

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

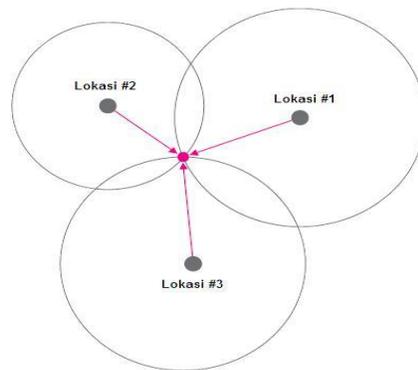
#### **2.1 *Global Positioning System (GPS)***

*Global Positioning System (GPS)* merupakan sebuah alat atau sistem yang dapat digunakan untuk menginformasikan penggunanya dimana dia berada (secara global) dipermukaan bumi yang berbasis satelit. Data dikirim dari satelit berupa sinyal radio dengan data digital.

##### **2.1.1 Definisi *Global Positioning System (GPS)***

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem navigasi yang berbasiskan satelit yang saling berhubungan yang berada di orbitnya. Satelit-satelit itu milik Departemen Pertahanan (*Departemen of Defense*) Amerika Serikat yang pertama kali diperkenalkan mulai tahun 1978 dan pada tahun 1994 sudah memakai 24 satelit. Untuk dapat mengetahui posisi seseorang maka diperlukan alat yang diberi nama GPS *reciever* yang berfungsi untuk menerima sinyal yang dikirim dari satelit GPS. Posisi diubah menjadi titik yang dikenal dengan nama *Way-point* nantinya akan berupa titik-titik koordinat lintang dan bujur dari posisi seseorang atau suatu lokasi kemudian di layar pada peta elektronik.

GPS adalah satu-satunya sistem satelit navigasi global untuk penentuan lokasi, kecepatan, arah, dan waktu yang telah beroperasi secara penuh didunia saat ini (*undergraduate thesis* Wildan Habibi, ITS, Surabaya Januari : 2011). GPS menggunakan konstelasi 27 buah satelit yang mengorbit bumi, dimana sebuah GPS *receiver* menerima informasi dari tiga atau lebih satelit tersebut seperti terlihat dalam Gambar 2.1 dibawah, untuk menentukan posisi. GPS *receiver* harus berada dalam *line-of sight (LoS)* terhadap ketiga satelit tersebut untuk menentukan posisi, sehingga GPS hanya ideal untuk digunakan dalam *outdoor positioning*.



**Gambar 2.1** Trilaterasi Dalam Global Positioning System (GPS)

(Andi Sunyoto, 2013)

Aplikasi yang berada disisi target (*client*) setelah mendapatkan *request* dari pelacak (*server*) maka *client* akan meminta koordinat posisinya pada GPS (*Global Positioning System*), yang kemudian akan dikirimkan ke pelacak (*server*).

Sejak tahun 1980, layanan GPS yang dulunya hanya untuk keperluan militer mulai terbuka untuk publik. Meskipun satelit-satelit tersebut berharga ratusan juta dolar, namun setiap orang dapat menggunakannya dengan gratis. Satelit-satelit ini mengorbit pada ketinggian sekitar 12.000 mil dari permukaan bumi. Posisi ini sangat ideal karena satelit dapat menjangkau *area coverage* yang lebih luas. Satelit-satelit ini akan selalu berada posisi yang bisa menjangkau semua area di atas permukaan bumi sehingga dapat meminimalkan terjadinya blank spot (area yang tidak terjangkau oleh satelit).

Setiap satelit mampu mengelilingi bumi hanya dalam waktu 12 jam. Sangat cepat, sehingga mereka selalu bisa menjangkau dimana pun posisi Anda di atas permukaan bumi. GPS *reciever* sendiri berisi beberapa *integrated circuit* (IC) sehingga murah dan teknologinya mudah untuk di gunakan oleh semua orang. GPS dapat digunakan untuk berbagai kepentingan, misalnya mobil, kapal, pesawat terbang, pertanian dan di integrasikan dengan komputer maupun laptop. (Jurnal Andi Sunyoto, STMIK AMIKOM Jogjakarta, 2013:1)



**Gambar 2.2** Macam-Macam Perangkat GPS

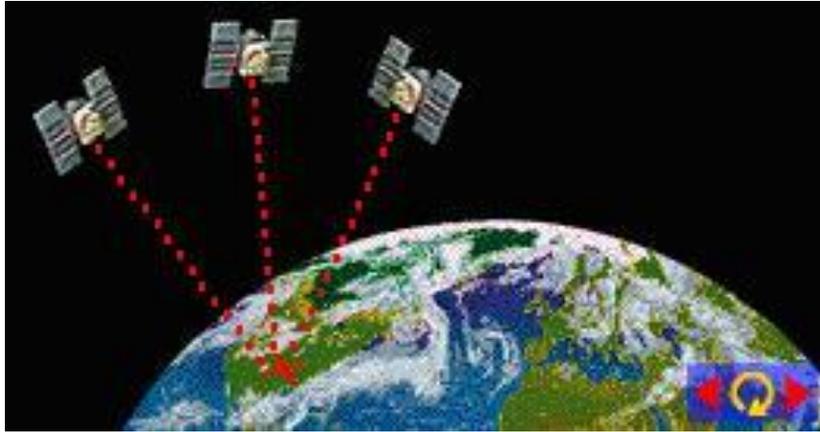
(Andi Sunyoto, 2013)

### 2.1.2 Cara Kerja *Global Positioning System* (GPS)

Setiap daerah di atas permukaan bumi ini minimal terjangkau oleh 3-4 satelit. Pada prakteknya, setiap GPS terbaru bisa menerima sampai dengan 12 channel satelit sekaligus. Kondisi langit yang cerah dan bebas dari halangan membuat GPS dapat dengan mudah menangkap sinyal yang dikirimkan oleh satelit. Semakin banyak satelit yang diterima oleh GPS, maka akurasi yang diberikan juga akan semakin tinggi.

Cara kerja GPS secara sederhana ada 5 langkah, yaitu :

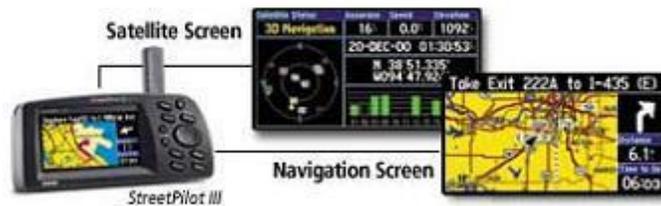
- a) Memakai perhitungan "*triangulation*" dari satelit.
- b) Untuk perhitungan "*triangulation*", GPS mengukur jarak menggunakan travel time sinyal radio.
- c) Untuk mengukur *travel time*, GPS memerlukan memerlukan akurasi waktu yang tinggi.
- d) Untuk perhitungan jarak, kita harus tahu dengan pasti posisi satelit dan ketinggian pada orbitnya.
- e) Terakhir harus mengoreksi *delay* sinyal waktu perjalanan di atmosfer sampai diterima *reciever*.



**Gambar 2.3** Cara Satelit menentukan Posisi

(Andi Sunyoto, 2013)

Satelit GPS berputar mengelilingi bumi selama 12 jam di dalam orbit yang akurat dia dan mengirimkan sinyal informasi ke bumi. GPS *reciever* mengambil informasi itu dan dengan menggunakan perhitungan “*triangulation*” menghitung lokasi *user* dengan tepat. GPS *reciever* membandingkan waktu sinyal di kirim dengan waktu sinyal tersebut di terima. Dari informasi itu didapat diketahui berapa jarak satelit. Dengan perhitungan jarak GPS *reciever* dapat melakukan perhitungan dan menentukan posisi user dan menampilkan dalam peta elektronik.



**Gambar 2.4** Tampilan GPS Reciever

(Andi Sunyoto, 2013)

Sebuah GPS *reciever* harus mengunci sinyal minimal tiga satelit untuk menghitung posisi 2D (*latitude* dan *longitude*) dan *track* pergerakan. Jika GPS *receiver* dapat menerima empat atau lebih satelit, maka dapat menghitung posisi 3D (*latitude*, *longitude* dan *altitude*). Jika sudah dapat menentukan posisi *user*, selanjutnya GPS dapat menghitung informasi lain, seperti kecepatan, arah yang dituju, jalur, tujuan perjalanan, jarak tujuan, matahari terbit dan matahari terbenam dan masih banyak lagi.

Satelit GPS dalam mengirim informasi waktu sangat presisi karena Satelit tersebut memakai jam atom. Jam atom yang ada pada satelit ialah dengan partikel atom yang di isolasi, sehingga dapat menghasilkan jam yang akurat dibandingkan dengan jam biasa. Perhitungan waktu yang akurat sangat menentukan akurasi perhitungan untuk menentukan informasi lokasi kita. Selain itu semakin banyak sinyal satelit yang dapat diterima maka akan semakin presisi data yang diterima karena ketiga satelit

mengirim *pseudo-random code* dan waktu yang sama. Ketinggian itu menimbulkan keuntungan dalam mendukung proses kerja GPS, bagi kita karena semakin tinggi maka semakin bersih atmosfer, sehingga gangguan semakin sedikit dan orbit yang cocok dan perhitungan matematika yang cocok. Satelit harus tetap pada posisi yang tepat sehingga stasiun di bumi harus terus memonitor setiap pergerakan satelit, dengan bantuan radar yang presisi selalu di cek tentang altitude, position dan kecepatannya.



**Gambar 2.5** Cara Satelit Menentukan Posisi Lokasi

(Andi Sunyoto, 2013)

Sinyal yang dikirimkan oleh satelit ke GPS akan digunakan untuk menghitung waktu perjalanan (*travel time*). Waktu perjalanan ini sering juga disebut sebagai *Time of Arrival* (TOA). Sesuai dengan prinsip fisika, bahwa untuk mengukur jarak dapat diperoleh dari waktu dikalikan dengan cepat rambat sinyal. Maka, jarak antara satelit dengan GPS juga dapat diperoleh dari prinsip fisika tersebut. Setiap sinyal yang dikirimkan oleh satelit akan juga berisi informasi yang sangat detail, seperti orbit satelit, waktu, dan hambatan di atmosfer.

Satelit menggunakan jam atom yang merupakan satuan waktu paling presisi. Untuk dapat menentukan posisi dari sebuah GPS secara dua dimensi (jarak), dibutuhkan minimal tiga buah satelit. Empat buah satelit akan dibutuhkan agar didapatkan lokasi ketinggian (secara tiga dimensi). Setiap satelit akan memancarkan sinyal yang akan diterima oleh GPS *receiver*. Sinyal ini akan dibutuhkan untuk menghitung jarak dari masing-masing satelit ke GPS. Dari jarak tersebut, akan diperoleh jari-jari lingkaran jangkauan setiap satelit. Lewat perhitungan matematika yang cukup rumit, interseksi (perpotongan) setiap lingkaran jangkauan satelit tadi akan dapat digunakan untuk menentukan lokasi dari GPS di permukaan bumi. (Jurnal Andi Sunyoto, STMIK AMIKOM Jogjakarta, 2013:1).

### 2.1.3 GPS APM2.5 NEO-6M Module

Modul GPS (*Global Positioning System*) APM2.5 NEO-6M berukuran 25x35mm untuk modul, 25x25mm untuk antenna. Modul GPS APM2.5 NEO-6M berfungsi sebagai penerima *GPS (Global Positioning System Receiver)* yang dapat mendeteksi lokasi dengan menangkap dan memproses sinyal dari satelit navigasi. Aplikasi dari modul ini meliputi sistem navigasi, sistem keamanan terhadap kemalingan pada kendaraan / perangkat bergerak, akuisisi data pada sistem pemetaan medan, penjejak lokasi / *location tracking*, dan lainnya.



**Gambar 2.6** Modul GPS APM2.5 Neo-6M

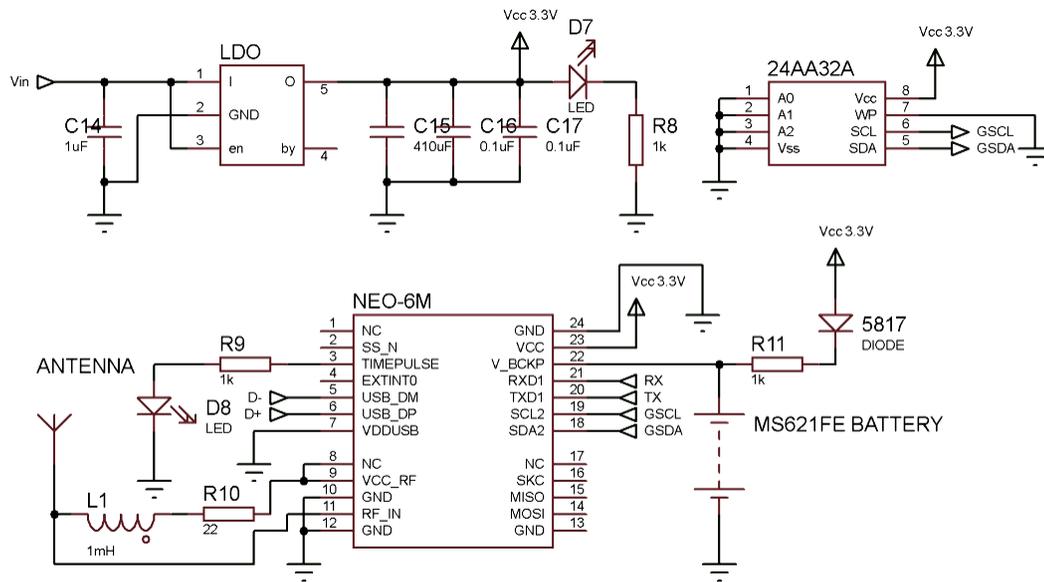
Modul ini kompatibel dengan APM2 dan APM2.5 dengan EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) terpadu yang dapat digunakan untuk menyimpan data konfigurasi. Komunikasi antarmuka menggunakan serial TTL (*Transistor Transistor Logic*) (RX/TX) yang dapat diakses dari

mikrokontroler yang memiliki fungsi UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*) atau emulasi serial TTL (pada Arduino dapat menggunakan pustaka komunikasi serial / *serial communication library* yang sudah tersedia dalam paket Arduino IDE). Baud rate diset secara *default* pada 9600 bps.

*GPS Processor* dari modul ini menggunakan u-blox NEO-6 GPS Module Modul ini dapat memproses hingga 50 kanal sinyal secara cepat dengan waktu Cold TTFF (*Cold-Start Time-To-First-Fix*, waktu yang diperlukan untuk menentukan posisi dari kondisi mati total) kurang dari 27 detik.

Spesifikasi Modul u-blox NEO-6M

- a) Tipe penerima: 50 *channel*, GPS L1 frekuensi, C/A Code. SBAS (*Satellite Based Augmentation System*): WAAS (*Wide Area Augmentation System*), EGNOS (*European Geostationary Navigation Overlay Service*), MSAS (*Multi-functional Satellite Augmentation System*).
- b) Sensitivitas penjejak & navigasi: -161 dBm (reakuisisi dari *blank-spot*: -160 dBm)
- c) Sensitivitas saat baru memulai: -147 dBm pada cold-start, -156 dBm pada hot start
- d) Kecepatan pembaharuan data / *navigation update rate*: 5 Hz
- e) Akurasi penetapan lokasi GPS secara horisontal: 2,5 meter (SBAS = 2m)
- f) Rentang frekuensi pulsa waktu yang dapat disetel: 0,25 Hz hingga 1 kHz
- g) Akurasi sinyal pulsa waktu: RMS 30 ns (99% dalam kurang dari 60 ns) dengan granularitas 21 ns atau 15 ns saat terkompensasi
- h) Akurasi kecepatan: 0,1 meter / detik
- i) Akurasi arah (*heading accuracy*):  $0,5^\circ$
- j) Batasan operasi: daya tarik maksimum 4x gravitasi, ketinggian maksimum 50 Km, kecepatan maksimum 500 meter / detik (1800 km/jam). *red*: dengan limit seperti ini, modul ini bahkan dapat digunakan di pesawat jet super-cepat sekalipun.



**Gambar 2.7** Rangkaian Modul GPS APM2.5 NEO-6M  
( *Datasheet Modul GPS APM2.5 NEO-6M* , 2017)

## 2.2 Arduino

Proyek arduino berawal dilvre, italia pada tahun 2005. sekarang telah lebih dari 120.000 unit terjual sampai dengan 2010. Pendirinya adalah Massimo Banzi dan David Cuartiellez. (Sumber: [www.academia.edu/9267031/mikrokontroler\\_makalah\\_arduino\\_and\\_raspberry](http://www.academia.edu/9267031/mikrokontroler_makalah_arduino_and_raspberry))

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Perangkat kerasnya memiliki prosesor Atmel AVR dan perangkat lunaknya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Banyak pemula yang belajar mengenal robotika dan elektronika lewat Arduino karena mudah dipelajari. Tapi tidak hanya pemula, para *hobbyist* atau *profesional* pun ikut senang mengembangkan aplikasi elektronik menggunakan Arduino. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan *assembler* yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) Arduino. Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan antara lain:

**a) Murah**

Papan (perangkat keras) Arduino biasanya dijual relatif murah, dibandingkan dengan *platform* mikrokontroler pro lainnya. Jika ingin lebih murah lagi, tentu bisa dibuat sendiri dan itu sangat mungkin sekali karena semua sumber daya untuk membuat sendiri Arduino tersedia lengkap di website Arduino bahkan di website-website komunitas Arduino lainnya. Tidak hanya cocok untuk *Windows*, namun juga cocok bekerja di *Linux*.

**b) Sederhana dan mudah pemrogramannya**

Perlu diketahui bahwa lingkungan pemrograman di Arduino mudah digunakan untuk pemula, dan cukup fleksibel bagi mereka yang sudah tingkat lanjut. Untuk guru/dosen, Arduino berbasis pada lingkungan pemrograman *processing*, sehingga jika mahasiswa atau murid-murid terbiasa menggunakan *processing* tentu saja akan mudah menggunakan Arduino.

**c) Perangkat lunaknya *Open Source***

Perangkat lunak Arduino IDE dipublikasikan sebagai *Open Source*, tersedia bagi para pemrogram berpengalaman untuk pengembangan lebih lanjut. Bahasanya bisa dikembangkan lebih lanjut melalui pustaka-pustaka C++ yang berbasis pada Bahasa C untuk AVR.

**d) Perangkat kerasnya *Open Source***

Perangkat keras Arduino berbasis mikrokontroler ATmega 8, ATmega 168, ATmega 328 dan ATmega 1280 (yang terbaru ATmega 2560). Dengan demikian siapa saja bisa membuatnya (dan kemudian bisa menjualnya) perangkat keras Arduino ini, apalagi bootloader tersedia langsung dari perangkat lunak Arduino IDE-nya. Bisa juga menggunakan breadboard untuk membuat perangkat Arduino beserta perifer-al-perifer-al lain yang dibutuhkan.

### **2.2.1 Kelebihan Arduino**

Tidak perlu perangkat *chip programmer* karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani upload program dari komputer. Sudah memiliki

sarana komunikasi USB, Sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki *port serial/RS323* bisa menggunakannya. Memiliki modul siap pakai (*Shield*) yang bisa ditancapkan pada board arduino. Contohnya: *shield GPS (Global Positioning System)*, Ethernet, dan lain-lain.

### **2.2.2 Soket USB**

Soket USB (*Universal Serial Bus*) adalah soket kabel USB yang disambungkan kekomputer atau laptop, yang berfungsi untuk mengirimkan program ke arduino dan juga sebagai *port* komunikasi serial.

### **2.2.3 Input atau Output Digital dan Input Analog**

*Input* atau *output* digital (*digital pin*) adalah pin pin untuk menghubungkan arduino dengan komponen atau rangkaian digital. Contohnya, jika ingin membuat LED (*Light Emitting Dioda*) berkedip, LED tersebut bisa dipasang pada salah satu pin *input* atau *output* digital dan *ground*. komponen lain yang menghasilkan output digital atau menerima input digital bisa disambungkan ke pin-pin ini. *Input analog (analog pin)* adalah pin-pin yang berfungsi untuk menerima sinyal dari komponen atau rangkaian *analog*. Contohnya , potensiometer, sensor suhu, sensor cahaya, dll.

### **2.2.4 Catu Daya**

Pin-pin catu daya adalah pin yang memberikan tegangan untuk komponen atau rangkaian yang dihubungkan dengan arduino. Pada bagian catu daya ini pin  $V_{in}$  dan *Reset*.  $V_{in}$  digunakan untuk memberikan tegangan langsung kepada arduino tanpa melalui tegangan pada USB atau adaptor, sedangkan *reset* adalah pin untuk memberikan sinyal reset melalui tombol atau rangkaian eksternal.

### **2.2.5 Baterai atau Adaptor**

Soket baterai atau adaptor digunakan untuk menyuplai arduino dengan tegangan dari baterai/adaptor 9V pada saat arduino sedang tidak disambungkan kekomputer. Jika arduino sedang disambungkan kekomputer dengan USB, Arduino mendapatkan suplai tegangan dari USB, Jika tidak perlu memasang baterai atau adaptor pada saat memprogram arduino.

### 2.3 Arduino Uno

Arduino adalah sebuah mikrokontroler yang mudah digunakan, karena menggunakan bahasa pemrograman basic yang menggunakan bahasa C. Arduino memiliki prosesor yang besar dan memori yang dapat menampung cukup banyak.

Arduino Uno menggunakan board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328, mempunyai 14 pin digital input dan output( 6 diantaranya sebagai *output PWM*), 6 input analog yang merupakan osilator kristal 16Mhz, koneksi USB, *power jack*, *ICSP header*, dan tombol reset.

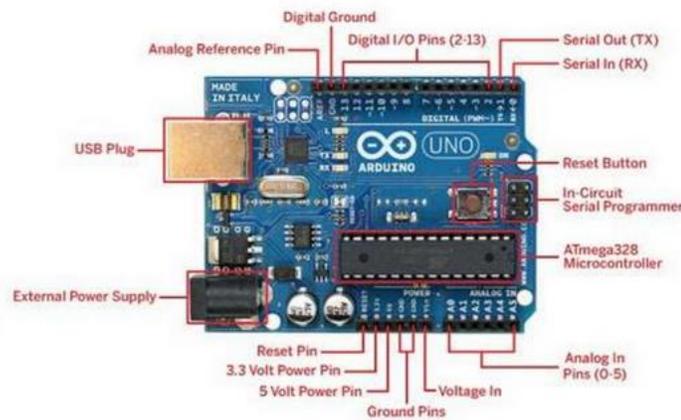
Arduino Uno dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan sebuah power suplai eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Suplai eksternal (non-USB) dapat diperoleh dari sebuah adaptor AC ke DC atau *battery*. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan sebuah *center-positive plug* yang panjangnya 2,1 mm ke *power jack* dari *board*. Kabel *lead* dari sebuah *battery* dapat dimasukkan dalam *header/kepala pin Ground (Gnd)* dan pin *Vin* dari konektor *power*.

Memory arduino, ATmega328 mempunyai 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader). ATmega 328 juga mempunyai 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) yang dapat dibaca dan ditulis (RW / *read and written*) dengan EEPROM *library*.

Arduino Uno mempunyai sejumlah fasilitas untuk komunikasi dengan sebuah komputer, Arduino lainnya atau mikrokontroler lainnya. ATmega 328 menyediakan serial komunikasi UART TTL (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter – Transistor Transistor Logic*) (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX).



**Gambar 2.8** Arduino Uno  
(Sumber: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc), 2014)



**Gambar 2.9** Pin Mapping Arduino Uno  
(Sumber: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc), 2014)

Adapun data teknis board Arduino Uno R3 adalah sebagai berikut:

- a) Mikrokontroler : ATmega328
- b) Tegangan Operasi : 5V
- c) Tegangan Input (recommended) : 7 - 12 V
- d) Tegangan Input (limit) : 6-20 V
- e) Pin digital I/O : 14 (6 diantaranya pin PWM)
- f) Pin Analog input : 6

- g) Arus DC per pin I/O : 40 mA
- h) Arus DC untuk pin 3.3V : 150 mA
- i) Flash Memory : 32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk bootloader
- j) SRAM : 2 KB
- k) EEPROM : 1 KB
- l) Kecepatan Pewaktuan : 16 Mhz

### 2.3.1 Pin Masukan dan Keluaran Arduino Uno

Masing-masing dari 14 pin digital Arduino Uno dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()* dan *digitalRead()*. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin mampu menerima atau menghasilkan arus maksimum sebesar 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal (diputus secara *default*) sebesar 20-30 KOhm. Sebagai tambahan, beberapa pin masukan digital memiliki kegunaan khusus yaitu:

- a) Komunikasi serial: pin 0 (RX) dan pin 1 (TX), digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data secara serial.
- b) *External Interrupt*: pin 2 dan pin 3, pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interrupt pada nilai rendah, sisi naik atau turun, atau pada saat terjadi perubahan nilai.
- c) *Pulse-Width Modulation* (PWM): pin 3,5,6,9,10 dan 11, menyediakan keluaran PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi *analogWrite()*.
- d) *Serial Peripheral Interface* (SPI): pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK), pin ini mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI library.
- e) LED: pin 13, terdapat built-in LED yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai HIGH maka LED menyala, sebaliknya ketika pin bernilai LOW maka LED akan padam.

Arduino Uno memiliki 6 masukan analog yang diberi label A0 sampai A5, setiap pin menyediakan resolusi sebanyak 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Secara default pin mengukur nilai tegangan dari ground (0V) hingga 5V, walaupun begitu dimungkinkan untuk mengganti nilai batas atas dengan menggunakan pin AREF dan fungsi *analogReference()*. Sebagai tambahan beberapa pin masukan analog memiliki

fungsi khusus yaitu pin A4 *Data line* (SDA) dan pin A5 *Clock Line* (SCL) yang digunakan untuk komunikasi *Two Wire Interface* (TWI) atau *Inter Integrated Circuit* (I2C) dengan menggunakan *Wire library*.

### **2.3.2 Bahasa Pemrograman Arduino Uno**

Arduino board merupakan perangkat yang berbasis mikrokontroler. Perangkat lunak (*software*) merupakan komponen yang membuat sebuah mikrokontroler dapat bekerja. Arduino board akan bekerja sesuai dengan perintah yang ada dalam perangkat lunak yang ditanamkan padanya.

Bahasa Pemrograman Arduino adalah bahasa pemrograman utama yang digunakan untuk membuat program untuk arduino board. Bahasa pemrograman arduino menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya.

### **2.3.3 Sistem Komunikasi Pada Arduino Uno**

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk dapat berkomunikasi dengan Komputer, arduino lain, maupun mikrokontroler lainnya. ATmega328 ini menyediakan serial komunikasi UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (Rx) dan 1 (Tx). Sebuah ATmega 16U2 pada saluran board komunikasi serialnya melalui USB dan muncul sebagai com port virtual untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* Arduino menggunakan USB *driver* standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Bagaimanapun pada windows, sebuah file.inf pasti dibutuhkan. Perangkat lunak Arduino termasuk serial monitor yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke board arduino. Led Rx dan Tx pada board akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to- serial dan koneksi USB ke komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1). ATmega328 juga mendukung komunikasi I2C dan SPI (*Serial Peripheral Interface*).

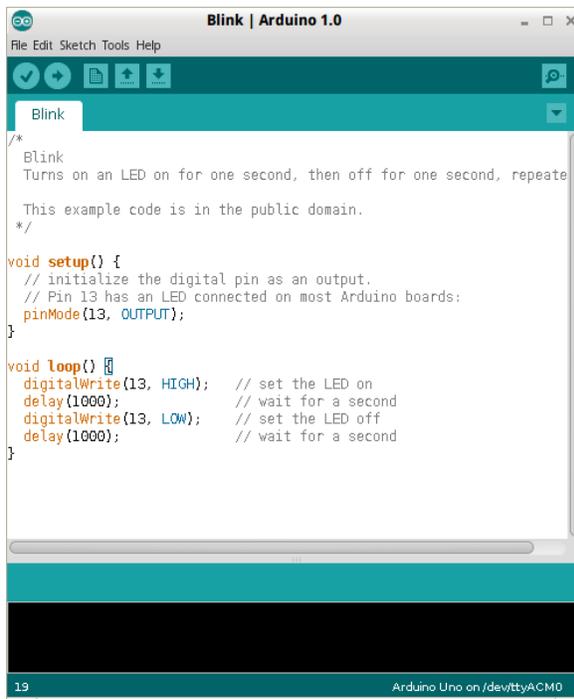
### **2.3.4 Integrated Development Environment (IDE) Arduino**

Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pada ATmega328 di Arduino terdapat *bootloader* yang memungkinkan Anda untuk meng-*upload* kode baru untuk itu tanpa menggunakan *programmer hardware eksternal*.

*Integrated Development Environment (IDE)* Arduino terdiri dari editor teks untuk menulis kode, sebuah area pesan, sebuah konsol, sebuah toolbar dengan tombol-tombol untuk fungsi yang umum dan beberapa menu. *Integrated Development Environment (IDE)* Arduino terhubung ke arduino board untuk meng-upload program dan juga untuk berkomunikasi dengan arduino board.

Perangkat lunak (*software*) yang ditulis menggunakan *Integrated Development Environment (IDE)* Arduino disebut *sketch*. *Sketch* ditulis pada editor teks. *Sketch* disimpan dengan file berekstensi *.ino*. area pesan memberikan informasi dan pesan *error* ketika kita menyimpan atau membuka *sketch*. Konsol menampilkan output teks dari *Integrated Development Environment (IDE)* Arduino dan juga menampilkan pesan *error* ketika kita mengkompilasi *sketch*. Pada sudut kanan bawah jendela *Integrated Development Environment (IDE)* Arduino menunjukkan jenis *board* dan *port serial* yang sedang digunakan. Tombol toolbar digunakan untuk mengecek dan meng-upload *sketch*, membuat, membuka, atau menyimpan *sketch*, dan menampilkan serial monitor. IDE Arduino terdiri dari:

- a) *Editor* program, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.
- b) *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *Processing*. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
- c) *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan Arduino.



**Gambar 2.10** Tampilan *Software Compiler* Arduino

Di bawah ini merupakan tombol-tombol toolbar serta fungsinya yang terdapat pada IDE Arduino, diantaranya:



**Verify** : berfungsi untuk mengecek error pada kode program



**Upload** : berfungsi untuk meng-*compile* dan meng-*upload* program ke Arduino board.



**New** : berfungsi untuk membuat *sketch* baru



**Open** : berfungsi untuk menampilkan sebuah menu dari seluruh *sketch* yang berada di dalam *sketchbook*.



**Save** : berfungsi untuk menyimpan *sketch*.

## 2.4 Jaringan GSM

Jaringan GSM terdiri dari beberapa *subsystem* yang memiliki fungsi dan *interface*-nya masing-masing. Jaringan GSM dibagi menjadi tiga bagian besar *subsystem*, yaitu:

- a) *Mobile station subsystem* (MSS) *mobile station* (MS) terdiri dari *mobile equipment* (telepon seluler) dan kartu pintar yang disebut *subscriber identity module card* (SIM). *Mobile equipment* secara unik diidentifikasi oleh *international mobile equipment identity* (IMEI).
- b) *Base Station Subsystem* (BSS) *Base station* terdiri atas 2 bagian yaitu *base transceiver station* (BTS) dan *base station controller* (BSC). BTS memiliki *transceiver* radio yang mendefinisikan sel dan menangani protokol hubungan radio dengan MS. MSS dan BSS berkomunikasi melalui *interface* udara atau hubungan radio. BSC mengatur radio *resources* untuk satu atau lebih BTS dan menangani *setup* saluran radio, *frequency hope* dan proses *handover*.
- c) *Network Switching Subsystem* (NSS) Komponen utama dari *network switchinf subsystem* (NSS) adalah *mobile switching center* (MSC). MSC melakukan *switching* hubungan antar sesama pemakai telepon seluler, dan antara pemakai telepon seluler dengan pemakain telepon tetap (PSTN atau ISDN).

### 2.4.1 Layanan SMS Pada Sistem GSM

SMS dikembangkan terutama sebagai alat pengirim informasi data konfigurasi dari *handset* GSM sebagai bagian dari protokol jaringan dan tidak lebih dari sekedar layanan tambahan daripada layanan utama sistem GSM yaitu layanan *voice* dan *switched data*. Namun pada akhirnya SMS menjadi sukses sebagai layanan *messaging* paling populer di dunia. Berdasarkan mekanisme distribusi pesan SMS oleh aplikasi SMS, terdapat empat macam mekanisme pengiriman pesan, yaitu:

- a) *Pull*, yaitu pesan yang dikirimkan ke pengguna berdasarkan permintaan pengguna.
- b) *Push – event based*, yaitu pesan yang diaktivasi oleh aplikasi berdasarkan kejadian yang berlangsung.

- c) *Push – scheduled*, yaitu pesan yang diaktivasi oleh aplikasi berdasarkan waktu yang telah terjadwal.
- d) *Push – personal profile*, yaitu pesan yang diaktivasi oleh aplikasi berdasarkan profil dan preferensi dari pengguna. SMS dikembangkan terutama sebagai alat pengirim informasi data konfigurasi dari *handset* GSM sebagai bagian dari protokol jaringan dan tidak lebih dari sekedar layanan tambahan daripada layanan utama sistem GSM yaitu layanan *voice* dan *switched data*. Namun pada akhirnya SMS menjadi sukses sebagai layanan *messaging* paling populer di dunia. Berdasarkan mekanisme distribusi pesan SMS oleh aplikasi SMS, terdapat empat macam mekanisme pengiriman pesan, yaitu:
  - e) *Pull*, yaitu pesan yang dikirimkan ke pengguna berdasarkan permintaan pengguna.
  - f) *Push – event based*, yaitu pesan yang diaktivasi oleh aplikasi berdasarkan kejadian yang berlangsung.
  - g) *Push – scheduled*, yaitu pesan yang diaktivasi oleh aplikasi berdasarkan waktu yang telah terjadwal.
  - h) *Push – personal profile*, yaitu pesan yang diaktivasi oleh aplikasi berdasarkan profil dan preferensi dari pengguna.

SMS adalah data tipe *asynchronous message* yang pengiriman datanya dilakukan dengan mekanisme *protocol store and forward*. Hal ini berarti bahwa pengirim dan penerima SMS tidak perlu berada dalam status berhubungan (*connected/online*) satu sama lain ketika akan saling bertukar pesan SMS. Pengiriman pesan SMS secara *store and forward* berarti pengiriman pesan SMS menuliskan pesan dan nomor telepon tujuan dan kemudian mengirimkannya (*store*) ke *server* SMS (*SMS-Center*) yang kemudian bertanggung jawab untuk mengirimkan pesan tersebut (*forward*) ke nomor tujuan. Keuntungan dari mekanisme *store and forward* pada SMS adalah, penerima tidak perlu dalam status *online* ketika ada pengirim yang bermaksud mengirimkan pesan kepadanya.

Kini SMS tidak terbatas untuk komunikasi antar manusia pengguna saja, namun juga bisa dibuat otomatis dikirim/diterima oleh peralatan (komputer, mikrokontroler,

dsb) untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Namun untuk melakukannya, kita harus memahami dulu cara kerja SMS itu sendiri.

Ketika pengguna mengirim SMS, maka pesan dikirim ke MSC melalui jaringan seluler yang tersedia yang meliputi tower BTS yang sedang meng-handle komunikasi pengguna, lalu ke BSC, kemudian sampai ke MSC. MSC kemudian mem-forward lagi SMS ke SMSC untuk disimpan. SMSC kemudian mengecek (lewat HLR - *Home Location Register*) untuk mengetahui apakah *handphone* tujuan sedang aktif dan dimanakah *handphone* tujuan tersebut. Jika *handphone* sedang tidak aktif maka pesan tetap disimpan di SMSC itu sendiri, menunggu MSC memberitahukan bahwa *handphone* sudah aktif kembali untuk kemudian SMS dikirim dengan batas maksimum waktu tunggu yaitu *validity period* dari pesan SMS itu sendiri. Jika *handphone* tujuan aktif maka pesan disampaikan MSC lewat jaringan yang sedang meng-handle penerima (BSC dan BTS). Sebenarnya, di dalam kebanyakan *handphone* dan GSM/CDMA modem terdapat suatu komponen *wireless modem/engine* yang dapat diperintah antara lain untuk mengirim suatu pesan SMS dengan protokol tertentu. Standar perintah tersebut dikenal sebagai *AT-Command*, sedangkan protokolnya disebut sebagai PDU (Protokol Data Unit). Melalui *AT-Command* dan PDU inilah kita dapat membuat komputer/mikrokontroler mengirim/menerima SMS secara otomatis berdasarkan program yang kita buat.

## 2.5 Modul GSM SIM900A

Modul komunikasi GSM/GPRS (*Global System for Mobile Communication/General Packet Radio Service*) menggunakan core IC (*Integrated Circuit*) SIM900A. Modul ini mendukung komunikasi *dual band* pada frekuensi 900 / 1800 MHz (GSM900 dan GSM1800) sehingga fleksibel untuk digunakan bersama kartu SIM dari berbagai operator telepon seluler di Indonesia. Operator GSM yang beroperasi di frekuensi *dual band* 900 MHz dan 1800 MHz sekaligus: Telkomsel, Indosat, dan XL. Operator yang hanya beroperasi pada band 1800 MHz: Axis dan Three.

Modul ini sudah terpasang pada *breakout-board* (modul inti dikemas dalam SMD / *Surface Mounted Device packaging*) dengan *pin header* standar 0,1" (2,54 mm)

sehingga memudahkan penggunaan, bahkan bagi penggemar elektronika pemula sekalipun. Modul GSM SIM900 ini juga disertakan antena GSM yang kompatibel dengan produk ini. Pada gambar 2.11 dapat dilihat tampilan dari modul GSM SIM900 yang dilengkapi dengan antena.



**Gambar 2.11** Tampilan Modul GSM SIM900A.  
(*Datasheet Modul GSM SIM900A, 2017*)

Spesifikasi modul GSM SIM900A :

- GPRS multi-slot class 10/8, kecepatan transmisi hingga 85.6 Kbps (*Kilo Bits Per Second*) (*downlink*), mendukung PBCCH, PPP *stack*, skema penyandian CS 1,2,3,4
- GPRS mobile station class B
- Memenuhi standar GSM 2/2
  - a. Class 4 (2 W @900 MHz)
  - b. Class 1 (1 W@1800 MHz)
- SMS (*Short Messaging Service*): point-to-point MO & MT, SMS cell broadcast, mendukung format teks dan PDU (*Protocol Data Unit*)
- Dapat digunakan untuk mengirim pesan MMS (*Multimedia Messaging Service*)
- Mendukung transmisi faksimili (*fax group 3 class 1*)
- *Handsfree mode* dengan sirkit reduksi gema (*echo suppression circuit*)
- Dimensi: 24 x 24 x 3 mm
- Pengendalian lewat perintah AT (GSM 07.07, 07.05 & SIMCOM Enhanced AT

Command Set)

- Rentang catu daya antara 7 Volt hingga 12 Volt DC (*Direct Current*)
- SIM Application Toolkit
- Hemat daya, hanya mengkonsumsi arus sebesar 1 mA pada moda tidur (*sleep mode*)
- Rentang suhu operasional: -40 °C hingga +85 °C

### 2.5.1 Cara Kerja Modul GSM SIM900A

Modul GSM SIM900A dapat bekerja dengan diberi perintah “*AT Command*”, (*AT = Attention*). *AT Command* adalah perintah-perintah standar yang digunakan untuk melakukan komunikasi antara komputer dengan ponsel melalui serial port. Melalui *AT Command*, data-data yang ada di dalam ponsel dapat diketahui, mulai dari vendor ponsel, kekuatan sinyal, membaca pesan, mengirim pesan, dan lain-lain. Berikut ini beberapa perintah “*AT Command*” yang biasa digunakan pada modul GSM SIM900A, yaitu :

- AT+CPBF : cari no telpon
- AT+CPBR : membaca buku telpon
- AT+CPBW : menulis no telp di buku telpon
- AT+CMGF : menyeting mode SMS *text* atau PDU
- AT+CMGL : melihat semua daftar sms yg ada.
- AT+CMGR : membaca sms.
- AT+CMGS : mengirim sms.
- AT+CMGD : menghapus sms.
- AT+CMNS : menyeting lokasi penyimpanan ME(*hp*) atau SM(*SIM Card*)
- AT+CGMI : untuk mengetahui nama atau jenis ponsel
- AT+CGMM : untuk mengetahui kelas ponsel
- AT+COPS? : untuk mengetahui nama *provider* kartu GSM
- AT+CBC : untuk mengetahui level baterai

AT+CSCA : untuk mengetahui alamat SMS Center.

## 2.6 Sensor Ultrasonik



**Gambar 2.12 Sensor Ultrasonik**

(elangsakti, 2015)

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa.

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor

menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.

Secara detail, cara kerja sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

- a) Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz.
- b) Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut.
- c) Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus :

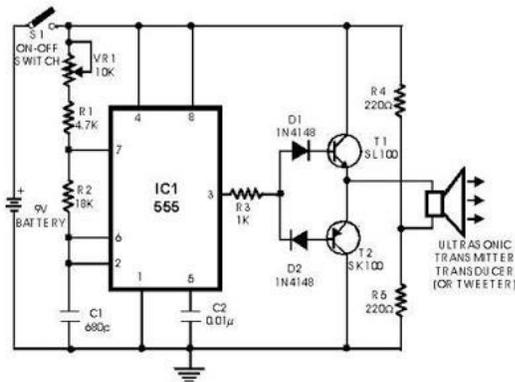
$$S = 340.t/2$$

- d) dimana  $S$  merupakan jarak antara sensor ultrasonik dengan benda (bidang pantul), dan  $t$  adalah selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh transmitter dan waktu ketika gelombang pantul diterima *receiver*.

### 2.6.1 Bagian-Bagian Sensor Ultrasonik

#### a) Transmitter

Transmitter adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu (misal, sebesar 40 kHz) yang dibangkitkan dari sebuah osilator. Untuk menghasilkan frekuensi 40 KHz, harus di buat sebuah rangkaian osilator dan keluaran dari osilator dilanjutkan menuju penguat sinyal. Besarnya frekuensi ditentukan oleh komponen RLC / kristal tergantung dari disain osilator yang digunakan. Penguat sinyal akan memberikan sebuah sinyal listrik yang diumpankan ke piezoelektrik dan terjadi reaksi mekanik sehingga bergetar dan memancarkan gelombang yang sesuai dengan besar frekuensi pada osilator.

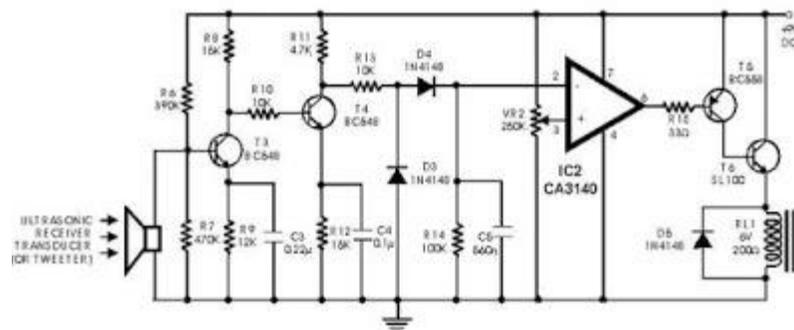


**Gambar 2.13** Rangkaian Dasar dari Transmitter Ultrasonik

(elangsakti, 2015)

#### b) Receiver

Receiver terdiri dari transduser ultrasonik menggunakan bahan piezoelektrik, yang berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang berasal dari transmitter yang dikenakan pada permukaan suatu benda atau gelombang langsung LOS (*Line of Sight*) dari transmitter. Oleh karena bahan piezoelektrik memiliki reaksi yang reversible, elemen keramik akan membangkitkan tegangan listrik pada saat gelombang datang dengan frekuensi yang resonan dan akan menggetarkan bahan piezoelektrik tersebut.



**Gambar 2.14** Rangkaian Dasar Receiver Sensor ultrasonik

(elangsakti 2015)

### 2.7 Buzzer

*Buzzer* Listrik adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Pada umumnya, *Buzzer* yang merupakan sebuah

perangkat audio ini sering digunakan pada rangkaian anti-maling, Alarm pada Jam Tangan, Bel Rumah, peringatan mundur pada Truk dan perangkat peringatan bahaya lainnya. Jenis *Buzzer* yang sering ditemukan dan digunakan adalah *Buzzer* yang berjenis Piezoelectric, hal ini dikarenakan *Buzzer* Piezoelectric memiliki berbagai kelebihan seperti lebih murah, relatif lebih ringan dan lebih mudah dalam menggabungkannya ke Rangkaian Elektronika lainnya. *Buzzer* yang termasuk dalam keluarga Transduser ini juga sering disebut dengan Beeper.

Efek Piezoelectric (*Piezoelectric Effect*) pertama kali ditemukan oleh dua orang fisikawan Perancis yang bernama Pierre Curie dan Jacques Curie pada tahun 1880. Penemuan tersebut kemudian dikembangkan oleh sebuah perusahaan Jepang menjadi Piezo Electric Buzzer dan mulai populer digunakan sejak 1970-an.

Seperti namanya, *Piezoelectric Buzzer* adalah jenis *Buzzer* yang menggunakan efek Piezoelectric untuk menghasilkan suara atau bunyinya. Tegangan listrik yang diberikan ke bahan Piezoelectric akan menyebabkan gerakan mekanis, gerakan tersebut kemudian diubah menjadi suara atau bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia dengan menggunakan diafragma dan resonator.



**Gambar 2.15** *Buzzer*

(*taydaelectronics, 2017*)

