

BAB II

LANDASAN TEORI

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.

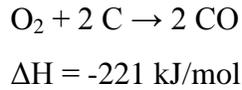
Karbon monoksida dihasilkan dari pembakaran tak sempurna dari senyawa karbon, sering terjadi pada mesin pembakaran dalam. Karbon monoksida terbentuk apabila terdapat kekurangan oksigen dalam proses pembakaran. Karbon monoksida mudah terbakar dan menghasilkan lidah api berwarna biru, menghasilkan karbon 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 dominan:

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.

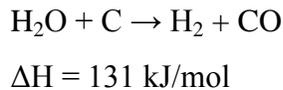
Gas produser dibentuk dari pembakaran karbon di oksigen pada temperatur tinggi ketika terdapat karbon yang berlebih. Dalam sebuah oven, udara dialirkan melalui kokas. CO₂ yang pertama kali dihasilkan akan mengalami kesetimbangan

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

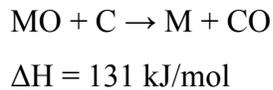


Kerugian dari metode ini adalah apabila dilakukan dengan udara, ia akan menyisakan campuran yang terdiri dari nitrogen.

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



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



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 Wireless Sensor Network

Untuk mengetahui kualitas udara di suatu wilayah secara online maka perlu dibangun suatu sistem monitoring kualitas udara. Di sini akan dijelaskan suatu rancang bangun sistem monitoring kualitas udara menggunakan teknologi Wireless Sensor Network (WSN). Pada dasarnya suatu WSN terbentuk dari tiga komponen utama yaitu target, node sensor, dan base station. WSN merupakan jaringan nirkabel yang terdiri dari beberapa autonomous device yang di dalamnya terpasang sensor-sensor yang secara terpadu membaca kondisi fisik lingkungan.

WSN (Wireless sensor network) merupakan jaringan wireless alat yang menggunakan sensor untuk memonitor fisik atau kondisi lingkungan sekitar, seperti suhu, suara, getaran, gelombang elektromagnetik, tekanan, gerakan, dan lain-lain.

Dalam penambahan pada satu atau lebih suatu sensor, masing-masing node dalam WSN biasanya dilengkapi dengan radio transceiver atau alat komunikasi wireless lainnya, mikro-kontroler kecil, dan sumber energi, biasanya baterai.

Untuk ukuran node sensor pada WSN memiliki kisaran node sensor yang bisa mencapai besar dari sebuah kotak sepatu hingga seukuran debu. Aplikasi dan penggunaan dari WSN ada banyak dan bervariasi, tapi umumnya adalah untuk monitoring, tracking dan controlling. aplikasi spesifik dari WSN misalnya adalah pengontrolan reaktor nuklir, pendeteksi api, dan monitoring lalu lintas.

Kemampuan sensor pada WSN secara luas membuat penggunaan WSN untuk melakukan monitoring banyak digunakan. WSN dapat digunakan dengan sensor sederhana yang memonitoring suatu fenomena sedangkan untuk yang kompleks maka setiap WSN akan mempunyai lebih dari satu sensor sehingga WSN ini akan dapat melakukan banyak monitoring suatu fenomena. Jika WSN ini dihubungkan ke gateway yang dapat mengakses internet maka WSN ini dapat diakses dan berkolaborasi dengan sistem lain.

2.3 Sensor Pendeteksi Karbon Monoksida (MQ-7)

Sensor secara istilah umum pengetahuan dairtikan sebagai alat yang mampu mengubah besaran fisika ataupun kimia menjadi besaran elektronik.

Berdasarkan besaran kondisi yang akan dideteksinya, sensor dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu sensor fisika dan sensor kimia. Sensor fisika merupakan alat yang mampu mendeteksi kondisi besaran fisika seperti tekanan, gaya, tinggi permukaan air, kecepatan angin, and temperatur. Sementara sensor kimia merupakan alat yang mampu mengubah fenomena kimia, seperti komposisi gas dalam suatu udara, kadar keasaman, susunan zat suatu bahan makanan, dan perubahan konduktifitas.

Secara umum model sensor gas atau sensor kimia meliputi bagian penerima yang memiliki sensitifitas terhadap zat yang akan dideteksi yang dikenal dengan istilah hidung sensor (*sensitive layer / nose parts / chemical interface*), dan bagian *transducer* yaitu bagian yang mampu mengubah hasil deteksi tersebut menjadi sinyal elektrik.

Ciri-ciri dari sensor ini adalah:

1. Dapat mendeteksi jangkauan dengan luas.
2. Cepat merespon apabila tercium bau gas dan mempunyai sensitivitas yang tinggi.
3. Sebagai penggerak sirkuit sederhana.

Ciri-ciri diatas digunakan dalam mendeteksi kebocoran gas peralatan dalam industry, cocok untuk mendeteksi LPG, i-butana, propane, metana, alcohol, hydrogen.

Beberapa hal yang perlu diketahui tentang sifat sensor ini adalah:

1. Rangkaian tidak segera merespon cepat adanya gas, apalagi bila tadinya dalam keadaan mati pemanasnya, memerlukan waktu setengah hingga satu menit untuk siap kerja.

2. Gas yang dideteksi harus cukup dan masuk ke dalam chamber-nya, bila hanya diluar atau sedikit, sensor tidak akan bekerja.
3. Sensor masih bekerja selama didalam chambernya sedikit oksigen, sehingga meskipun di luar sudah tidak ada gas, sensor masih bekerja, harus ditiupkan udara ke dalam chamber, supaya sensor reset kembali.

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:

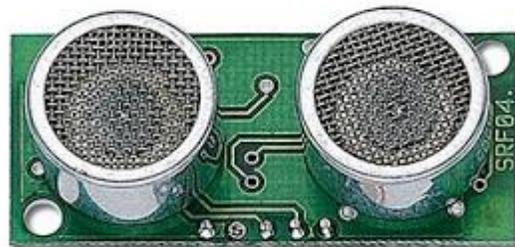
- VC/(Tegangan Rangkaian) = $5V \pm 0.1$
- VH (H)/ Tegangan Pemanas (Tinggi) = $5V \pm 0.1$
- VH (L)/ Tegangan Pemanas (Rendah) = $1.4V \pm 0.1$
- RL/Resistansi Beban Dapat disesuaikan
- RH Resistansi Pemanas = $33\Omega \pm 5\%$
- TH (H) Waktu Pemanasan (Tinggi) = 60 ± 1 seconds
- TH (L) Waktu Pemanasan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



Gambar 2.1 Sensor MQ-7

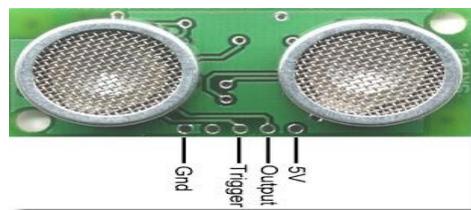
2.4 Sensor Ultrasonik SRF04 (Sensor Jarak)

Sensor jarak SRF04 adalah sebuah device transmitter dan receiver ultrasonic dalam 1 package buatan Devantech yang dapat membaca jarak dengan prinsip sonar.



Gambar 2.2 SRF 04

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



Gambar 2.3 SRF 04

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

2.5 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>)

2.6 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 2.1 merupakan penjelasan fungsi dari masing-masing pin I/O secara detail pada modul XBee-PRO.

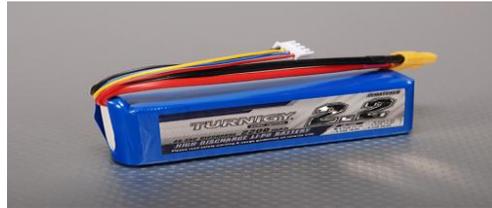
Tabel 2.2 Keterangan Fungsi Pin Modul XBee-PRO

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

2.7 Battery Lippo

Battery Lippo 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*.

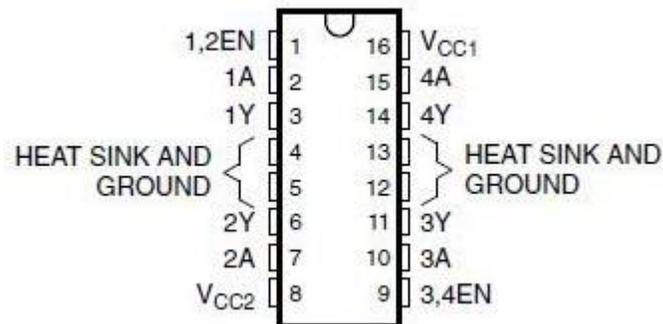


Gambar 2.6 Battery Lippo

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

2.8 Driver Motor L293D

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 unit chip IC L293D terdiri dari 4 buah driver motor DC yang berdiri sendiri dengan kemampuan mengalirkan arus 1 Ampere tiap drivernya. Sehingga dapat digunakan untuk membuat driver H-bridge untuk 2 buah motor DC. Berikut konstruksi pin driver motor DC IC L293D.



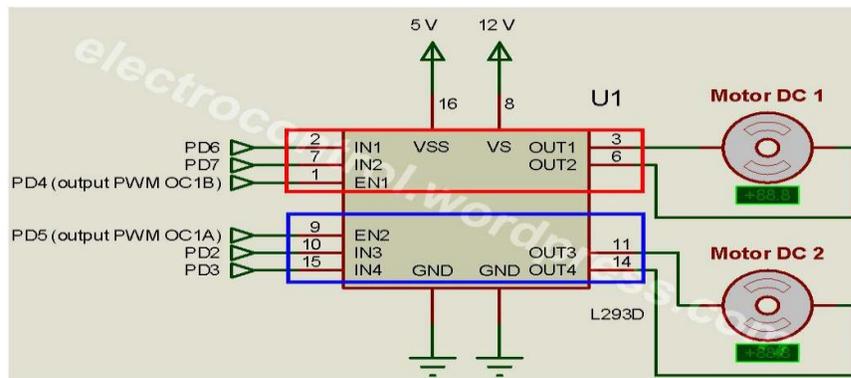
Gambar 2.7 Konstruksi Pin Motor DC IC L293D

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

Tabel 2.3 Fungsi Pin Driver Motor DC IC L293D

Pin No	Function	Name
1	Enable Pin for Motor 1; active high	Enable 1,2
2	Input 1 for Motor 1	Input 1
3	Output 1 for Motor 1	Output 1
4	Ground (0V)	Ground
5	Output 2 for Motor 1	Ground
6	Input 2 for Motor 1	Output 2
7	Supply voltage for Motors, 9-12 (up to 36V)	Input 2
8	Enable pin for Motor 2; active high	Vcc 2
9	Input 1 for Motor 1	Enable 3,4
10	Output 1 for Motor 1	Input 3
11	Ground (0V)	Output 3
12	Ground (0V)	Ground
13	Output 2 for Motor 1	Ground
14	Input 2 for Motor 1	Output 4
15	Input 2 for Motor 1	Input 4
16	Supply voltage for Motors, 5V (up to 36V)	Vcc 1

(Sumber: <http://www.8501projects.net>)

**Gambar 2.8** Konfigurasi Driver Motor DC Menggunakan IC L293D

(Sumber: <http://www.8051projects.net/t31971/8051>)

Prinsip kerja driver menggunakan L293D yaitu dengan memberikan tegangan 5 Volt sebagai Vcc pada pin 16 dan 12 Volt pada pin 8 untuk tegangan motor, maka IC siap digunakan.

Pin EN1 adalah pin untuk mengenablekan motor 1 (ON/OFF) biasanya pin EN1 dihubungkan dengan PWM untuk mengontrol kecepatan motor. Sementara untuk EN2 fungsinya sama dengan EN1. Perbedaannya, EN2 untuk mengontrol motor DC2. Sementara untuk mengontrol arah putar motor, dapat ditampilkan seperti table berikut:

Tabel 2.4 Arah Putar Motor L293D

IN 1	IN 2	Kondisi Motor DC 1
0	0	Fast Motor Stop
0	1	Putar Searah Jarum Jam
1	0	Putar Berlawanan Arah Jarum Jam
1	1	Fast Motor Stop

IN 3	IN 4	Kondisi Motor DC 2
0	0	Fast Motor Stop
0	1	Putar Searah jarum Jam
1	0	Putar Berlawanan Arah Jarum Jam
1	1	Fast Motor Stop

(Sumber: Herlangga, Porlan, 2012. Aplikasi Motor DC pada Alat Penghitung dan Pengelompokan Barang Otomatis)

Jika IN1 diberi logic 1 dan IN2 diberi logic 0, maka motor A akan berputar kebalikan arah jarum jam. Dan sebaliknya jika IN1 diberi logic 0 dan IN2 diberi logic 1, maka motor A akan berhenti. Begitu juga dengan motor B. Sementara untuk mengatur kecepatan motor adalah dengan mengatur input dari enable 1 (pin1) dan enable 2 (pin9) menggunakan PWM (Pulse Width Modulation).

2.9 Arduino Leonardo

Arduino Leonardo adalah papan pengembang purnarupa dengan mikrokontroler berbasis ATmega32U4 dari Atmel. Papan ini memiliki 20 pin I/O digital dengan 7 di antaranya dapat digunakan sebagai keluaran PWM (Pulse Width Modulation) dan 12 pin dapat digunakan sebagai masukan analog dengan ADC (Analog-to-Digital Converter) sepanjang 10 bit. Microcontroller ini berjalan di kecepatan 16 MHz dengan panduan detak dari osilator kristal berpresisi tinggi.

Dilengkapi dengan konektor USB mikro, konektor catu daya, ICSP header, dan tombol reset, development board ini memiliki semua yang dibutuhkan untuk mendukung pengerjaan proyek mikrokontroler; cukup hubungkan dengan komputer lewat kabel USB atau hubungkan dengan adaptor AC-ke-DC atau baterai untuk memulai menggunakannya.



Gambar 2.9 Arduino Leonardo

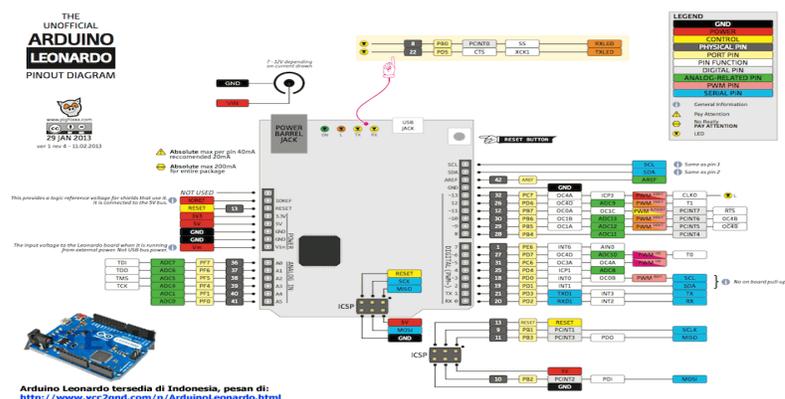
(Sumber: <http://www.vcc2gnd.com/p/arduino-leonardo.html>)

Leonardo menjadi unik dan berbeda dari papan pengembang dasar kelas Arduino Uno karena papan yang menggunakan Atmel ATmega32U4 ini memiliki fungsi komunikasi USB secara terpadu tanpa perlu bantuan dari prosesor sekunder. Fitur

USB ini memungkinkan Leonardo untuk berperan sebagai USB HID (USB Human Interface Device), misalnya sebagai USB *mouse* atau *keyboard*.

Spesifikasi Arduino Leonardo

- Mikrokontroler: ATmega32U4
- Kapasitas memori program / Flash Memory: 32 KB (4 KB sudah digunakan untuk *bootloader*)
- Kapasitas SRAM: 2,5 KB
- Kapasitas NVRAM / EEPROM: 1 KB (dapat diakses menggunakan pustaka EEPROM)
- Kecepatan detak: 16 MHz
- Tegangan Operasional: 5V (TTL)
- Tegangan Catu Daya: 7 - 12 Volt (sekurang-kurangnya 6V, maksimum 20V)
- Jumlah pin digital I/O: 20 pin
- Jumlah pin PWM: 7 kanal
- Jumlah pin masukan analog (ADC): 12 kanal
- Maksimum arus per pin: 40 mA
- Maksimum arus yang dapat ditarik dari pin 3v3: 50 mA



Gambar 2.10 Arduino Leonardo Pinout Diagram

(Sumber: <http://www.vcc2gnd.com/p/arduino-leonardo.html>)

2.10 Motor DC

Motor DC adalah suatu alat yang mengubah suatu energi listrik DC menjadi energi gerak (kinetik). Motor ini terdiri dari medan magnet dan kumparan kawat pejal. Prinsip motor DC menggunakan kaidah tangan kanan, yang mana arah gaya motor dc tergantung dengan arah medan magnet dan arus listrik.



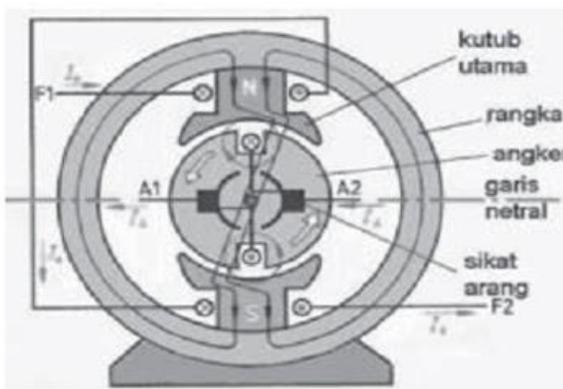
Gambar 2.11 Contoh Motor DC
(Sumber: www.guntursanjaya.com)

2.10.1 Konstruksi Motor DC

Secara garis besar motor DC mempunyai bagian atau susunan konstruksi seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.5 berikut:

1. Bagian yang tetap / stasioner yang disebut stator. Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektromagnetik) ataupun magnet permanen. Bagian stator terdiri dari bodi motor yang memiliki magnet yang melekat. Untuk motor kecil, magnet tersebut adalah magnet permanen. Fungsi dari stator adalah untuk menghasilkan medan magnet. Stator terdiri dari rumah dengan kutub magnet yang dibuat dari pelat-pelat yang ditejalkan dengan gulungan penguat magnet.
2. Bagian yang berputar disebut rotor, yakni berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir.

Gaya elektromagnetik pada motor DC timbul pada saat ada arus yang mengalir pada penghantar yang berada dalam medan magnet. Medan magnet itu sendiri ditimbulkan oleh magnet permanen. Garis-garis gaya magnet mengalir diantara dua kutub magnet, dari kutub utara ke kutub selatan. Menurut hukum gaya Lorentz, arus yang mengalir pada penghantar yang terletak dalam medan magnet akan menimbulkan gaya. Gaya F , timbul tergantung pada arah arus I , dan arah magnet B .



Gambar 2.12 Konstruksi Motor DC

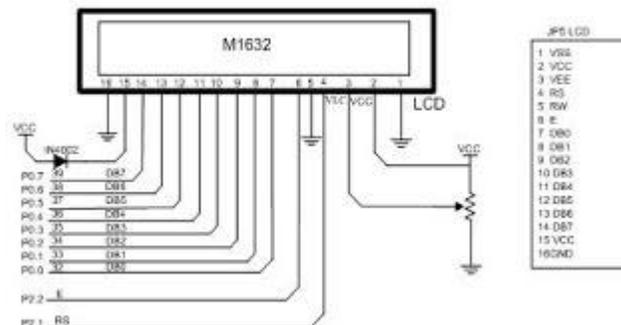
(Sumber: www.guntursanjaya.com)

2.11 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 2.13 Modul LCD karakter



Gambar 2.14 Rangkaian Modul LCD

2.12 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan keluaran serta kendali dengan program yang bias ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Sederhananya, cara kerja mikrokontroler sebenarnya hanya membaca dan menulis data. Mikrokontroler merupakan computer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronika, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiahnya bias disebut ‘pengendali kecil’ dimana sebuah system elektronika yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini. (Agfianto Eko Putra, 2013 : 1)

Mikrokontroler adalah sebuah system mikroprosesor dimana didalamnya sudah terdapat CPU, RAM, ROM, I/O, Clock dan peralatan *internal* lainnya yang sudah terhubung dan terorganisasi (teralamati) dengan baik oleh pabrik pembuatannya dan dikemas dalam satu *chip* yang siap pakai. (Winoto, 2011)

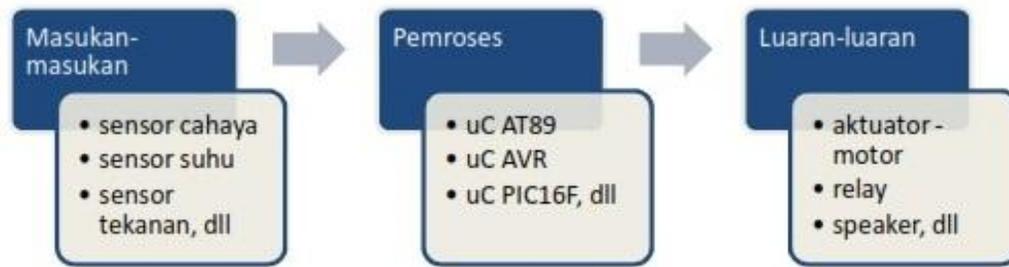
Dengan penggunaan mikrokontroller ini maka:

1. Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas.
2. Rancang bangun system elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari system adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi.
3. Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak.

Namun demikian tidak sepenuhnya mikrokontroller bias mereduksi komponen IC TTL dan CMOS yang seringkali masih diperlukan untuk aplikasi kecepatan tinggi atau sekedar menambah jumlah saluran masukan dan keluaran (I/O). dengan kata lain, mikrokontroller adalah versi mini atau mikro dari sebuah computer karena mikrokontroller sudah mengandung beberapa peripheral yang langsung bias dimanfaatkan, misalnya port parallel, port serial, komparator, konversi digital ke analog (DAC), konversi analog ke digital dan sebagainya hanya menggunakan sistem minimum yang tidak rumit atau kompleks. (Kelas-kelas mikrokontroller diakses pada tanggal 18 Juni 2014)

Pada saat kita bicara tentang Mikrokontroller, maka tidak terlepas dari pengertian atau definisi tentang mikrokomputer itu sendiri. Ada kesamaan-kesamaan antara Mikrokontroller dengan Komputer (Mikrokomputer), anantara lain:

1. Sama-sama memiliki unit pengolah pusat atau yang lebih dikenal dengan CPU (*Central Processing Unit*);
2. CPU tersebut sama-sama menjalankan program dari suatu lokasi atau tempat, biasanya dari ROM (*Read Only Memory*) atau RAM (*Random Access Memory*);
3. Sama-sama memiliki RAM yang digunakan untuk menyimpan data-data sementara atau yang lebih dikenal dengan variable-variabel;
4. Sama-sama memiliki beberapa luaran dan masukan (I/O) yang digunakan untuk melakukan komunikasi timbal balik dengan dunia luar, melalui sensor (masukan) dan actuator (luaran), perhatikan bagan yang ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 2.15 Bagan Masukan, Pemrosesan Hingga Luaran

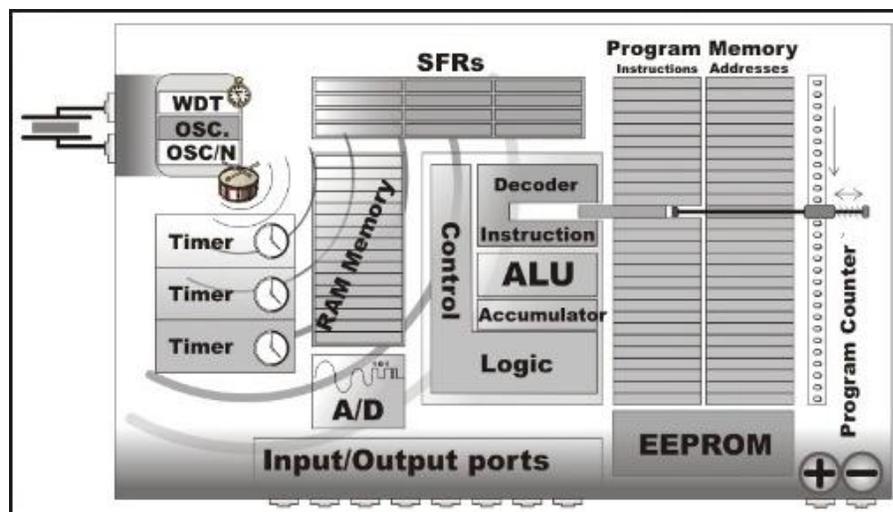
(Sumber: Agfianto Eko Putra, 2010 : 1)

Perbedaan antara Mikrokontroller dengan Mikrokomputer disini adalah Mikrokontroller dengan Mikrokomputer disini adalah Mikrokontroller adalah versi mini dan untuk aplikasi khusus dari mikrokomputer atau computer.

Berikut daftar kesamaan dengan menekankan pada perbedaan antara Mikrokontroller dan Mikrokomputer:

1. CPU pada sebuah computer berada eksternal dalam suatu sistem, sampai saat ini kecepatan operasionalnya sudah mencapai lebih dari 2,5 GHz. Sedangkan CPU pada Mikrokontroller berada didalam (internal) sebuah *chip*, kecepatan kerja atau operasionalnya masih cukup rendah, dalam orde MHz (misalnya 24 MHz, 40 MHz dan lain sebagainya). Kecepatan yang relatif rendah ini sudah mencukupi untuk aplikasi-aplikasi berbasis mikrokontroller.
2. Jika CPU pada mikrokomputer menjalankan program dalam ROM atau yang lebih dikenal dengan BIOS (*Basic I/O System*) pada saat awal dihidupkan, kemudian mengambil atau menjalankan program yang disimpan dalam hard disk. Sedangkan mikrokontroller sejak awal menjalankan program yang tersimpan dalam ROM internalnya (bias berupa Mask ROM atau Flash PEROM atau Flash ROM). Sifat memori program dalam mikrokontroller ini *non-volatile*, artinya tetap akan tersimpan walaupun tidak diberi catu daya.

3. RAM pada mikrokomputer bias mencapai ukuran sekian GByte dan bias di-upgrade ke ukuran yang lebih besar dan berlokasi di luar CPU-nya, sedangkan RAM pada mikrokontroller ada di dalam *chip* dan kapasitasnya rendah, misalnya 128 byte, 256 byte dan seterusnya dan ukuran yang relatif kecil ini pun dirasa cukup untuk aplikasi-aplikasi mikrokontroller.
4. Luaran dan masukan (I/O) pada mikrokomputer jauh lebih kompleks dibandingkan dengan mikrokontroller, yang jauh lebih sederhana. Selain itu, pada mikrokontroller akses keluaran dan masukan bias per bit.
5. Jika diamatai lebih lanjut, bias dikatakan bahwa Mikrokomputer atau Komputer merupakan computer serbaguna atau *general purpose computer*, bias dimanfaatkan untuk berbagai macam aplikasi (atau perangkat lunak). Sedangkan mikrokontroller adalah *special purpose computer* atau computer untuk tujuan khusus, hanya satu macam aplikasi saja.



Gambar 2.16 Diagram Blok Mikrokontroller yang Disedehankan

(Sumber: Agfianto Eko Putra, 2010 : 2)

ALU, *Instruction Decoder*, *Accumulator* dan *Control Logic*, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.2, merupakan otaknya mikrokontroller yang

bersangkutan. Jantungnya berasal dari detak OSC (lihat pada gambar 2.2 sebelah kiri atas). Sedangkan di sekeliling otak terdapat berbagai macam peripheral seperti SFR (*Special Function Register*) yang bertugas menyimpan data-data sementara selama proses berlangsung. *Instruction Decoder* bertugas menerjemahkan setiap instruksi yang ada di dalam program memori (hasil dari pemrograman yang kita buat sebelumnya). Hasil penerjemahan tersebut merupakan suatu operasi yang harus dikerjakan oleh ALU (*Arithmetic Logic Unit*), mungkin dengan bantuan memori sementara *Accumulator* yang kemudian menghasilkan sinyal-sinyal control ke seluruh peripheral yang terkait melalui control logic.

Memori RAM atau *RAM Memory* bias digunakan sebagai tempat penyimpanan sementara, sedangkan SFR (*Special Function Register*) sebagian ada yang langsung berhubungan dengan I/O dari mikrokontroler yang bersangkutan dan sebagian lain berhubungan dengan berbagai macam operasional mikrokontroler.

ADC atau *Analog to Digital Converter* (tidak setiap mikrokontroler memiliki ADC internal), digunakan untuk mengubah data-data analog menjadi digital untuk diolah atau diproses lebih lanjut.

Timer atau *Counter* digunakan sebagai pewaktu atau pencacah, sebagai pewaktu fungsinya seperti sebuah jam digital dan bisa diatur cara kerjanya. Sedangkan pencacah lebih digunakan sebagai penghitung atau pencacah *event* atau bisa juga digunakan untuk menghitung berapa jumlah pulsa dalam satu detik dan lain sebagainya. Biasanya sebuah mikrokontroler bisa memiliki lebih dari satu *timer*.

EEPROM (sama seperti RAM hanya saja tetap akan menyimpan data walaupun tidak mendapatkan sumber listrik/daya) dan port-port I/O untuk masukan/luaran, untuk melakukan komunikasi dengan peripheral eksternal mikrokontroler seperti sensor dan aktuator. (Simponi, 2013 : 1)

2.13 Mikrokontroler AVR

Keluarga mikrokontroler AVR merupakan mikrokontroler dengan arsitektur modern. Disini Atmel membuat 5 (lima) macam atau jenis mikrokontroler AVR, yaitu:

1. Tiny AVR

Mikrokontroler serbaguna dengan memory flash untuk menyimpan program hingga 16Kb, dilengkapi SRAM dan EEPROM 512 Bytes.

2. Mega AVR

Mikrokontroler dengan kerja yang tinggi, dilengkapi pengali perangkat keras (*Hardware Multiplier*), mampu menyimpan program hingga 256 Kbytes, dilengkapi EEPROM 4K Bytes dan SRAM 8K Bytes, AVR XMEGA.

3. Mikrokontroler AVR 8/16-bit XMEGA

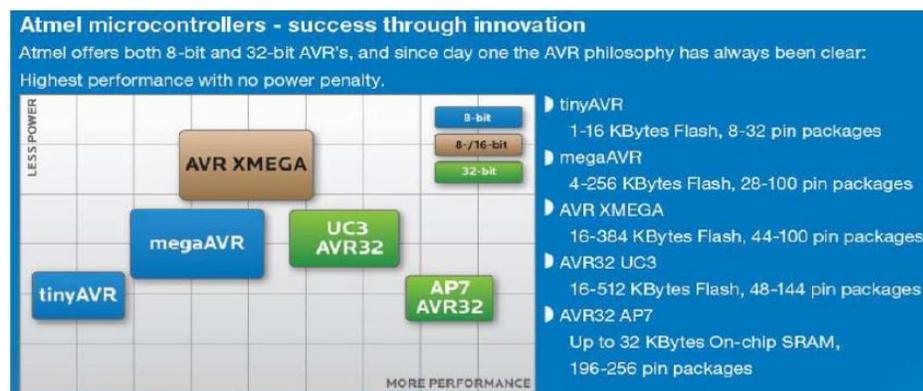
Mikrokontroler yang memiliki peripheral baru dan canggih dengan unjuk-kerja, sistem *Event* dan DMA yang ditingkatkan, serta merupakan pengembangan keluarga AVR untuk pasar *low power* dan *high performance* (daya rendah dan unjuk kerja tinggi).

4. AVR32 UC3

Mikrokontroler unjuk-kerja tinggi, mikrokontroler flash AVR32 32-bit daya rendah. Memiliki flash hingga 512 KByte dan SRAM 128 KByte.

5. AVR32 AP7

Mikrokontroler unjuk kerja tinggi, prosesor aplikasi AVR 32-bit daya rendah, memiliki SRAM hingga 32 Kbyte.



Gambar 2.17 Mikrokontroler Atmel

(Sumber: Agfianto Eko Putra, 2010 : 4)

Di Indonesia yang banyak digunakan atau lebih populer adalah tinyAVR dan megaAVR, itupun masih kalah populer dengan keluarga AT89 yang belakangan juga sudah mulai banyak beralih ke AVR.

Perbedaan jenis-jenis tersebut terletak dari fasilitas, atau lebih dikenal dengan fitur-fiturnya. Jenis TinyAVR merupakan mikrokontroller dengan jumlah pin yang terbatas dibandingkan dengan megaAVR. Semua mikrokontroller AVR memiliki set instruksi (*assembly*) dan organisasi memori yang sama, dengan demikian berpindah-pindah antar mikrokontroller AVR mudah.

Beberapa mikrokontroller AVR memiliki SRAM, EEPROM, antarmuka SRAM eksternal, ADC, pengali perangkat keras, UART, USART dan lain sebagainya.

2.14 Mikrokontroller ATmega32U4

2.14.1 Arsitektur Mikrokontroller ATmega32u4

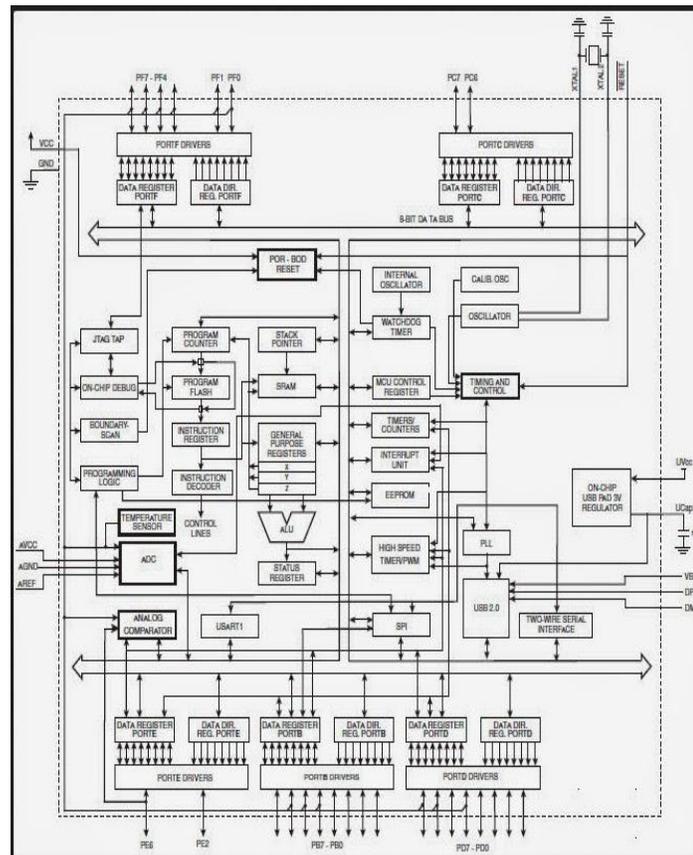
Sebagai salah satu vendor besar didunia ini, ATMEL mengeluarkan ATmega32u4 yang merupakan salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan.

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

Mikrokontroler 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.

Mikrokontroler 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.

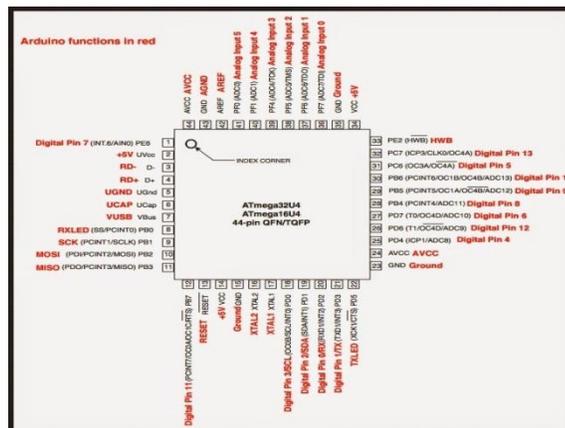


Gambar 2.18 Arsitektur ATmega32u4
(Sumber: <http://duinoworks.bakketti.com>)

2.14.2 Konfigurasi Pin ATmega32u4

Mikrokontroler merupakan sebuah processor yang digunakan untuk kepentingan kontrol. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer mainframe, mikrokontroler dibangun dari elemen – elemen dasar yang sama. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler 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 2.19 Konfigurasi pin ATmega32u4

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

Tabel 2.5 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

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. Interrupt yang terjadi ketika ada penerimaan data dari komunikasi serial.
8. Fitur Mikrokontroler ATmega328

ATmega328u4 adalah mikrokontroler 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).