

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida, rumus kimia CO, adalah gas yang tak berwarna, tak berbau, dan tak berasa. Ia terdiri dari satu atom karbon yang secara kovalen berikatan dengan satu atom oksigen. Dalam ikatan ini, terdapat dua ikatan kovalen dan satu ikatan kovalen koordinasi antara atom karbon dan oksigen.

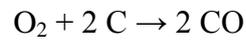
Karbon monoksida dihasilkan dari pembakaran tak sempurna dari senyawa karbon, sering terjadi pada mesin pembakaran dalam. Karbon monoksida terbentuk apabila terdapat kekurangan oksigen dalam proses pembakaran. Karbon monoksida mudah terbakar dan menghasilkan lidah api berwarna biru, menghasilkan karbon dioksida. Walaupun ia bersifat racun, CO memainkan peran yang penting dalam teknologi modern, yakni merupakan prekursor banyak senyawa karbon.

Gas produser dibentuk dari pembakaran karbon di oksigen pada temperatur tinggi ketika terdapat karbon yang berlebih. Dalam sebuah oven, udara dialirkan melalui kokas. CO₂ yang pertama kali dihasilkan akan mengalami kesetimbangan dengan karbon panas, menghasilkan CO. Reaksi O₂ dengan karbon membentuk CO disebut sebagai kesetimbangan Boudouard. Di atas 800 °C, CO adalah produk yang predominan:

Karbon monoksida dihasilkan dari pembakaran tak sempurna dari senyawa karbon, sering terjadi pada mesin pembakaran dalam. Karbon monoksida terbentuk apabila terdapat kekurangan oksigen dalam proses pembakaran. Karbon monoksida mudah terbakar dan menghasilkan lidah api berwarna biru, menghasilkan karbon dioksida. Walaupun ia bersifat racun, CO memainkan peran yang penting dalam teknologi modern, yakni merupakan prekursor banyak senyawa karbon.

Gas produser dibentuk dari pembakaran karbon di oksigen pada temperatur tinggi ketika terdapat karbon yang berlebih. Dalam sebuah oven, udara dialirkan melalui kokas. CO₂ yang pertama kali dihasilkan akan mengalami

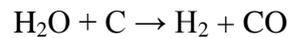
kesetimbangan dengan karbon panas, menghasilkan CO. Reaksi O₂ dengan karbon membentuk CO disebut sebagai kesetimbangan Boudouard. Di atas 800 °C, CO adalah produk yang predominan:



$$\Delta H = -221 \text{ kJ/mol}$$

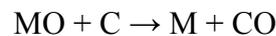
Kerugian dari metode ini adalah apabila dilakukan dengan udara, ia akan menyisakan campuran yang terdiri dari nitrogen.

Gas sintetik atau gas air diproduksi via reaksi endotermik uap air dan karbon:



$$\Delta H = 131 \text{ kJ/mol}$$

CO juga merupakan hasil sampingan dari reduksi bijih logam oksida dengan karbon:



$$\Delta H = 131 \text{ kJ/mol}$$

Oleh karena CO adalah gas, proses reduksi dapat dipercepat dengan memanaskannya. Diagram Ellingham menunjukkan bahwa pembentukan CO lebih difavoritkan daripada CO₂ pada temperatur tinggi.

CO adalah anhidrida dari asam format. Oleh karena itu, adalah praktis untuk menghasilkan CO dari dehidrasi asam format. Produksi CO dalam skala laboratorium lainnya adalah dengan pemanasan campuran bubuk seng dan kalsium karbonat.



Metode laboratorium lainnya adalah dengan mereaksikan sukrosa dengan natrium hidroksida dalam sistem tertutup.

2.2 Sensor Pendeteksi Karbon Monoksida (MQ7)

Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk merubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu. Hampir seluruh peralatan elektronik yang ada mempunyai sensor didalamnya. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi.

MQ 7 merupakan sensor gas yang digunakan dalam peralatan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari, industri, atau mobil. Fitur dari sensor gas MQ7 ini adalah mempunyai sensitivitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO), stabil, dan berumur panjang. Sensor ini menggunakan catu daya heater : 5V AC/DC dan menggunakan catu daya rangkaian : 5VDC, jarak pengukuran : 20 - 2000ppm untuk ampu mengukur gas karbon monoksida.

Kondisi Standar Sensor Bekerja adalah sebagai berikut:

- VC/(Tegangan Rangkaian) = $5V \pm 0.1$
- VH (H)/ Tegangan Pemanas (Tinggi) = $5V \pm 0.1$
- VH (L)/ Tegangan Pemanas (Rendah) = $1.4V \pm 0.1$
- RL/Resistansi Beban Dapat disesuaikan
- RH Resistansi Pemanas = $33\Omega \pm 5\%$
- TH (H) Waktu Pemanasan (Tinggi) = 60 ± 1 seconds
- TH (L) Waktu Pemanasan (Rendah) = 90 ± 1 seconds
- PH Konsumsi Pemanasan = Sekitar 350mW

Struktur dan konfigurasi MQ-7 sensor gas ditunjukkan pada gambar 2.1 (Konfigurasi A atau B), sensor disusun oleh mikro AL₂O₃ tabung keramik, Tin Dioksida (SnO₂) lapisan sensitif, elektroda pengukuran dan pemanas adalah tetap menjadi kerak yang dibuat oleh plastik dan stainless steel bersih. Pemanas menyediakan kondisi kerja yang diperlukan untuk pekerjaan komponen sensitif. MQ-7 dibuat dengan 6 pin, 4 dari mereka yang digunakan untuk mengambil sinyal, dan 2 lainnya digunakan untuk menyediakan arus pemanasan.

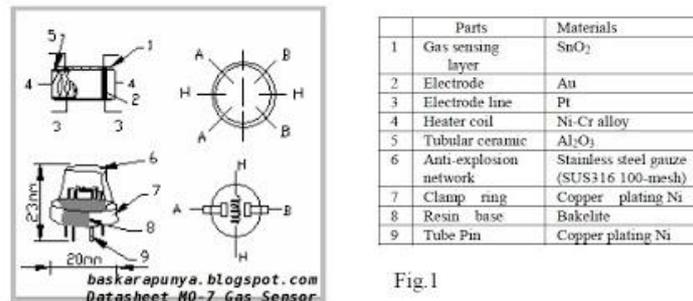
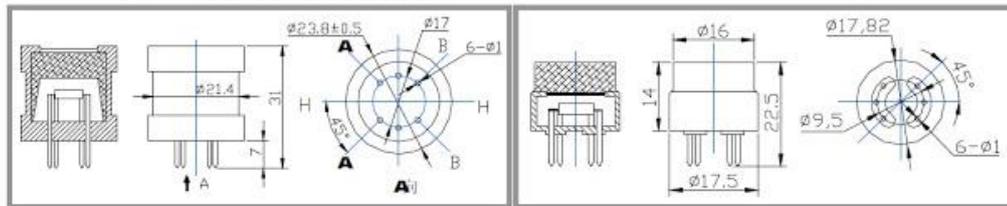


Fig.1

**Gambar 2.1** Struktur dan konfigurasi MQ-7

(Sumber : <http://baskarapunya.blogspot.com/2013/05/mq-7-sensor-gas-co.html>)

**Gambar 2.2** Sensor MQ-7

(Sumber : <http://baskarapunya.blogspot.com/2013/05/mq-7-sensor-gas-co.html>)

2.3 DFRobot Leonardo

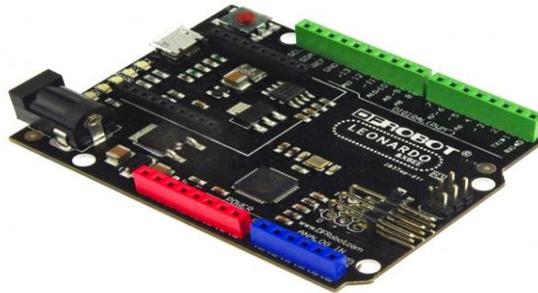
DFRobot Leonardo dengan Xbee socket adalah varian Arduino Leonardo processor. Arduino Leonardo didasarkan pada chip ATmega32u4. Ini adalah tambahan terbaru untuk keluarga Arduino. Dibandingkan dengan controllers Arduino sebelumnya, dengan menggunakan mikrokontroler sebagai ATmega32U4 sendiri, memungkinkan Leonardo lebih murah dan sederhana untuk digunakan, karena 32U4 adalah penanganan USB secara langsung, kode perpustakaan yang tersedia yang memungkinkan dewan untuk meniru komputer *keyboard*, *mouse*, dan lainnya menggunakan protokol-USB HID.

Berdasarkan prosesor resmi *Arduino Leonardo*, yang satu ini dari *DFRobot* melengkapi soket *xbee* dan 3 pin ekstensi sensor untuk Anda. Aplikasi *Xbee* umumnya digunakan modul komunikasi nirkabel 2.4G dengan *Zigbee*, versi 900Mhz, dan etc. Soket memungkinkan Anda untuk memperpanjang *xbee* atau *XBee* faktor bentuk wifi, bluetooth dan RF modul untuk Arduino secara langsung. Sedangkan D14 yang ~ D16 pin ekstensi dengan *power supply* memaksimalkan penggunaan mikrokontroler ATmega32u4. Ini mendukung sensor digital dan modul dari DFRobot langsung.

Spesifikasi

- Input Tegangan (disarankan): 7-12V
- Input Tegangan (batas): 6-12V
- Mikrokontroler: ATmega32u4
- Operasi Voltage: 5V
- Interface: Micro USB
- Kompatibel dengan Arduino R3 seri pin pemetaan
- Langsung mendukung Xbee dan XBee faktor bentuk wifi, bluetooth dan modul RF
- Memperpanjang D14 ~ D16 digital pin dengan catu daya 5V
- Kecepatan Jam 16 MHz
- Ukuran: 70x55x14mm
- Mikrokontroler Spesifikasi
 - Digital I / O Pins: 20
 - PWM Channels: 7
 - Analog Saluran input: 12
 - DC Current per I / O Pin: 40 mA
 - DC saat ini untuk 3.3V Pin: 800 mA
 - Flash Memory 32 KB (ATmega32u4) yang 4 KB digunakan oleh bootloader
 - SRAM: 2.5 KB (ATmega32u4)

- o EEPROM: 1 KB (ATmega32u4)



Gambar 2.3 DFRobot Leonardo

(Sumber : <http://www.dfrobot.com/>)

2.4 Modul *Xbee*

XBee merupakan modul RF yang didesain dengan standard protocol IEEE 802.15.4 dan sesuai dengan kebutuhan sederhana untuk jaringan *wireless*. Kelebihan utama yang menjadikan *XBee* sebagai komunikasi serial nirkabel karena *XBee* memiliki konsumsi daya yang rendah yaitu hanya 3,3 V dan beroperasi pada rentang frekuensi 2,4 GHz.

Dalam melakukan komunikasi dengan perangkat lainnya *Xbee* mampu melakukan komunikasi dengan dua macam komunikasi yang berbeda, tergantung dari perangkat apa yang dihubungkan dengan modul *Xbee*. Komunikasi dapat dilakukan dengan menggunakan jaringan *wireless* dan komunikasi secara serial.



Gambar 2.4 Modul *Xbee*

(Sumber : <http://shahrulnizam.com/pic-lesson-xbee-module>)

2.5 Modul Xbee Pro

XBee-PRO merupakan modul RF (radio frekuensi) yang beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz. Sesuai *datasheet*, pada saat pengiriman data modul *XBee-PRO* memerlukan catu daya 2.8 VDC sampai dengan 3.3 VDC. modul *XBee PRO* akan membebani dengan arus sebesar 250 mA pada pengiriman data (Tx) dan arus 50 mA untuk penerimaan data (Rx) dengan jangkauan : 100 meter (*indoor*), 1500 meter (*outdoor*).

Pada modul XBee-PRO terdapat 20 pin, namun yang digunakan hanya 6 pin, yaitu V_{CC} dan GND untuk tegangan suplai modul, RESET merupakan pin reset XBee-PRO, DOUT merupakan pin *Transmitter* (Tx), DIN merupakan pin *Receiver* (Rx), dan yang terakhir adalah PWM0/RSSI yaitu sebagai indikator penerimaan data yang biasanya dihubungkan ke led. Bentuk fisik dari XBee-PRO ditunjukkan pada gambar 2.3 di bawah.



Gambar 2.5 Modul *Xbee Pro*

(Sumber : <http://robotic-ardyka.blogspot.com/2013/07/xbee-pro-rf-module.html>-PRO RF Module)

Pada modul XBee-PRO memiliki spesifikasi, untuk penjelasan spesifikasi secara lebih detail dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2.1 Spesifikasi Modul RF XBee-PRO

| Performance | |
|---|---|
| Indoor Urban-Range | up to 300' (100 m) |
| Outdoor RF line-of-sight Range | up to 1 mile (1500 m) |
| Transmit Power Output (software selectable) | 60 mW (18 dBm) conducted, 100 mW (20 dBm) EIRP |
| RF Data Rate | 250,000 bps |
| Serial Interface Data Rate (software selectable) | 1200 – 115200 bps (non-standard baud rates also supported) |
| Receiver Sensitivity | - 100 dBm (1% packet error rate) |

| Power Requirements | |
|----------------------------------|--|
| Supply Voltage | 2.8 – 3.4 V |
| Idle / Receive Current (typical) | 55 mA (@3.3 V) |
| Power-down Current | < 10 μ A |
| General | |
| Operating Frequency | ISM 2.4 GHz |
| Frequency Band | 2.4 - 2.4835 GHz |
| Modulation | OQPSK |
| Dimensions | 0.960" x 1.297" (2.438cm x 3.294cm) |
| Operating Temperature | -40 to 85° C (industrial) |
| Antenna Options | Integrated Whip, Chip or U.FL Connector |
| Networking & Security | |
| Supported Network Topologies | Point-to-point, Point-to multipoint & Peer-to-peer |
| Number of Channels | 12 Direct Sequence Channels |

Tabel.2 merupakan penjelasan fungsi dari masing-masing pin I/O secara detail pada modul XBee-PRO.

Tabel 2.2 Keterangan Fungsi Pin Modul XBee-PRO

| Pin | Name | Direction | Description |
|------------|-------------|------------------|----------------------------------|
| 1 | VCC | - | Power Supply |
| 2 | DOUT | Output | UART Data Out |
| 3 | DIN/CONFIG | Input | UART Data In |
| 5 | Reset | Input | Modul Reset |
| 6 | PWM0 / RSSI | Output | PWM Output 0/RX Signal Indicator |
| 10 | GND | - | Ground |

2.6 Motor DC

Motor DC merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (mixer, bor listrik, fan angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

- Tegangan dinamo – meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan
- Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

Motor DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaannya pada umumnya dibatasi untuk beberapa penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang seperti peralatan mesin dan rolling mills, sebab sering terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Juga, motor tersebut dibatasi hanya untuk penggunaan di area yang bersih dan tidak berbahaya sebab resiko percikan api pada sikatnya. Motor DC juga relatif mahal dibanding motor AC.

Mekanisme Kerja Motor DC

- Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum sama
- Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya
- Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran/*loop*, maka kedua sisi *loop*, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
- Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar/ *torque* untuk memutar kumparan.
- Motor-motor memiliki beberapa *loop* pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

Dalam memahami sebuah motor, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban mengacu kepada keluaran tenaga putar/ *torque* sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan kedalam tiga kelompok :

- **Beban torque konstan** adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya namun *torque* nya tidak bervariasi. Contoh beban dengan *torque* konstan adalah *conveyors*, *rotary kilns*, dan pompa *displacement* konstan.
- **Beban dengan variabel torque** adalah beban dengan *torque* yang bervariasi dengan kecepatan operasi. Contoh beban dengan variabel *torque* adalah pompa sentrifugal dan fan (*torque* bervariasi sebagai kwadrat kecepatan).
- **Beban dengan energi konstan** adalah beban dengan permintaan *torque* yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh untuk beban dengan daya konstan adalah peralatan-peralatan mesin.



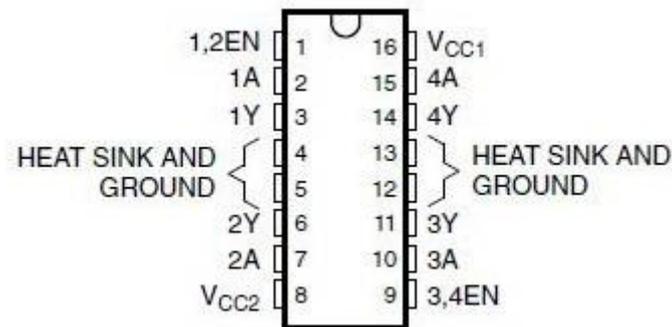
Gambar 2.6 Motor DC

(Sumber : <http://rohimston.blogspot.com/2010/07/motor-dc.html>)

2.7 ICL293D

IC L293D adalah IC yang didesain khusus sebagai driver motor DC dan dapat dikendalikan dengan rangkaian TTL maupun mikrokontroler. Motor DC yang dikontrol dengan driver IC L293D dapat dihubungkan ke ground maupun ke sumber tegangan positif karena di dalam driver L293D sistem driver yang digunakan adalah totem pool. Dalam 1 unit chip IC L293D terdiri dari 4 buah driver motor DC yang berdiri sendiri sendiri dengan kemampuan mengalirkan arus 1 Ampere tiap drivernya. Sehingga dapat digunakan untuk membuat driver

H-bridge untuk 2 buah motor DC. Konstruksi pin driver motor DC IC L293D adalah sebagai berikut.



Gambar 2.7 Konstruksi Pin Driver Motor DC IC L293D

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/komponen/driver-motor-dc-l293d/>)

Fungsi Pin Driver Motor DC IC L293D Pin EN (Enable, EN1.2, EN3.4) berfungsi untuk mengizinkan driver menerima perintah untuk menggerakkan motor DC. Pin In (Input, 1A, 2A, 3A, 4A) adalah pin input sinyal kendali motor DC Pin Out (Output, 1Y, 2Y, 3Y, 4Y) adalah jalur output masing-masing driver yang dihubungkan ke motor DC Pin VCC (VCC1, VCC2) adalah jalur input tegangan sumber driver motor DC, dimana VCC1 adalah jalur input sumber tegangan rangkaian kontrol dirver dan VCC2 adalah jalur input sumber tegangan untuk motor DC yang dikendalikan. Pin GND (Ground) adalah jalu yang harus dihubungkan ke ground, pin GND ini ada 4 buah yang berdekatan dan dapat dihubungkan ke sebuah pendingin kecil.

2.8 Sensor Jarak SRF04

Sensor jarak SRF04 adalah sebuah device transmitter dan receiver ultrasonic dalam 1 package buatan Devantech yang dapat membaca jarak dengan prinsip sonar. Gambar dari sensor jarak SRF 04 ini dapat dilihat pada gambar 2.8 dan gambar 2.9.



Gambar 2.8 SRF04

(Sumber : <http://marizaazhar.blogspot.com/2011/12/mengakses-sensor-ultrasonik-srf04.html>)

Spesifikasi SRF04:

Tegangan kerja : 5V DC

Konsumsi arus : 30mA (max 50mA)

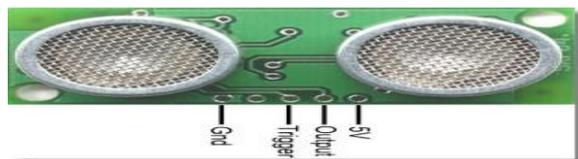
Frekuensi kerja : 40KHz

Jangkauan : 3cm - 300cm

Input trigger : 10us, level pulsa TTL

Dimensi : $P \times L \times T$ (24 x 20 x 17) mm

SRF04 mempunyai 4 pin yaitu VCC, Trigger, Output dan Gnd.

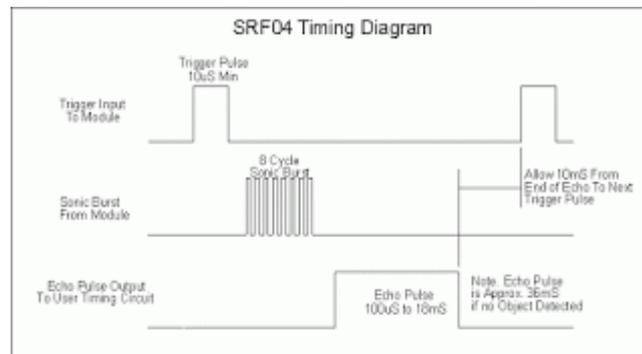


Gambar 2.9 SRF04

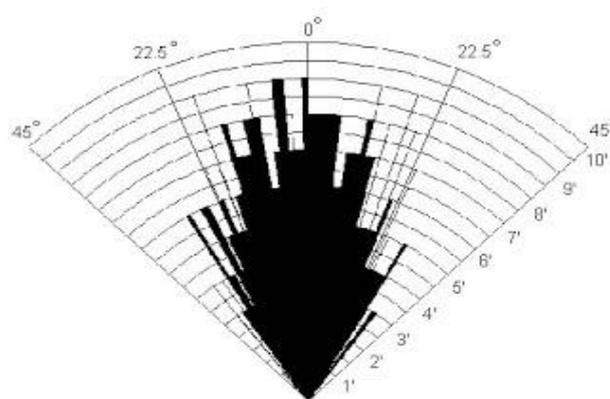
(Sumber : <http://marizaazhar.blogspot.com/2011/12/mengakses-sensor-ultrasonik-srf04.html>)

Prinsip kerja SRF04 adalah transmitter memancarkan seberkas sinyal ultrasonic (40KHz) yang berbentuk pulsatic, kemudian jika di depan SRF04 ada objek padat maka receiver akan menerima pantulan sinyal ultrasonic tersebut. Receiver akan membaca lebar pulsa (dalam bentuk PWM) yang dipantulkan objek

dan selisih waktu pemancaran. Dengan pengukuran tersebut, jarak objek di depan sensor dapat diketahui. Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar di bawah ini :



Untuk mengaktifkan SRF04, mikrokontroler harus mengirimkan pulsa positif minimal 10µs melalui pin trigger, maka SRF04 akan mengeluarkan sinyal ultrasonic sebesar 8 cycle dan selanjutnya SRF04 akan memberikan pulsa 100µs-18ms pada outputnya tergantung pada informasi jarak pantulan objek yang diterima. Berikut ini adalah data perbandingan antara sudut pantulan dan jarak:



2.9 LCD (Liquid Cristal Display)

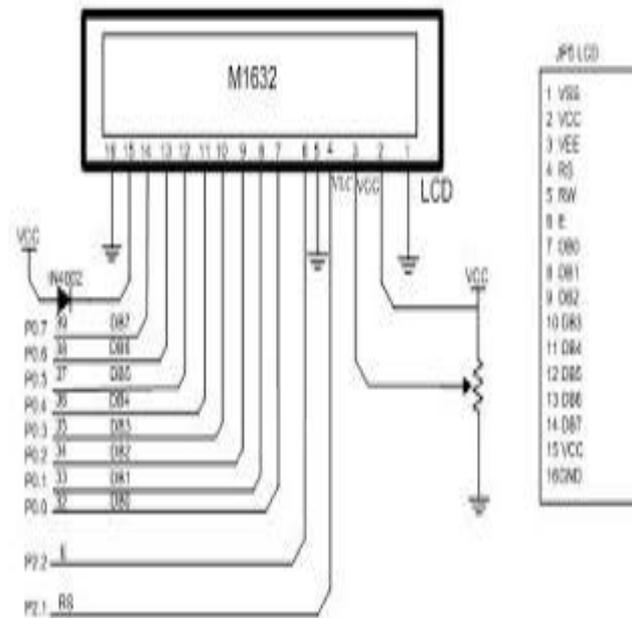
Layar LCD merupakan layar penampil data yang sangat efektif dalam suatu sistem elektronika. Agar sebuah pesan atau gambar dapat tampil pada layar LCD, diperlukan sebuah rangkaian pengatur *scanning* dan pembangkit tegangan sinus. LCD matrik konfigurasi 16 karakter dan 2 baris setiap karakternya dibentuk oleh 8 baris *pixel* dan 5 kolom *pixel*. Pada modul LCD telah terdapat suatu *driver*

yang berfungsi untuk mengendalikan tampilan pada layar LCD. Modul LCD dilengkapi terminal keluaran yang digunakan sebagai jalur komunikasi dengan mikrokontroler. LCD mengirim data penerima data 4 bit atau 8 bit dari perangkat prosesor kemudian data tersebut diproses dan ditampilkan berupa titik-titik yang membentuk karakter atau huruf. Adapun modul LCD dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.10 Modul LCD karakter

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/lcd-liquid-cristal-display/>)



Gambar 2.11 Rangkaian modul LCD

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/lcd-liquid-cristal-display/>)

2.10 Mikrokontroller ATmega32U4

Arsitektur Mikrokontroller ATmega32u4

Sebagai salah satu vendor besar didunia ini, ATMEL mengeluarkan ATmega32u4 yang merupakan salah satu mikrokontroller yang banyak digunakan.

Mikrokontroller ATmega328 memiliki kompatibilitas penuh dengan keluarga MCS-51 lain, terutama pada bagian pemrogramannya dan mampu diprogram secara In System Programming (ISP).

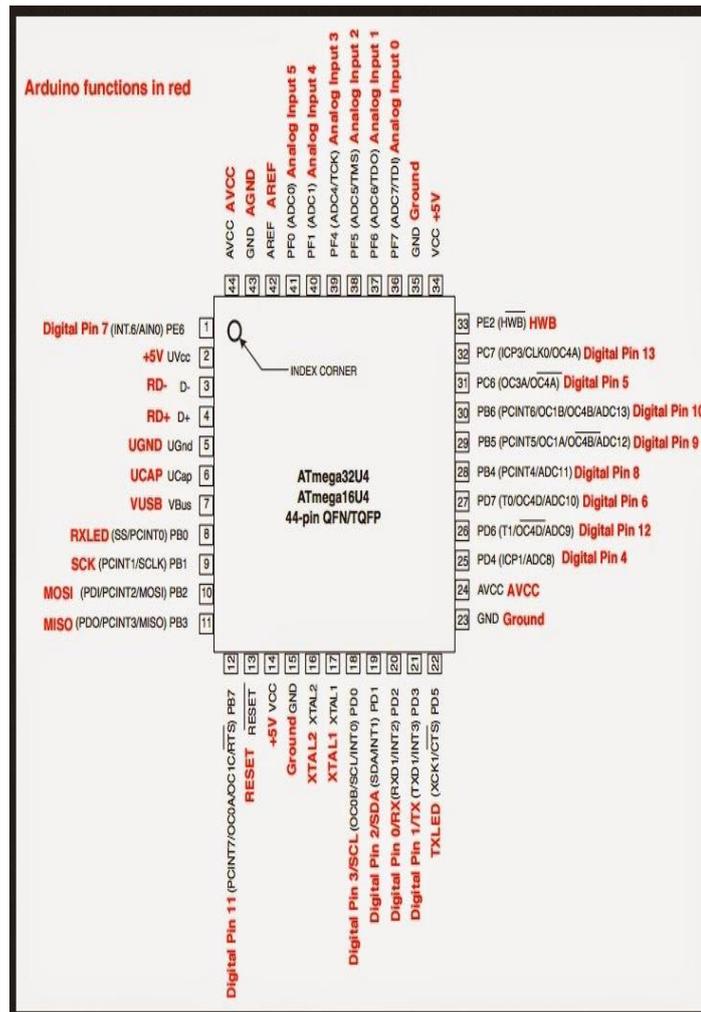
Mikrokontroller ATmega32u4 memiliki beberapa kriteria standard yaitu memiliki 32 KB Flash Programmable dan 1 KB EEPROM yang dapat diprogram ulang sekitar 1000 kali write atau erase cycle, 2.5 KB SRAM, 20 jalur I/O, 12 pin analog, dua buah 16 bit timer/counter, dengan arsitektur lima vector, empat-level interrupt, full duplex serial port, on-chip oscillator dan onchip timer/counter.

Mikrokontroller ATmega32u4 beroperasi pada frekuensi clock sampai 16 Mhz. ATmega32u4 memiliki dua Power Saving Mode yang dapat dikontrol melalui software, yaitu Idle Mode dan Power Down Mode. Pada Idle Mode, CPU tidak aktif sedangkan isi RAM tetap dipertahankan dengan timer/counter, serial port dan interrupt system tetap berfungsi. Pada Power Down Mode, isi RAM akan disimpan tetapi osilatornya tidak akan berfungsi sehingga semua fungsi dari chip akan berhenti sampai mendapat reset secara hardware.

Konfigurasi Pin ATmega32u4

Mikrokontroller merupakan sebuah processor yang digunakan untuk kepentingan kontrol. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer mainframe, mikrokontroller dibangun dari elemen – elemen dasar yang sama. Seperti umumnya komputer, mikrokontroller adalah alat yang mengerjakan instruksi – instruksi yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem terkomputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang programmer.

Program ini menginstruksikan komputer untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh programmer konfigurasi pin ATmega32u4 dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.12 Konfigurasi pin ATmega32u4

(Sumber : <http://arduino.cc/en/Hacking/PinMapping32u4>)

Tabel 2.3 Fungsi Pin

| Pin Number | Pin Name | Mapped Pin Name |
|------------|-------------------------------|--------------------------|
| 1 | PE6 (INT.6/AIN0) | Digital pin 7 |
| 2 | UVcc | +5V |
| 3 | D- | RD- |
| 4 | D+ | RD+ |
| 5 | UGnd | UGND |
| 6 | UCap | UCAP |
| 7 | VUSB | VBus |
| 8 | (SS/PCINT0) PB0 | RXLED |
| 9 | (PCINT1/SCLK) PB1 | SCK |
| 10 | (PDI/PCINT2/MOSI) PB2 | MOSI |
| 11 | (PDO/PCINT3/MISO) PB3 | MISO |
| 12 | (PCINT7/OCA0/OC1C/#RTS) PB7 | Digital pin 11 (PWM) |
| 13 | RESET | RESET |
| 14 | Vcc | +5V |
| 15 | GND | GND |
| 16 | XTAL2 | XTAL2 |
| 17 | XTAL1 | XTAL1 |
| 18 | (OC0B/SCL/INT0) PD0 | Digital pin 3 (SCL)(PWM) |
| 19 | (SDA/INT1) PD1 | Digital pin 2 (SDA) |
| 20 | (RX D1/AIN1/INT2) PD2 | Digital pin 0 (RX) |
| 21 | (TXD1/INT3) PD3 | Digital pin 1 (TX) |
| 22 | (XCK1/#CTS) PD5 | TXLED |
| 23 | GND1 | GND |
| 24 | AVCC | AVCC |
| 25 | (ICP1/ADC8) PD4 | Digital pin 4 |
| 26 | (T1/#OC4D/ADC9) PD6 | Digital pin 12 |
| 27 | (T0/OC4D/ADC10) PD7 | Digital Pin 6 (PWM) |
| 28 | (ADC11/PCINT4) PB4 | Digital pin 8 |
| 29 | (PCINT5/OC1A/#OC4B/ADC12) PB5 | Digital Pin 9 (PWM) |
| 30 | (PCINT6/OC1B/OC4B/ADC13) PB6 | Digital Pin 10 (PWM) |
| 31 | (OC3A/#OC4A) PC6 | Digital Pin 5 (PWM) |
| 32 | (ICP3/CLK0/C4A) PC7 | Digital Pin 13 (PWM) |
| 33 | (#HWB) PE2 | HWB |
| 34 | Vcc1 | +5V |
| 35 | GND2 | GND |
| 36 | (ADC7/TDI) PF7 | Analog In 0 |
| 37 | (ADC6/TDO) PF6 | Analog In 1 |
| 38 | (ADC5/TMS) PF5 | Analog In 2 |
| 39 | (ADC4/TCK) PF4 | Analog In 3 |
| 40 | (ADC1) PF1 | Analog In 4 |
| 41 | (ADC0) PF0 | Analog In 5 |
| 42 | AREF | AEF |
| 43 | GND3 | GND |
| 44 | AVCC1 | AVCC |

(Sumber : <http://arduino.cc/en/Hacking/PinMapping32u4>)

Beberapa fitur yang umumnya ada di dalam mikrokontroller adalah sebagai berikut :

1. RAM (Random Access Memory)

RAM digunakan oleh mikrokontroller untuk tempat penyimpanan variable. Memori ini bersifat volatile yang berarti akan kehilangan semua datanya jika tidak mendapatkan catu daya.

2. ROM (Read Only Memory)

ROM seringkali disebut sebagai kode memori karena berfungsi untuk tempat penyimpanan program yang akan diberikan oleh user.

3. Register

Merupakan tempat penyimpanan nilai – nilai yang akan digunakan dalam proses yang telah disediakan oleh mikrokontroller

4. Special Function Register

Merupakan register khusus yang berfungsi untuk mengatur jalannya mikrokontroller. Register ini terletak pada RAM.

5. Input dan Output Pin

Pin input adalah bagian yang berfungsi sebagai penerima signal dari luar, pin ini dapat dihubungkan ke berbagai media inputan seperti keypad, sensor, dan sebagainya. Pin output adalah bagian yang berfungsi untuk mengeluarkan signal dari hasil proses algoritma mikrokontroller.

6. Interrupt

Merupakan bagian dari mikrokontroller yang berfungsi sebagai bagian yang dapat melakukan interupsi, sehingga ketika program utama sedang berjalan, program utama tersebut dapat diinterupsi dan menjalankan program interupsi terlebih dahulu.

7. Beberapa interrupt pada umumnya adalah sebagai berikut : $\frac{3}{4}$ Interrupt Eksternal.</p>

a. Interrupt akan terjadi bila ada inputan dari pin interrupt $\frac{3}{4}$ Interrupt timer.

b. Interrupt akan terjadi bila waktu tertentu telah tercapai $\frac{3}{4}$ Interrupt serial.

c. Interupt yang terjadi ketika ada penerimaan data dari komunikasi serial.

8. Fitur Mikrokontroller ATmega328

ATmega32u4 adalah mikrokontroller keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (Reduce Instruction Set Computer) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (Completed Instruction Set Computer).

a. Mikrokontroller ini memiliki beberapa fitur antara lain :

1. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.

2. 32 x 8-bit register serba guna.

3. Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan clock 16 MHz.

4. 32 KB Flash memory dan pada arduino memiliki bootloader yang menggunakan 2.5 KB dari flash memori sebagai bootloader.

5. Memiliki EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanent karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.

6. Memiliki SRAM (Static Random Access Memory) sebesar 2KB.

7. Memiliki pin I/O digital sebanyak 20 pin 7 diantaranya PWM (Pulse Width Modulation) output.

8. Master / Slave SPI Serial interface.

b. Mikrokontroller ATmega32u4 memiliki arsitektur Harvard

Yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan parallelism.

1. 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.

2. 32 x 8-bit register serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (Arithmetic Logic unit) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 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).

3. Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit. Selain register serba guna 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 0x20h – 0x5Fh.

Untuk mengetahui alur hubungan dari architecture ATmega32u4 dapat di lihat pada gambar berikut:

memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 kOhm. Selain itu.

Beberapa pin mempunyai fungsi-fungsi spesial:

1. Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan memancarkan (TX) serial data TTL (Transistor-Transistor Logic). Kedua pin ini dihubungkan ke pin-pin yang sesuai dari chip Serial ATmega8U2 USB-ke-TTL.
2. External Interrupts: 2 dan 3. Pin-pin ini dapat dikonfigurasi untuk dipicu sebuah interrupt (gangguan) pada sebuah nilai rendah, suatu kenaikan atau penurunan yang besar, atau suatu perubahan nilai. Lihat fungsi `attachInterrupt()` untuk lebih jelasnya.
3. PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Memberikan 8-bit PWM output dengan fungsi `analogWrite()`.
4. SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin-pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan SPI library.
5. LED: 13. Ada sebuah LED yang terpasang, terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai HIGH LED menyala, ketika pin bernilai LOW LED mati.

ATmega32u4 mempunyai 6 input analog, diberi label A0 sampai A5, setiapnya memberikan 10 bit resolusi (contohnya 1024 nilai yang berbeda). Secara default, 6 input analog tersebut mengukur dari ground sampai tegangan 5 Volt, dengan itu mungkin untuk mengganti batas atas dari rangenya dengan menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`.

Di sisi lain, beberapa pin mempunyai fungsi spesial:

1. TWI:
 - Pin A4 atau SDA dan pin A5 atau SCL. Mendukung komunikasi TWI dengan menggunakan Wire library
2. Ada sepasang pin lainnya pada board:

3. AREF. Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan `analogReference()`.
4. Reset.
Membawa saluran ini LOW untuk mereset mikrokontroler. Secara khusus, digunakan untuk menambahkan sebuah tombol reset untuk melindungi yang memblock sesuatu pada board.
5. ATmega32u4 menyediakan serial komunikasi UART TTL (5V) yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah Atmega 16U2 pada channel board serial komunikasinya melalui USB dan muncul sebagai sebuah port virtual ke software pada komputer. Firmware 16U2 menggunakan driver USB COM standar, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Bagaimanapun, pada Windows, sebuah file inf pasti dibutuhkan. Software Arduino mencakup sebuah serial monitor yang memungkinkan data tekstual terkirim ke dan dari board Arduino. LED RX dan TX pada board akan menyala ketika data sedang ditransmit melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB pada komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).
6. Sebuah `SoftwareSerial` library memungkinkan untuk komunikasi serial pada beberapa pin digital ATmega328.
7. ATmega328 juga mensupport komunikasi I2C (TWI) dan SPI.

2.11 Battery Lipo

Battery Lipo ini mempunyai debit daya yang tinggi, battery ini bagus untuk setiap proyek R/C, robot, atau portabel project. *Battery* ini sangat sempurna untuk proyek apapun yang memerlukan baterai kecil dengan daya yang tinggi. Tegangan *battery* yang cukup rendah memudahkan anda untuk mengatur rangkaian sirkuit. Dengan tingkat debit yang cukup tinggi untuk menampung banyak elektronik dan motor.

Battery ini menggunakan *Power Jack* yang disesuaikan dengan *Arduino*, memudahkan untuk diintegrasikan ke dalam proyek Arduino. Dan cocok juga

untuk pembuatan robot listrik yang menggunakan *Arduino*. Gambar dari Battery Lipo ini ditunjukkan pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 *Battery Lipo*

(Sumber : <http://murahmeriahobby.blogspot.com/2013/01/lipo-3-cell.html>)