. Beberapa register ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai register control Timer/Counter, Interupsi, ADC,

USART, SPI, EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. Register-register ini menempati memori pada alamat 0x20 – 0x5F. ATmega328 merupakan tipe AVR yang telah dilengkapi dengan 6 saluran ADC internal dengan fidelitas 10-bit. Dalam mode operasinya, ADC ATmega328 dapat dikonfigurasi, baik secara single ended input maupun differential input. Selain itu, ADC ATmega328 memiliki konfigurasi pewaktuan, tegangan referensi, mode operasi, dan kemampuan filter derau yang amat fleksibel, sehingga dengan mudah disesuaikan dengan kebutuhan ADC itu sendiri. ATmega328 memiliki 3 modul timer yang terdiri dari 2 buah timer/counter 8-bit dan 1 buah timer/counter 16-bit. Ketiga modul timer/counter ini dapat diatur dalam mode yang berbeda secara individu dan tidak saling mempengaruhi satu sama lain.

Selain itu, semua timer/counter juga dapat difungsikan sebagai sumber interupsi. Masing-masing timer/counter ini memiliki register tertentu yang digunakan untuk mengatur mode dan cara kerjanya. Serial Peripheral Interface (SPI) merupakan salah satu mode komunikasi serial synchronous kecepatan tinggi yang dimiliki oleh ATmega328. Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver and Transmitter (USART) juga merupakan salah satu mode komunikasi serial yang dimiliki oleh ATmega328. USART merupakan komunikasi yang memiliki fleksibilitas tinggi, yang dapat digunakan untuk melakukan transfer data baik antar mikrokontroler maupun dengan modul-modul eksternal termasuk PC yang memiliki fitur UART. USART memungkinkan transmisi data baik secara synchronous maupun asynchronous, sehingga dengan memiliki USART pasti kompatibel dengan UART. Pada ATmega328, secara umum pengaturan mode synchronous maupun asynchronous adalah sama. Perbedaannya hanyalah terletak pada sumber clock saja. Jika pada mode asynchronous masing-masing peripheral memiliki sumber clock sendiri, maka pada mode synchronous hanya ada satu sumber clock yang digunakan secara bersama-sama. Dengan demikian, secara hardware untuk mode asynchronous hanya membutuhkan 2 pin yaitu TXD dan RXD, sedangkan untuk mode synchronous harus 3 pin yaitu TXD, RXD dan XCK.



Gambar 2.5 Arsitektur Atmega 328

Konfigurasi pin ATmega328 dengan kemasan 28 pin DIP (Dual Inline Package) dapat dilihat pada gambar di atas. Dari gambar di atas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin ATmega328 sebagai berikut :

(PCINT14/ $\overline{\text{RESET}}$) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 ($\overline{\text{SS}}$ /OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)

Gambar 2.6 Pin Atmega 328

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya
2. GND merupakan pin Ground
3. AVCC merupakan pin tegangan catu untuk A/D converter
4. AREF merupakan pin tegangan referensi analog untuk ADC
5. Port B (PortB7...PortB0) merupakan pin input/output dua arah dan pin fungsi khusus seperti dapat dilihat pada Tabel di bawah

Tabel 2.3 Fungsi khusus Port B Atmega 328

Port pin	Fungsi Khusus
PB7	Xtal2 (Chip Clock Oscillator pin 2) TOSC2 (Timer Oscillator pin 2) PCINT7 (Pin Change Interrupt 7)
PB6	Xtal1 (Chip Clock Oscillator pin 1 or External clock input) TOSC2 (Timer Oscillator pin 1) PCINT6 (Pin Change Interrupt 6)
PB5	SCK (SPI Bus Master Clock Input) PCINT5 (Pin Change Interrupt 5)
PB4	MISO (SPI Bus Master Input/ Slave Output) PCINT4 (Pin Change Interrupt 4)
PB3	MOSI (SPI Bus Master Output/ Slave Input) OCA2A (Timer/Counter2 Output Compare mach A Output) PCINT3 (Pin Change Interrupt3)
PB2	SS (SPI Bus Master Output Slave Select) OC1B (Timer/Counter 1 Output Compare mach B Output) PCINT2 (Pin Change Interrupt2)
PB1	OCA1A (Timer/Counter1 Output Compare mach A Output) PCINT1 (Pin Change Interrupt1)
PB0	ICPI (Timer/Counter1 Input Compare Input) CLKO (Devided Sytem Clock Output) PCINT0 (Pin Change Interrupt0)

6. Port C (PortC6...PortC0) Port C merupakan jalur data 7 bit yang dapat difungsikan sebagai input/output digital

Tabel 2.4 Fungsi khusus Port C Atmega 328

Port pin	Fungsi Khusus
PC6	RESET (Reset Pin) PCINT14 (Pin Change Interrupt 14)
PC5	ADC5 (ADC Input Channel 5) SCL (2-wire Serial Bus Clock Line) PCINT13 (Pin Change Interrupt 3)
PC4	ADC4 (ADC Input Channel 4) SDA(2-wire Serial Bus Input/Output Line) PCINT12 (Pin Change Interrupt 12)
PC3	ADC3 (ADC Input Channel 3)

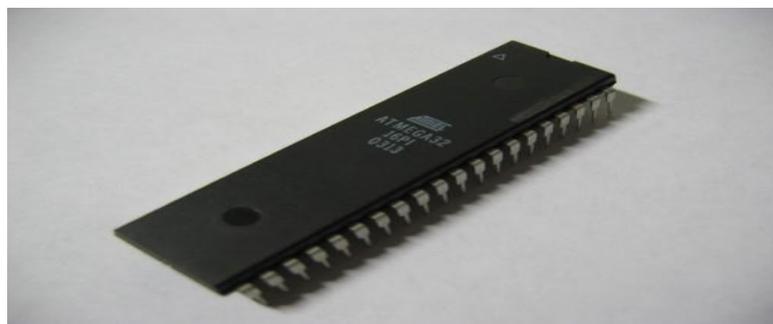
	PCINT11 (Pin Change Interrupt 11)
PC2	ADC2 (ADC Input Channel 2) PCINT10 (Pin Change Interrupt10)
PC1	ADC1 (ADC Input Channel 1) PCINT9 (Pin Change Interrupt9)
PC0	ADC0 (ADC Input Channel 0) PCINT8 (Pin Change Interrupt8)

Port D merupakan jalur data 8 bit yang masing-masing pin-nya juga dapat difungsikan sebagai input/output. Sama seperti Port B dan Port C, Port D juga memiliki fungsi alternatif dibawah ini

Tabel 2.5 Fungsi khusus Port D Atmega 328

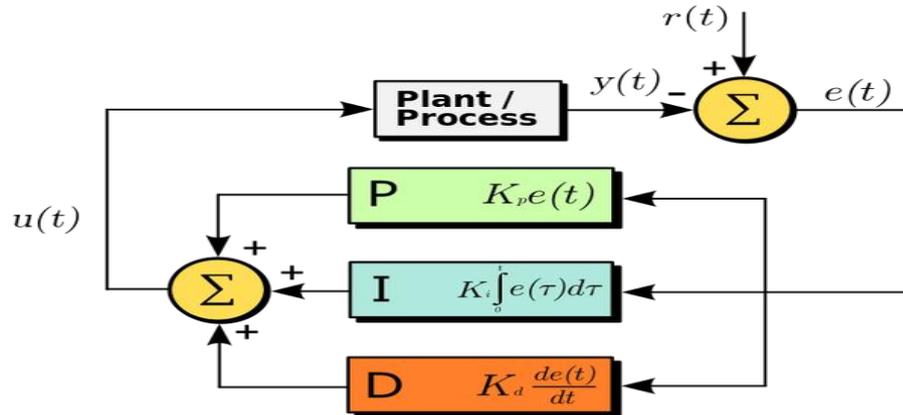
Port pin	Fungsi Khusus
PD7	AIN1 (Analog Comparator Negative input) PCINT23 (Pin Change Interrupt 23)
PD6	AIN0 (Analog Comparator Positif input) OC0A (Timer/Counter0 Output Compare Match A Output) PCINT22 (Pin Change Interrupt 22)
PD5	T1 (Timer/Counter 1 External Counter Input) OC0B (Timer/Counter0 Output Compare Match B Output) PCINT21 (Pin Change Interrupt 21)
PD4	XCX (USART External Clock Input/Output) T0 (Timer/Counter 0 External Counter Input) PCINT20 (Pin Change Interrupt 20)
PD3	INT1 (External Interrupr 1) OC2B (Timer/Counter2 Output Compare Match B Output) PCINT19 (Pin Change Interrupt19)
PD2	INT0 (External Interrupr 0) PCINT18 (Pin Change Interrupt18)
PD1	TDX(USART Output Pin) PCINT17 (Pin Change Interrupt17)
PD0	RXD (USART Input Pin) PCINT16 (Pin Change Interrupt16)

[2]



Gambar 2.7 ATmega 328

2.6 Kontrol PID



Gambar 2.8 Metode PID

Kontroler PID (dari singkatan bahasa Inggris: Proportional–Integral–Derivative controller) merupakan kontroler mekanisme umpan balik yang biasanya dipakai pada sistem kontrol industri. Sebuah kontroler PID secara kontinyu menghitung nilai kesalahan sebagai beda antara setpoint yang diinginkan dan variabel proses terukur. Kontroler mencoba untuk meminimalkan nilai kesalahan setiap waktu dengan penyetelan variabel kontrol, seperti posisi keran kontrol, damper, atau daya pada elemen pemanas, ke nilai baru yang ditentukan oleh jumlahan di bawah ini adalah blok diagram PID

Adapun persamaan pengontrolan PID seperti di bawah ini

$$u(t) = k_p e(t) + k_i \int_0^t e(T) dT + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Keterangan :

$u(t)$ = output dari pengontrol PID atau Manipulated Variable

K_p = konstanta Proporsional

K_i = konstanta Integral

K_d = konstanta Detivatif

$e(t)$ = error (selisih antara set point dengan level aktual)

t = waktu

τ = vaiable integrasi (menggambil nilai waktu dari 0 sampai sekarang 0-t)

Untuk lebih memaksimalkan kerja pengontrol diperlukan nilai batas minimum dan maksimum yang akan membatasi nilai Manipulated Variable yang dihasilkan. Komponen kontrol PID ini terdiri dari tiga jenis yaitu Proportional, Integratif dan Derivatif. Ketiganya dapat dipakai bersamaan maupun sendiri-sendiri tergantung dari respon yang kita inginkan terhadap suatu plant

1. Kontrol Proporsional

Term proporsional menghasilkan nilai keluaran yang berbanding lurus dengan nilai kesalahan. Responnya dapat diatur dengan mengalikan kesalahan (error) dengan konstanta K_p , disebut konstanta gain proporsional atau gain kontroler. Term proporsional dirumuskan:

$$p_{out} = k_p e(t)$$

$$P_{out} = K_p (Y_{sp} + Y_m)$$

Gain yang besar menghasilkan perubahan yang besar pada keluaran untuk suatu nilai kesalahan tertentu. Namun, jika gain terlalu besar, sistem dapat menjadi tidak stabil (lihat bagian loop tuning). Sebaliknya, gain yang bernilai kecil maka respon keluaran juga kecil, sehingga kontroler menjadi kurang responsif/sensitif, akibatnya tindakan kontrol menjadi terlalu kecil bila ada gangguan. Penggunaan kontrol P memiliki berbagai keterbatasan karena sifat kontrol yang tidak dinamik ini. Walaupun demikian dalam aplikasi-aplikasi dasar yang sederhana kontrol P ini cukup mampu untuk memperbaiki respon transien khususnya rise time dan settling time. Pengontrol proporsional memiliki keluaran yang sebanding/proporsional dengan besarnya sinyal kesalahan (selisih antara besaran yang diinginkan dengan harga aktualnya).

Ciri-ciri pengontrol proporsional :

Jika nilai K_p kecil, pengontrol proporsional hanya mampu melakukan koreksi kesalahan yang kecil, sehingga akan menghasilkan respon sistem yang lambat (menambah rise time). Jika nilai K_p dinaikkan, respon/tanggapan sistem akan semakin cepat mencapai keadaan mantapnya (mengurangi rise time). Namun jika nilai K_p diperbesar sehingga mencapai harga yang berlebihan, akan

mengakibatkan sistem bekerja tidak stabil atau respon sistem akan berosilasi. Nilai K_p dapat diset sedemikian sehingga mengurangi steady state error, tetapi tidak menghilangkannya.

2. Kontrol Integratif

Peranan dari term integral berbanding lurus dengan besar dan lamanya error. Integral dalam kontroler PID adalah jumlahan error setiap waktu dan mengakumulasi offset yang sebelumnya telah dikoreksi. Error terakumulasi dikalikan dengan gain integral (K_i) dan menjadi keluaran kontroler. Term integral dirumuskan dengan:Ciri-ciri pengontrol integral :

$$I_{out} = K_i \int_0^t e(\tau) d\tau$$

Term integral mempercepat perpindahan proses menuju setpoint dan menghilangkan steady-state error yang muncul pada kontroler proporsional. Namun, karena integral merespon terhadap error terakumulasi dari sebelumnya, maka dapat menyebabkan overshoot.

3. Kontrol Derivatif

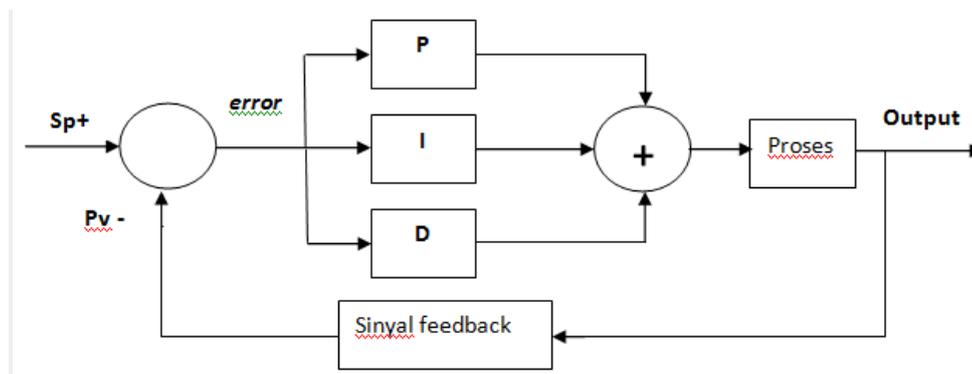
Turunan error pada proses dihitung dengan menentukan kemiringan error setiap waktu dan mengalikan perubahan tiap waktu dengan gain derivatif K_d .Term derivatif dirumuskan dengan:

$$D_{out} = K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Aksi derivatif memprediksi perilaku sistem dan kemudian memperbaiki waktu tinggal dan stabilitas sistem. Aksi derivatif jarang digunakan pada industri - diperkirakan hanya 25% kontroler - karena akibatnya pada stabilitas sistem pada aplikasi dunia nyata

Ciri-ciri pengontrol derivatif :

Pengontrol tidak dapat menghasilkan keluaran jika tidak ada perubahan pada masukannya (berupa perubahan sinyal kesalahan) Jika sinyal kesalahan berubah terhadap waktu, maka keluaran yang dihasilkan pengontrol tergantung pada nilai K_d dan laju perubahan sinyal kesalahan. Pengontrol diferensial mempunyai suatu karakter untuk mendahului, sehingga pengontrol ini dapat menghasilkan koreksi yang signifikan sebelum pembangkit kesalahan menjadi sangat besar. Jadi pengontrol diferensial dapat mengantisipasi pembangkit kesalahan, memberikan aksi yang bersifat korektif dan cenderung meningkatkan stabilitas sistem. Dengan meningkatkan nilai K_d , dapat meningkatkan stabilitas sistem dan mengurangi overshoot. Berdasarkan karakteristik pengontrol ini, pengontrol diferensial umumnya dipakai untuk mempercepat respon awal suatu sistem, tetapi tidak memperkecil kesalahan pada keadaan tunaknya. Kerja pengontrol diferensial hanyalah efektif pada lingkup yang sempit, yaitu pada periode peralihan. Oleh sebab itu pengontrol diferensial tidak pernah digunakan tanpa ada kontroler lainnya. Di bawah ini adalah gambar kerja pengendalian PID[4]



Gambar 2.9 Cara kerja PID

Dari blok diagram diatas dapat di jelaskan sebagai berikut

1. SP : Set point, secara simple maksudnya ialah suatu prameter nilai acuan atau nilai yang kita inginkan.

2. PV :Present value ialah nilai bobot pembacaan sensor saat itu atau variabel terukur yang di umpan balikan oleh sensor (sinyal feedback dari sensor).
3. Error : nilai kesalahan, ialah Deviasi atau simpangan antar variabel terukur atau bobot sensor (PV) dengan nilai acuan (SP) [6]

2.7 LCD

Liquid Crystal Display (LCD) adalah suatu perangkat elektronika yang dirancang sedemikian rupa, sehingga dapat menampilkan tulisan maupun gambar. LCD banyak digunakan sebagai layar tampilan pada berbagai jenis aplikasi elektronika, seperti monitor komputer, televisi, seluler dan lain-lain sebagainya. LCD memiliki suatu controller yang berfungsi untuk mengontrol tampilan layar LCD secara keseluruhan. Controller pada modul LCD menerima instruksi dan data dari suatu prosesor atau mikrokontroler untuk menentukan karakter apa yang akan ditampilkan pada layar LCD tersebut.

Pada umumnya LCD 16X2 mampu mengerjakan seluruh instruksi yang didukung oleh controller jenis HD44780. Jika tidak, instruksi untuk modul LCD tersebut dapat dilihat dari datasheet yang disediakan oleh pabrik pembuatan



2.10 Gambar lcd 16x2

Modul LCD pada umumnya terdiri dari 14 pin, tetapi LCD yang memiliki backlight mempunyai 16 pin, yaitu 2 pin tambaha menyalakan LED backlight

Tabel 2.6 karakter pin LCD

PIN	Nama	Fungsi
1	VSS	Ground
2	VCC	+5V

3	VEE	Contrast Voltage
4	RS	Register Select 0 = Send Instruction 1 = Send Data
5	R/W	Read/Write, to choose write or read mode 0 = Write Mode 1 = Read Mode
6	EN	Enable 0 = enable (mulai menahan data ke LCD)
7	DB0	H/L (LSB)
8	DB1	H/L
9	DB2	H/L
10	DB3	H/L
11	DB4	H/L
12	DB5	H/L
13	DB6	H/L
14	DB7	H/L (MSB)
15	ANODE	Backlight (+)
16	KATODE	Backlight (-)

Cara mengirimkan instruksi untuk dieksekusi oleh controller LCD:

1. Set supaya pin RS = 0, R/W = 0, E = 1.
2. Kemudian kirim data berupa instruksi untuk dieksekusi controller pada LCD melalui DB0 - DB7 (pin 7 – pin 14).
3. Set supaya pin E = 0, kemudian berikan delay sesaat, dan set kembali pin E = 1

Cara mengirimkan karakter atau data untuk dicetak pada layar LCD:

1. Set supaya pin RS = 1, R/W = 0, E = 1.
2. Kemudian kirimkan data berupa ASCII dari karakter yang ingin ditampilkan pada layar LCD melalui jalur DB0 – DB7 (pin7 - pin14).
3. Set supaya pin E = 0, kemudian berikan delay sesaat, dan set kembali pin E = 1 [5]

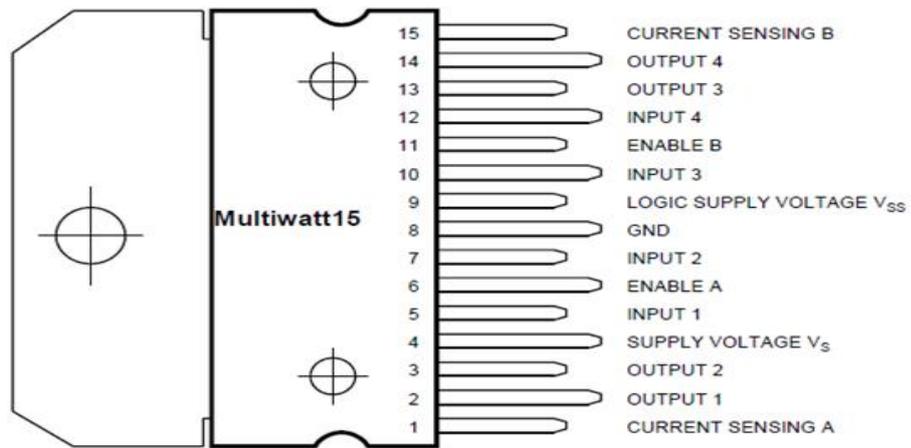
2.8 Driver Motor l298

IC L298 itu sendiri adalah sebuah IC H-bridge yang mampu mengendalikan beban-beban induktif seperti relay, solenoid, motor DC dan motor stepper. IC L298 mempunyai 2 buah H-bridge di dalamnya sehingga bisa mengendalikan kecepatan dan arah 2 buah motor DC dengan arus 2 Amps setiap H-bridge nya. Kedua H bridge di dalam IC ini bisa di parallel untuk meningkatkan kemampuan menopang arus mencapai 4 Amp. Dalam penggunaannya IC L298 biasanya dipasang heat sink untuk mencegah terjadinya over temperature. IC L 298 sering digunakan untuk robot line follower, robot KRI ataupun KRCI karena praktis dan melewatkan arus yang cukup besar.

Spesifikasi IC L298 :

1. Tegangan operasi mencapai 46 volts
2. Mampu mengendalikan motor stepper bipolar 2 amps
3. Mampu mengontrol arah motor DC dengan arus maks 2 amps setiap h-bridge
4. Mampu mengendalikan motor DC 4 amp dengan memparalelkan kedua h-bridge di dalam IC L298
5. Mendukung control PWM dengan frekuensi mencapai 20 KHZ
6. Mempunyai sensor arus keluaran
7. Mempunyai Proteksi over temperatureSupply voltage: +5 VDC

Konfigurasi pin driver motor L298

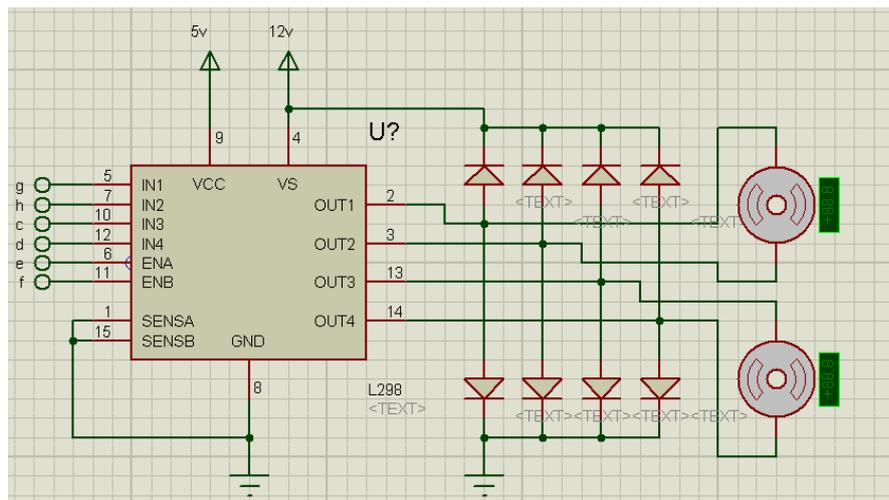


Gambar 2.11 Fungsi pin L298

Keterangan

Input 1, input 2, input 3, input 4 dihubungkan ke mikrokontroler sebagai input direksi Enable A, Enable B dihubungkan ke port OC pada mikro sebagai input PWM Cur Sen A, Cur Sen B dihubungkan ke ground Logic Supply Voltage Vss dihubungkan ke vcc mikro (5V) Supply Voltage Vs dihubungkan ke Catu Daya batere (12V) Output 1, output 2, output 3, output 3 dihubungkan ke motor DC [7]

Skematik driver l298



Gambar 2.12 Skematik motor driver l29

2.9 Motor DC GearBox dan Roda

Motor DC adalah piranti elektronik yang mengubah energy listrik menjadi energi mekanik berupa gerak rotasi. Pada motor DC terdapat jangkar dengan satu atau lebih kumparan terpisah. Tiap kumparan berujung pada cincin belah (komutator). Dengan adanya insulator antara komutator, cincin belah dapat berperan sebagai saklar kutub ganda (*double pole, double throw switch*). Motor DC bekerja berdasarkan prinsip gaya Lorentz, yang menyatakan ketika sebuah konduktor beraliran arus diletakkan dalam medan magnet, maka sebuah gaya (yang dikenal dengan gaya Lorentz) akan tercipta secara ortogonal diantara arah medan magnet dan arah aliran arus. motor DC dipadukan dengan gear box dalam satu kemasan sehingga lebih praktis dalam penggunaannya. Keunggulan DC motor gearbox adalah terbuat dari bahan metal sehingga gear kokoh dan kuat walau dengan beban yang berat untuk balance robot yang menggunakan motor dc gearbox dengan spesifikasi di bawah ini:

1. Kecepatan : 200 rpm
2. Perbandingan gear : 1:60
3. Torsi : 5,6 Kg
4. Daya yang di butuhkan : 12v

Dengan spesifikasi motor gearbox di harapkan dapat menopang berat dari balance robot, roda balance robot menggunakan roda akrilik dengan spesifikasi seperti dio bawah:

1. Diameter roda : 3,5cm
2. Tebal roda : 1 cm
3. Bahan : akrilik
4. as roda tipe : D



Gambar 2.13 Gambar Motor dc gearbox dan Roda

2.10 Baterai

Baterai listrik adalah alat yang terdiri dari 2 atau lebih sel elektrokimia yang mengubah energi kimia yang tersimpan menjadi energi listrik. Tiap sel memiliki kutub positif (katoda) dan kutub negatif (anoda). Kutub yang bertanda positif menandakan bahwa memiliki energi potensial yang lebih tinggi daripada kutub bertanda negatif. Kutub bertanda negatif adalah sumber elektron yang ketika disambungkan dengan rangkaian eksternal akan mengalir dan memberikan energi ke peralatan eksternal. Ketika baterai dihubungkan dengan rangkaian eksternal, elektrolit dapat berpindah sebagai ion didalamnya, sehingga terjadi reaksi kimia pada kedua kutubnya. Perpindahan ion dalam baterai akan mengalirkan arus listrik keluar dari baterai, Baterai di bagi dua:

1. Baterai primer (satu kali penggunaan) hanya digunakan sekali dan dibuang; material elektrodanya tidak dapat berkebalikan arah ketika dilepaskan.

Contoh : baterai untuk lampu senter

2. Baterai sekunder (Baterai dapat diisi ulang) dapat digunakan dan diisi ulang beberapa kali; komposisi awal elektroda dapat dikembalikan dengan arus berkebalikan.

Contoh : Baterai pada Alat elektronik Portable (Smart Phone)

Baterai yang di gunakan untuk robot Balance menggunakan Baterai Lippo dengan spesifikasi sebagai berikut:

Cells : 3 Cells

Tegangan : 11.1v

Connector :XT60

Kapasitas :2000Mah



Gambar 2.14 baterai lippo dan port

