

BAB II DASAR TEORI

2.1 KOMPONEN ELEKTRONIKA

2.1.1 KOMPONEN PASIF

Komponen pasif merupakan kelompok komponen elektronika yang pada sistem kerjanya tidak memerlukan sumber arus atau sumber tegangan sendiri.

2.1.1.1 RESISTOR

Resistor adalah komponen pasif yang digunakan sebagai penghambat arus listrik pada rangkaian elektronika. Resistor merupakan komponen yang dibuat dari bahan isolator dan memiliki nilai resistansi tertentu pada setiap jenisnya. Berdasarkan pada Hukum Ohm, besar nilai arus yang mengalir pada penghantar yang memiliki resistansi akan berbanding lurus dengan besar nilai tegangan yang ada. Sehingga secara matematis Hukum Ohm dirumuskan seperti berikut:

$$V = I \times R \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan:

V= Nilai tegangan listrik pada penghantar (Volt)

I = Nilai arus listrik pada penghantar (Ampere)

R= Nilai resistansi yang digunakan (Ohm)

Simbol resistor ditunjukkan pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Simbol Resistor

2.1.1.1.1 RESISTOR TETAP

Resistor tetap adalah resistor yang memiliki nilai resistansi yang tidak bisa dirubah variabel atau nilai resistansinya. Resistor jenis ini memiliki gelang-gelang yang melingkar sebagai simbol untuk mengetahui berapa nilai resistansi yang dimiliki resistor tersebut. Gelang-gelang tersebut memiliki warna yang menandakan nilai tertentu pada resistor yang digunakan. Contoh nilai resistor tetap misalnya

dengan resistansi sebesar 100Ω seperti yang tertera pada gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Resistor Tetap[1]

Pada contoh resistor pada gambar 2.2 gelang pertama berwarna coklat yang memiliki nilai 1, kemudian gelang kedua berwarna hitam yang bernilai 0, sedangkan gelang ketiga berwarna coklat yang bernilai $\times 10$. Sehingga resistor pada gambar 2.2 bernilai $1-0-\times 10$ yang berarti 100Ω . Resistor 100Ω tersebut memiliki gelang terakhir berwarna emas dengan nilai toleransi sebesar 5%. Pembacaan tersebut berdasarkan pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Pembacaan Gelang Resistor

Warna Gelang	Urutan Gelang Resistor		
	1 dan 2	3	4
Hitam	0	$\times 1$	1%
Coklat	1	$\times 10$	2%
Merah	2	$\times 100$	2%
Jingga/Orange	3	$\times 1000$	-
Kuning	4	$\times 10000$	-
Hijau	5	$\times 100000$	-
Biru	6	$\times 1000000$	-
Ungu	7	$\times 10000000$	-
Abu-abu	8	$\times 100000000$	-
Putih	9	$\times 1000000000$	-
Emas	-	$\times 0.1$	5%
Perak	-	$\times 0.01$	10%
Tidak berwarna	-	-	20%

Nilai toleransi adalah nilai yang terkandung dalam gelang terakhir pada resistor. Yaitu emas, perak, dan tidak berwarna. Jika diketahui nilai resistor 100Ω dengan toleransi berwarna emas (5%), maka kalikan nilai resistor dengan nilai toleransi yang mendapat hasil 5. Kemudian tambahkan nilai 100Ω dengan hasil toleransi, maka 105Ω akan menjadi nilai toleransi tertinggi. Dan kurangkan 100Ω dengan hasil toleransi, maka akan diperoleh nilai 95Ω sebagai toleransi terendah. Jika terjadi perubahan suhu maka resistor akan memberikan toleransi ketahanan pada kisaran $95-105\Omega$. Semakin kecil nilai toleransinya maka akan semakin kecil rentang perubahan nilai resistansinya. Jika rentang perubahannya semakin kecil maka semakin baik kualitas resistor tersebut.[2]

2.1.1.1.2 RESISTOR TIDAK TETAP

Selain resistor tetap terdapat jenis resistor tidak tetap. Resistor tidak tetap adalah resistor yang nilai resistansinya dapat dirubah sesuai dengan kebutuhan dalam rentang tertentu. Resistor ini disebut juga dengan resistor variabel dimana nilai variabel tersebut dapat diubah sesuai kebutuhan. Resistor tidak tetap yang sering digunakan adalah jenis potensiometer dan jenis trimpot. Potensiometer adalah resistan yang memiliki poros yang bisa diputar secara manual untuk menentukan besar resistansi yang akan digunakan oleh pengguna. Potensiometer ditunjukkan pada gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Potensiometer[3]

Trimpot memiliki sistem kerja yang sama dengan potensiometer, hanya saja trimpot menggunakan poros yang dapat diputar dengan obeng sebagai pengubah nilai resistansinya. Pada gambar 2.4 berikut merupakan bentuk dari komponen trimpot.



Gambar 2.4 Trimpot[3]

2.1.1.2 KAPASITOR

Kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan energi di dalam sebuah medan elektrik pada suatu rangkaian. Komponen ini mengumpulkan muatan listrik internal yang tidak seimbang dari rangkaian tersebut. Kapasitor sering disebut dengan konduktor, dibuat dengan sepasang lempengan logam yang sejajar. Diantara kedua lempengan itu terdapat sebuah bahan isolator yang dikenal dengan sebutan dielektrik. Simbol dari kapasitor tertera pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 Simbol Kapasitor

Kapasitor terbuat dari berbagai macam bahan yang digunakan sebagai pelapis lempengan. Bahan pelapis tersebut dapat berupa keramik, mylar, mika, maupun *polyster*. Kapasitor dengan bahan pelapis tersebut memiliki nilai Farad yang kecil, yaitu dibawah $1\mu\text{F}$. Sedangkan untuk kapasitor dengan nilai diatas $1\mu\text{F}$ disebut *elco* (kapasitor elektrolit). Kapasitor ini memiliki tegangan kerja yang disebut kutub positif dan kutub negatif.

2.1.1.3 DIODA

Dioda adalah komponen elektronika yang hanya mampu menghantarkan tegangan listrik dan arus yang searah. Dioda memiliki bahan dasar yaitu *Germanium* dan *Silicon*. Dioda ada beberapa jenis yang memiliki fungsi berbeda. Antara lain LED (*Light Emitting Diode*), *Photo Diode*, Dioda *Rectifier*, dan Dioda Zener. LED kelompok dioda yang dapat memancarkan cahaya monokromatik jika diberikan tegangan maju. LED memiliki beragam

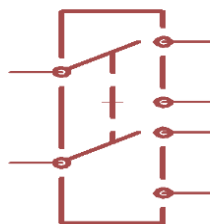
warna seperti merah, kuning, hijau, jingga, putih, biru, dan inframerah. LED biasa digunakan sebagai lampu indikator pada suatu rangkaian elektronika atau sebagai lampu penggant lampu pijar.

Kemudian Photodiode yaitu jenis dioda dengan resistansi yang berubah-ubah berdasarkan dari intensitas cahaya yang diterimanya dari sebuah sumber cahaya. Di kondisi gelap photodiode memiliki hambatan yang sangat besar sehingga hampir tidak terdapat arus yang mengalir. Sebaliknya saat photodiode memperoleh cukup cahaya, semakin terang cahayanya maka hambatan yang dimiliki akan semakin kecil dan arus yang mengalir semakin kuat. Dilihat dari sifatnya photodiode digunakan sebagai pendeteksi cahaya.

Dioda *rectifier* adalah dioda yang digunakan untuk menyearahkan arus ataupun tegangan. Misalnya arus AC disearahkan menjadi arus DC. Dioda *rectifier* memiliki karakteristik yang berbeda pada setiap serinya sesuai dengan kapasitas yang ada. Lalu dioda zener yang juga dikenal dengan nama *Voltage Regulation Diode* merupakan dioda yang dirancang secara khusus untuk digunakan pada rangkaian dengan bias balik. Jika diterapkan pada rangkaian bias maju maka dioda zener akan berfungsi seperti dioda pada dasarnya. Dioda zener digunakan sebagai komponen penstabil tegangan dan arus.^[4]

2.1.1.4 SAKLAR DPDT (*DOUBLE POLE DOUBLE THROW*)

Saklar switch DPDT (*Double Pole Double Throw*) adalah saklar yang memanfaatkan keefisiensian pada penggunaan dua saklar *single pole* pada *selector* dua sirkuit. Komponen ini memiliki enam kaki. Sistem kerjanya sama dengan saklar switch pada umumnya, hanya saja terdapat dua saklar sekaligus dalam satu komponen yang bekerja bersamaan. Simbol dari saklar DPDT terdapat pada gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 Simbol Saklar DPDT

Kedua sentral tersebut akan terhubung ke pasangannya secara bersamaan, begitupun sebaliknya jika sambungan terputus maka sentral akan terputus dari pasangannya secara bersamaan.[4]

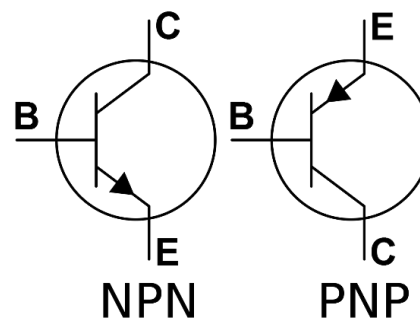
2.1.2 KOMPONEN AKTIF

Komponen elektronika aktif adalah komponen yang daerah kerjanya membutuhkan sumber tegangan ataupun arus tersendiri.

2.1.2.1 TRANSISTOR

Transistor adalah komponen elektronika yang memiliki tiga kaki, yaitu basis atau dasar, kolektor atau pengumpul, dan emitor atau pemancar. Transistor terdiri dari bipolar transistor dan unipolar transistor. Pada elektronika modern terutama sistem analog, transistor dapat digunakan sebagai penguat sinyal radio dan penguat suara. Sedangkan disistem digital dapat dijadikan saklar yang bisa bereaksi dengan sangat cepat. Transistor unipolar merupakan perkembangan *modern* dari transistor bipolar. Tipe modern tersebut ialah *Bipolar Junction Transistor* (BJT) yang bekerja pada arus inputnya dan *Field Effect Transistor* (FET) yang bekerja pada tegangan inputnya.

Pada transistor bipolar terbagi menjadi dua yaitu PNP transistor dan NPN transistor. Yang membedakan keduanya secara garis besar berdasarkan sistem kerjanya adalah arah darimana elektron berjalan antara emitor dan kolektor. Simbol dari transistor PNP dan NPN tertera pada gambar 2.7 dibawah ini.

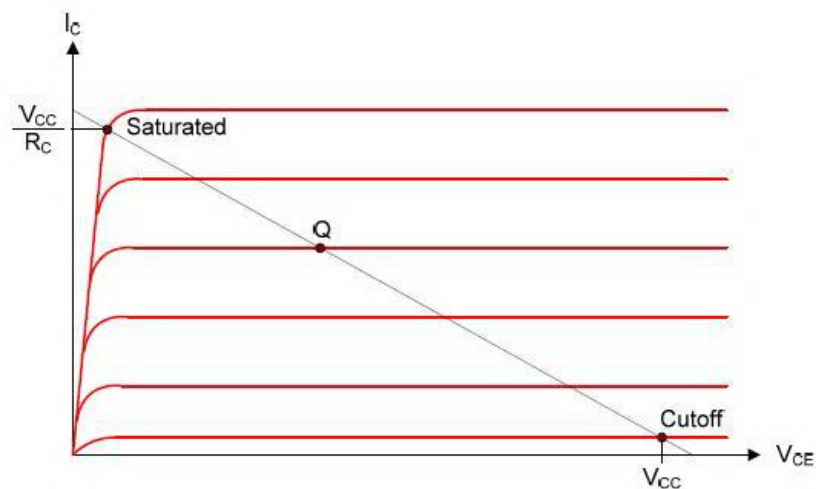


Gambar 2.7 Simbol Transistor

Fungsi transistor sebagai penguat dan saklar tergantung pada daerah kerja transistor itu sendiri. Daerah kerja transistor terbagi

menjadi tiga, yang pertama adalah daerah jenuh atau saturasi. Arus mundur terjadi pada kolektor yang menyebabkan basis memiliki arus yang paling besar, sehingga kolektor dan emitor terhubung secara singkat dan dimanfaatkan sebagai saklar. Daerah kerja yang kedua yaitu daerah mati atau *cut off*. Dimana arus pada kolektor dan emitor bergerak mundur sehingga basis tersumbat. Kondisi ini pun di manfaatkan sebagai saklar.

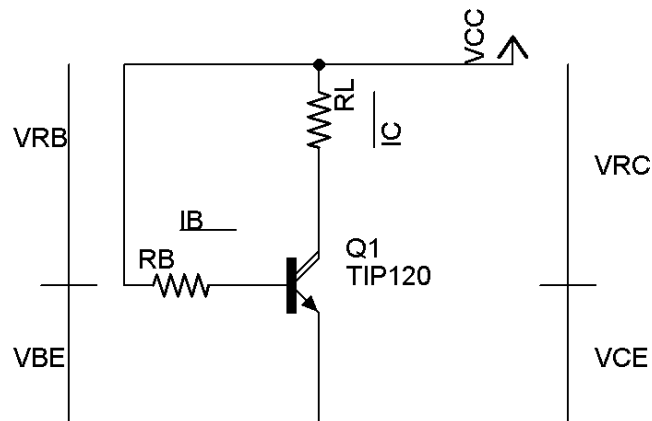
Daerah yang terakhir adalah daerah aktif atau daerah yang berada diantara daerah jenuh dan mati. Pada keadaan ini bisasa disebut daerah linear karena terjadi peningkatan nilai arus dan nilai tegangan pada kolektor. Keadaan tersebut adalah keadaan dimana transistor digunakan sebagai penguat pada rangkaian. Daerah kerja transistor beserta kondisinya digambarkan dalam bentuk kurva pada gambar 2.8 berikut.[4]



Gambar 2.8 Daerah Kerja Transistor[5]

Pada konndisi *cut off* nilai I_B sangat rendah sehingga tidak dapat membangkitkan arus pada I_C yang mengakibatkan rangkaian menjadi terbuka. Nilai $I_C = 0A$ maka R_L tidak dialiri arus listrik dengan kondisi menjadi seperti ($V_{RL} = 0V$, $V_{CC} = V_{CE}$). Ketika posisi saturasi titik jenuh (saturasi) dimana I_B mempunyai cukup arus untuk membangkitkan arus pada I_C sesuai tegangan kerja transistor makan kondisi R_L dialiri arus listrik dengan kondisi menjadi seperti ($V_{RL} = V_{CC}$, $V_{CE} = 0V$). Perubahan dari posisi *cut off*

menjadi posisi saturasi cukup dengan memberi tegangan rendah antara kaki BE sehingga dapat menghasilkan arus listrik yang cukup besar pada kaki kolektor.



Gambar 2.9 Transistor Sebagai Saklar

Sedangkan R_B berfungsi untuk membatasi arus I_B sehingga tidak merusak transistor. Arus I_B akan menentukan apakah pada R_C atau R_L (R beban) terjadi arus atau tidak. Agar rangkaian bisa bekerja dengan baik sesuai dengan data yang diperoleh dari lembar data komponen Transistor TIP41C. Pada tabel 2.2 merupakan karakteristik yang terdapat pada Transistor TIP41C.

Tabel 2.2 Karakteristik Transistor TIP41C^[4]

Simbol	Pp Parameter	Condition	Value	Unit
$V_{CE(sat)}$	<i>Colector-Emitor Saturation Voltage</i>	$I_C = 6A, I_B = 600mA$	2.0	V
		$I_C = 5A, I_B = 20mA$	4.0	
$V_{BE(ON)}$	<i>Base-Emitor On Voltage</i>	$V_{CE} = 4V, I_C = 6A$	2.5	V
H_{FE}	<i>DC Current Gain</i>	$V_{CE} = 4V, I_C = 0,3A$	30	
		$V_{CE} = 4V, I_C = 3A$	15-75	

2.2 ARDUINO UNO

Arduino merupakan rangkaian mikropengendali yang dilengkapi dengan perangkat pemrograman yang disebut Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Dikembangkan oleh Massimo Banzi dan rekan-rekannya pada tahun 2005 yang berorientasi pada *project Processing* oleh Casey Reas dan Ben Fry.

Penulisan program pada Arduino disebut *sketch* atau sketsa. Arduino berbasis pada ATmega328 yang memiliki 14 *input/output* digital, dengan 6 analog input, dan port USB sebagai komunikasi serial dengan PC.

Arduino bersifat *open source* yang dirancang untuk memudahkan penggunaan elektromekanik dalam membuat sebuah *project*. Arduino uno juga memiliki tombol reset pada modulnya yang berfungsi untuk mengulang program yang ada ke posisi awal, bukan untuk menghapus program. Bagian-bagian utama dalam papan Arduino Uno R3 14 pin digital, port USB, sambungan SV1, Q1 Kristal, 6 pin Analog (pin 0-5), ICSP, IC X, S1, tombol reset S1. Fungsi dari masing-masing bagian utama tersebut dijelaskan pada tabel 2.3 berikut. Sedangkan bentuk fisik nampak atas dari Arduino Uno R3 ditunjukkan pada gambar 2.10.

Tabel 2.3 Fungsi Bagian Utama Pada Papan Arduino Uno

Bagian Board	Fungsi
14 pin Digital	Pin 0-13 berfungsi sebagai <i>input</i> atau <i>output</i> , dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11, dapat juga difungsikan sebagai pin analog <i>output</i> .
USB	Berfungsi untuk : <ul style="list-style-type: none"> - Memuat program dari komputer ke dalam <i>board</i>. - Komunikasi serial antara <i>board</i> dan komputer. - Memberi daya listrik pada <i>board</i>.
Sambungan SV1	Sambungan atau <i>jumper</i> untuk memilih sumber daya <i>board</i> , apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB.
Q1-Kristal	Jika <i>microcontroller</i> dianggap sebagai sebuah otak, maka Kristal adalah jantung-nya karena komponen ini dapat menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada <i>microcontroller</i> agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detaknya. (<i>Quartz Crystal Oscillator</i>)
6 Pin Analog (Pin 0-5)	Pin ini digunakan untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin <i>input</i> antara 0-1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0-5 V.
ICSP	<i>Port</i> ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram <i>microcontroller</i> secara langsung, tanpa melalui <i>bootloader</i> . Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu digunakan walaupun disediakan. <i>In-Circuit Serial Programming</i> .

IC 1	<i>Microcontroller ATmega</i> , Komponen utama dari <i>board Arduino</i> , di dalamnya terdapat CPU, ROM, dan RAM.
X1	Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, <i>board Arduino</i> dapat diberikan tegangan DC antara 9 sampai 12V.
Tombol Reset S1	Untuk <i>me-reset board</i> sehingga program akan memulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol <i>reset</i> ini bukan untuk menghapus program pada <i>microcontroller</i> .

Arduino Uno R3 menggunakan mikroprosesor ATmega328. ATmega328 adalah sebuah *microcontroller* 8 bit dengan merk ATmega yang dibuat oleh perusahaan Atmel Corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya. ATmega328 memiliki *Flash Memory* sebesar 32KB, dimana 0,5KB digunakan sebagai *bootloader*. ATmega328 memiliki 14 pin digital I/O (6 diantaranya adalah pin PWM/*Pulse Width Modulation*). Sedangkan untuk SRAM sebesar 2KB dan EEPROM sebesar 1KB. Dengan *clock speed* 18MHz.



Gambar 2.10 Board Arduino Uno^[6]

Adaptor dapat digunakan dengan menghubungkan catu daya ke port positif 2.1 mm ke dari modul Arduino Uno R3. Sedangkan tegangan dari baterai disambungkan melalui *header* pin Gnd dan Vin dari konektor daya. Jika pasokan yang diberikan kurang dari 5 volt maka modul tidak dapat bekerja dengan stabil, begitu pula jika tegangan masukan yang diberikan terlalu tinggi, keadaan yang demikian dapat menimbulkan panas pada komponen yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan pada modul. Sehingga tegangan yang dianjurkan adalah tegangan dari 7 hingga 12 volt.

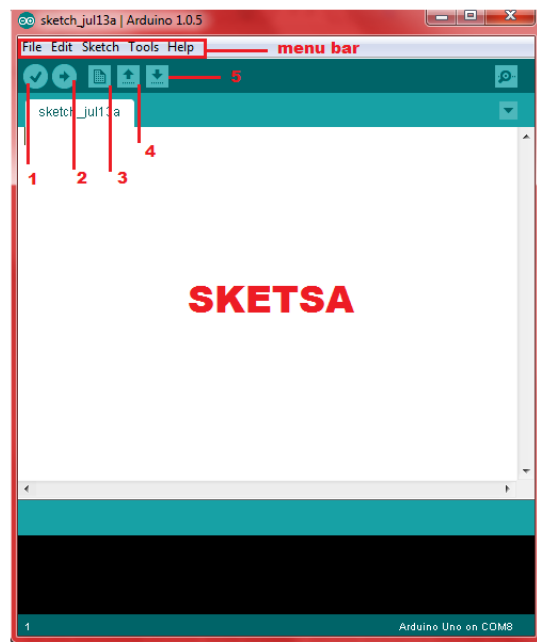
Pin catu daya atau tegangan itu ada beberapa macam, Vin merupakan input pada modul Arduino saat menggunakan sumber tegangan eksternal. Melalui pin ini dapat dicakupkan tegangan dari steker listrik. Lalu pin 5V sebagai pengatur tegangan yang ada pada modul Arduino, bisa diberikan dari konektor USB. Terdapat pin Vin 3,3 volt pada papan Arduino Uno R3. Lalu Gnd sebagai sistem pentanahan pada modul arduino. Pada Arduinno Uno pin 13 terhubung pada sebuah LED, LED tersebut akan menyala pada kondisi logika *HIGH* dan akan mati pada kondisi logika *LOW*. LED tersebut dapat dimanfaatkan untuk *test blinking* pada Arduino. Spesifikasi tentang Arduino Uno R3 tertera pada tabel 2.4 berikut.[6]

Tabel 2.4 Deskripsi Arduino Uno

<i>Mikrokontroller</i>	Atmega328
<i>Operasi Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage</i>	7-12 V (Rekomendasi)
<i>Input Voltage</i>	6-20 V (limits)
I/O digital	14 pin (6 pin untuk PWM)
Input analog	6 pin
Arus DC pin I/O	40 mA
Arus DC pin 3.3 V	50 mA
<i>Flash Memory</i>	32 KB, 0.5KB untuk <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
<i>Clock Speed</i>	18 Mhz

Sketch Arduino menggunakan *Arduino Programming Language* atau bahasa Arduino. Bahasa Arduino memiliki karakteristik yang hampir sama dengan bahasa C dan C++. Namun program pada bahasa Arduino disederhanakan sehingga lebih mudah untuk dipahami oleh manusia. Program pada Arduino terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu *structure*, *value*, dan *function*. *Structure* merupakan bagian utama yang membentuk suatu *sketch*. Contoh *structure* *setup()* dan *loop()*. Kemudian *value* berisi konstanta dan variabel. Konstanta dapat berupa *high/low* atau *input/output*, dan variabel dapat berupa angka atau pengkonversian dari suatu perhitungan untuk menjalankan suatu perintah tertentu. *Function* adalah perintah yang dituliskan pada

sketch untuk memperoleh kegunaan tertentu dari perangkat keras yang dikendalikan. Tampilan awal Arduino IDE ditunjukkan pada gambar 2.11. Arduino IDE memiliki beberapa fungsi utama dalam membangun sebuah *sketch*. Terdapat lembar sketsa yang memungkinkan pengguna untuk melakukan pemrograman melalui komputer. Kemudian pilihan *verify* yang berfungsi sebagai *compiler* dari bahasa Arduino menjadi kode biner yang dipahami oleh mikropengendali yang ditunjukkan oleh angka 1. Terdapat pilihan *upload* untuk memuat kode biner dari komputer menuju memori yang terdapat pada papan Arduino yang ditunjukkan oleh angka 2. Terdapat *New Sketch* pada nomor 3 untuk membuat file baru, dan terdapat pilihan pada nomor 4 yang menunjukkan *open* yaitu membuka sketsa yang pernah disimpan. Dan pilihan pada nomor 5 yang berfungsi untuk menyimpan sketsa.



Gambar 2.11 Tampilan awal Arduino IDE

Terdapat *menu bar* yang berfungsi untuk memudahkan dalam pembuatan program. Yaitu menu *file*, *edit*, *sketch*, *tools*, dan *helps* yang masing-masing telah memiliki fungsi dalam membantu proses membuat program. Pada Arduino IDE dilengkapi dengan beberapa contoh program yang dapat membantu pemula. Contoh yang paling dasar sekaligus digunakan untuk mengecek kondisi LED pada papan Arduino adalah contoh pemrograman *Blinking LED* atau *Blink*. Contoh program ini dimaksudkan untuk menyalakan LED untuk beberapa saat kemudian mematikan LED beberapa saat, hal tersebut dilakukan berulang-ulang. Pada papan Arduino

terdapat LED yang terhubung dengan pin 13 yang akan digunakan sebagai pin pada pengujian ini.

```
int led = 13;

void setup()
{
  pinMode(led, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(led, LOW);
  delay(1000);
}
```

Inisialisasi dilakukan pada pin 13 dengan nama LED. Kemudian memulai dengan fungsi *setup()* yang dilanjutkan dengan mengfungsikan pin 13 sebagai *OUTPUT* menggunakan *pinMode()*. Lalu terdapat fungsi *loop()* yang akan melakukan perulangan perintah pada sistem. Terdapat *digitalWrite()* yang akan memberikan keluaran tegangan kepada LED berupa konstanta *HIGH* dan *LOW*. Antara keadaan *HIGH* dan *LOW* terdapat *delay* 1 detik. Perintah tersebut akan diulang pada sistem secara terus menerus dan LED pada pin 13 akan berkedip-kedip atau *blinking*. [6]

2.3 GELOMBANG BUNYI

Gelombang adalah gejala yang terjadi saat energi merambat pada sebuah medium yang diakibatkan oleh getaran suatu benda. Gelombang terbagi menjadi dua jenis menurut arah rambatannya, yaitu *tranvesal* dan *longitudinal*. Gelombang *tranvesal* adalah gelombang yang arah rambatannya tegak lurus, sedangkan gelombang *longitudinal* adalah gelombang dengan arah rambatannya merupakan rapatan dan renggangan pada medium. Gelombang bunyi merupakan gelombang *longitudinal* karena dihasilkan dari getaran yang menjadi gangguan pada kerapatan medium sepanjang jalaran gelombang bunyi tersebut.

Tabel 2.5 Jenis Gelombang Bunyi

Jenis Gelombang Bunyi	Frekuensi	Contoh Penerapan
Gelombang Infrasonik	<20Hz	Mendeteksi gempa bumi
Gelombang Audiosonik	20 Hz – 20 KHz	Dapat didengar oleh manusia
Gelombang Ultrasonik	>20 KHz	Menentukan kedalaman laut

Pada tabel 2.5 di atas terdapat tiga pembagian jenis gelombang bunyi menurut frekuensinya. Jenis pertama adalah gelombang bunyi yang masuk dalam kategori gelombang infrasonik dengan frekuensi kurang dari 20 Hz. Gelombang infrasonik adalah gelombang bunyi yang berada pada frekuensi yang terlalu rendah sehingga tidak mampu didengar oleh telinga manusia. Pada gelombang infrasonik telah dimanfaatkan untuk mendeteksi terjadinya gempa bumi. Frekuensi yang digunakan pada kisaran 0,001 Hz hingga 17 Hz. Gelombang infrasonik memiliki ciri-ciri dengan kemampuan menjangkau jarak yang sangat jauh dan dapat melalui rapatan suatu medium tanpa mengurangi atau kehilangan kekuatan gelombangnya. Ada beberapa hewan yang memiliki kepekaan tinggi untuk dapat mendengar suara berfrekuensi sangat rendah ini. Misalnya jangkrik dan anjing.

Kemudian terdapat gelombang audiosonik yaitu gelombang bunyi yang berfrekuensi pada 20 hingga 20000 Hz. Gelombang pada frekuensi ini adalah gelombang yang dapat didengar oleh telinga manusia. Sedangkan untuk gelombang bunyi yang berfrekuensi lebih dari 20000 Hz adalah gelombang ultrasonik. Gelombang ini digunakan pada USG (*ultrasonografi*) dan untuk mengetahui kedalaman laut. Pada kelelawar gelombang ultrasonik digunakan untuk melakukan navigasi saat mencari mangsa. Lumba-lumba melakukan komunikasi dengan lumba-lumba lain menggunakan gelombang ultrasonik. Perambatan dan pemantulan gelombang ultrasonik pada permukaan benda padat dan permukaan benda cair relatif sama, namun pada teksil atau busa akan terjadi peredaman.[7]

2.4 SENSOR ULTRASONIK

Sensor ultrasonik mengubah besaran fisis atau suara ke besaran listrik. Sensor ultrasonik bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik (gelombang suara diatas daya dengar manusia) kepada suatu objek, lalu jika gelombang itu mengenai

suatu benda maka gelombang tersebut akan terpantul. Dari pantulan tersebut sensor ultrasonik dapat menerima dan dapat memperkirakan seberapa panjang jarak sensor dengan benda yang terkena sensor. Namun posisi tertentu dari sebuah object tidak selalu bisa digunakan sebagai media pemantul bagi sensor ultrasonik. Misalnya jarak pancaran sensor terlalu jauh dengan benda sehingga tidak ada pantulan yang diterima, karena sensor ultrasonik umumnya hanya dapat menyensor pada jarak tertentu.

Kemudian peletakan sensor ultrasonik yang kurang tepat dapat mengakibatkan gelombang pantulan tidak tertangkap oleh sensor ultrasonik. Karena pantulan yang dihasilkan menyebar ke arah yang salah, akibatnya jarak tidak dapat diakumulasikan. Perlu diperhatikan tentang benda yang dijadikan target pemindaian. Dalam kondisi *object* terlalu kecil dapat menyebabkan gelombang pantulan yang tersedia berada dalam skala kecil bahkan nyaris tidak ada sehingga pengukuran jarak tidak tercapai. Pada gambar 2.12 dibawah ini merupakan bentuk fisik dari sensor ultrasonik.



Gambar 2.12 Sensor Ultrasonik^[8]

Sensor ultrasonik yang digunakan pada gambar 2.12 adalah sensor ultrasonik HC-SR04 dengan empat pin yaitu *Trigger*, *Echo*, *Vin*, dan *Ground*. Pin *Vin* akan memberika tegangan kepada sensor kemudian sensor aktif dan pin *trigger* akan memicu pantulan sinyal yang kemudian akan ditangkap oleh pin *echo* sebagai penerima sinyal pantul. Sistem kerja sensor ultrasonik berorientasi pada jarak sinyal pemacu terhadap benda yang akan menjadi target pantulan, sehingga perhitungan pada sistem kerja sensor ultrasonik dapat diketahui dengan rumus.[8]

$$S = \frac{t \times V}{2} \dots \dots \dots (1.2)$$

Dimana : S = Jarak dalam satuan meter (m)

V= Kecepatan suara (340m/s)

t = waktu tempuh dalam satuan detik (s)

2.5 SOLENOID VALVE

Solenoid valve merupakan katup otomatis yang penggunaannya dikhususkan pada aliran air atau sistem fluida dan biasa digunakan sebagai kran otomatis. Solenoid valve memanfaatkan kerja magnetik pada kumparan atau selenoida yang dialiri listrik sehingga plat besi akan tertarik dan katup akan terbuka. Valve akan membuka dan menutup akibat pergerakan dari inti magnetik yang terjadi saat kumparan dialiri arus listrik. Solenoid valve bekerja pada tegangan yang berbeda tergantung pada jenis yang digunakan. Solenoid valve yang memiliki 2 saluran disebut dengan katup kontrol 2/2 yang mana terdiri dari inlet dan outlet. Inlet merupakan bagian yang berfungsi sebagai jalur masuknya cairan, sedangkan outlet digunakan untuk keluarnya cairan yang melewati solenoid valve. Terdapat solenoid valve dengan tegangan kerja pada 220 volt AC dan ada yang bekerja pada tegangan kerja pada 12 volt DC. Pada gambar 2.13 merupakan bentuk fisik dari solenoid valve 12 volt DC dengan kebutuhan arus sebesar 450 mA.[9]

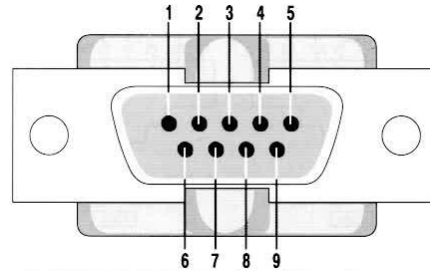


Gambar 2.13 Solenoid Valve 12 volt DC^[9]

2.6 KOMUNIKASI SERIAL

Komunikasi serial adalah metode pada pengiriman data yang dalam satu waktu hanya mengirim satu bit data. Komunikasi serial sebenarnya merupakan sama saja dengan komunikasi paralel yang mengirimkan data dengan n bit pada waktu yang bersamaan. Hanya saja pada komunikasi serial n bit tersebut hanya berjumlah satu. Standar RS232 ditetapkan oleh *Electronic Industry Association and Telecommunication Industry Association* sekitar tahun 1962 dengan nama EIA/TIA-232. RS232 merupakan standar komunikasi serial yang digunakan pada koneksi *pheriperal to pheriperal* misalnya komputer dengan modem, dan bisa disebut sebagai jalur input-output. Jalur RS232 ini menyangkut proses pertukaran data antara dua perangkat yang berbeda logika. Konektor RS232 yang sering digunakan adalah DB9

dan DB25. DB9 merupakan jalur serial dengan 9 pin, sedangkan DB25 memiliki 25 pin. Setiap pin dari DB9 seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.14 berikut memiliki fungsi tersendiri.^[10]



Gambar 2.14 Konektor DB9[10]

Setiap pin mengindikasikan kerja sesuai dengan fungsinya, fungsi dari kesembilan pin DB9 tersebut dijelaskan pada tabel 2.6 dibawah ini.

Tabel 2.6 Fungsi Pin pada DB9

NO.	PIN	FUNGSI
1.	DCD (<i>Data Caarrier Detect</i>)	Ketika perangkat mendeteksi suatu sinyal <i>carrier</i> dari perangkat lain maka sinyal pada pin ini akan diaktifkan
2.	RD (<i>Receive Data</i>)	Untuk melakukan penerimaan data serial
3.	TD (<i>Transmit Data</i>)	Untuk melakukan pengiriman data serial
4.	DTR (<i>Data Terminal Ready</i>)	Memberitahukan bahwa UART telah siap melakukan pertukaran data
5.	Gnd (<i>Ground</i>)	Dihubungkan ke Ground atau pentanahan
6.	DSR (<i>Data Set Ready</i>)	Memberitahukan kepada UART bahwa perangkat telah siap melakukan pertukaran data
7.	RTS (<i>Request to Send</i>)	Sinyal yang digunakan untuk menginformasikan pada perangkat

		bahwa UART siap melakukan pertukaran data
8.	CTS (<i>Clear to Send</i>)	Digunakan untuk memberitahukan bahwa pada saat tersebut perangkat telah siap untuk melakukan pertukaran data
9.	RI (<i>Ring Indikator</i>)	Pin ini akan aktif bila ada sinyal yang masuk

Tegangan logika pada RS232 berbeda dengan tegangan logika pada teknik TTL/CMOS. TTL menganggap tegangan positif sebagai *high* dan tegangan mendekati nol sebagai *low*, dengan kisaran tegangan berada pada 0 hingga 5 volt. Akan dianggap *low* jika tegangan TTL berada pada rentang 0 hingga 0,8 volt dan akan dianggap *high* jika berada dalam rentang 2 hingga 5 volt. Sedangkan RS232 tegangan negatif merupakan logika 1 dan tegangan positif memberikan logika 0. Sebagai standar tegangan pada RS232 digunakan -15 sampai dengan +15 volt. Dimana dari -15 hingga -3 dianggap *high* dan +3 sampai +15 dianggap *low*, untuk rentang yang berada diantara -3 dan +3 ditiadakan atau tidak dianggap ada. TTL tidak dapat menerima tegangan negatif. Dari kondisi tersebut tentu dibutuhkan komponen yang dapat menjadi interface terhadap perbedaan logika antara RS232 dengan TTL. IC MAX232 digunakan sebagai *converter* dua tegangan yang berbeda logika tersebut. IC MAX232 merupakan IC yang dapat mengkonversi perbedaan tegangan dari RS232 sehingga mikropengendali ataupun komputer yang menggunakan tegangan TTL dapat berkomunikasi dengan perangkat lain. Gambar 2.15 merupakan gambar IC MAX232.[11]

Gambar 2.15 IC MAX232^[11]

2.7 MODEM WAVECOM

Modem atau *modulator-demodulator* adalah perangkat yang kita kenal sebagai penghubung perangkat ke internet, perangkat yang dimaksud seperti komputer dan laptop. Modem jenis tersebut banyak digunakan dirumah dan kantor sebagai *interface* komputer dengan jaringan internet sehingga komputer dapat berkomunikasi dengan komputer lain dari berbagai tempat. Namun ada modem yang dapat digunakan untuk keperluan tertentu, misalnya SMS massal atau *report* SMS sebuah pemantauan sistem suatu mesin, bahkan dapat dilakukan panggilan suara melalui modem. Modem yang diatur sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk *interface* antara alat dengan alat. Salah satu modem yang dapat digunakan untuk berkomunikasi alat dengan alat adalah modem wavecom, dimana modem akan bekerja menurut perintah yang diberikan. Perintah tersebut telah dimasukkan pada *command* yang disebut dengan *AT-command* yang memungkinkan modem dapat berkirim informasi yang diinginkan. Pada alat pemantau ketinggian air otomatis ini digunakan modem GSM Serial Wavecom Fastrack M1306B. *AT-command* merupakan perintah yang digunakan untuk melakukan komunikasi secara serial dari PC ke modem ataupun sebaliknya. Hal tersebut dilakukan menggunakan *Hyperterminal* pada PC.



Gambar 2.16 Modem Wavecom Fastrack M1306B^[12]

Sepesifikasi modem Wavecom Fastrack M1306B membutuhkan tegangan 12 hingga 32 volt untuk dapat bekerja secara stabil. Pin catu daya memiliki 4 pin masukan menuju modem. Menggunakan antena dual-band, dengan jaringan GSM 900/1800MHz. *Interface* menggunakan pin serial yang terhubung pada kabel *serial male to female*. [12]

2.8 *SHORT MESSAGE SERVICE* DAN JARINGAN GSM

Short Message Service (SMS) merupakan sebuah layanan seluler yang memungkinkan pengguna menerima informasi berbasis teks singkat yang disampaikan melalui frekuensi jaringan GSM ataupun CDMA dan diterima di telepon genggam pengguna. SMS ini berawal pada tahun 1980an dimana para pakar berfikir teknologi seperti apa yang harus dikembangkan pada jaringan GSM. Pengiriman pesan singkat pertama yang dikirim secara komersil dilakukan pada Desember 1992 di United Kingdom. Hingga memasuki tahun 2000 penggunaan layanan SMS sudah mendunia. Meski pada saat itu harga dari artu SIM dan telepon genggam sendiri masih sangatlah mahal. Sampai sekarang SMS banyak digunakan karena penggunaannya yang mudah dan ringkas, biaya pengiriman SMS pun semakin murah karena adanya persaingan antar provider.

Jika pada awalnya SMS hanya bisa digunakan pada komunikasi manusia dengan manusia, kini SMS bisa digunakan untuk memberikan informasi yang dikirim atau diterima secara otomatis dari sebuah perangkat seperti komputer, modem, dan mikropengendali untuk mendapatkan suatu manfaat dan keefektifan penggunaan teknologi. Proses pengiriman pesan singkat melalui beberapa bagian. Yaitu pada pengguna masuk ke dalam sistem jaringan GSM hingga pesan bisa disampaikan kepada pengguna lainnya. Proses pengiriman SMS pada jaringan GSM secara garis besar melibatkan beberapa bagian dari sistem yaitu MS (*Mobile Station*) yang merupakan perangkat paling dasar dari sistem berfungsi untuk melakukan komunikasi. Kemudian BSS (*Base Station Sistem*) yang memiliki perangkat untuk melakukan penerimaan data melalui gelombang radio, NSS (*Network Switching Subsystem*) yang bertugas untuk mengatur mobilitas pengguna yang tidak berada pada satu titik saja, dan OSS (*Operation Support System*) berfungsi sebagai pusat pengendalian perangkat GSM.

Pada MS terdapat dua bagian yaitu SIM (*Subscriber Identity Module*) dan ME (*Mobile Equipment*). SIM merupakan modul yang berisi identitas pengguna atau atau informasi service dari operator, SIM merupakan kesatuan dengan ME karena tanpa SIM maka ME tidak dapat melakukan panggilan kecuali panggilan darurat. Sedangkan pada BSS terdapat BTS (*Base Tranceiver Station*) dan BSC (*Base Station Control*) yang diantara BTS dan BSC terdapat TCU (*Transcoding Unit*). BTS

memiliki fungsi yang berhubungan erat dengan MS, dengan adanya BTS maka MS dapat berkomunikasi dengan MS yang lainnya.

Karena berfungsi sebagai pengirim dan penerima maka BTS diwujudkan dalam fisik berupa menara yang di atasnya terpasang antena-antena pengirim dan penerima. Komunikasi antara MS dengan BTS dilakukan dengan *air interface* atau biasa disebut dengan *Um Interface*. Sebuah BTS dapat mencakup setidaknya 35km, cakupan wilayah BTS tersebut disebut dengan cell. Kemudian BSC berfungsi untuk menghubungkan BTS-BTS yang berada dibawahnya. Sehingga MS yang melakukan pergerakan tetap dapat berkomunikasi meskipun berpindah-pindah tempat. BSC juga berperan untuk menghubungkan BTS dengan OMC. Namun diantara BTS dan BSC terdapat TCU yang berfungsi sebagai *compressor traffic* yang datang dari MS menuju BSC.

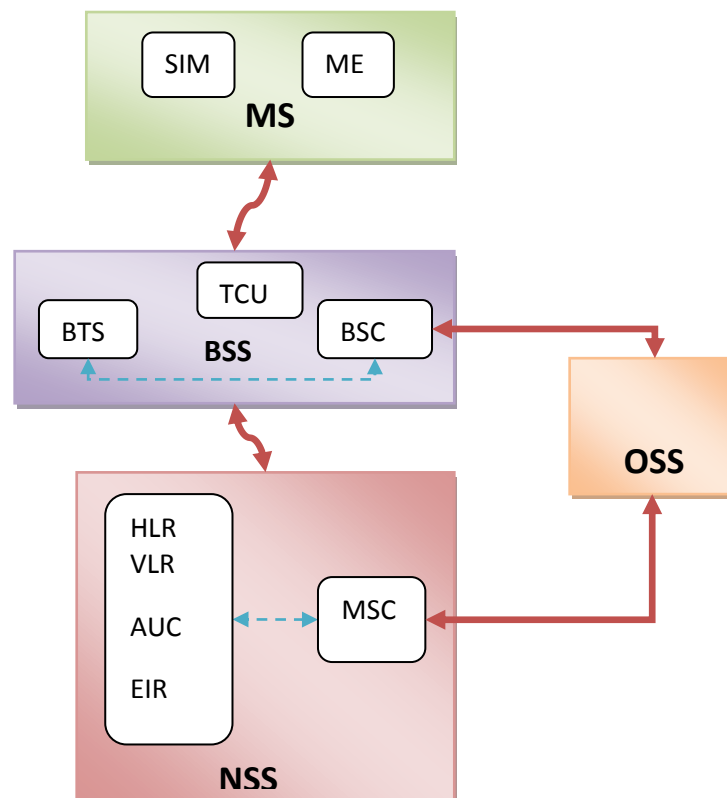
Pada bagian NSS terdapat MSC (*Mobile Switching Center*) merupakan *network element central* yang menjadi tempat terjadinya hubungan *voice call* atau pun pertukaran data dari MSC dibawahnya atau dengan jaringan selain GSM. Terdapat beberapa *network element* lain yang berhubungan dengan MSC seperti HLR (*Home Location Register*) yang bertugas untuk menyimpan data dan informasi pelanggan secara permanen dan menjadi pusat informasi pelanggan, HLR berhubungan dengan VLR (*Visitor Location Register*) yang berisi informasi mengenai pelanggan yang bersifat dinamis.

Informasi yang dimiliki VLR sebenarnya berasal dari HLR, jika pelanggan bergerak meninggalkan suatu MSC menuju MSC baru maka MSC akan melihat informasi pelanggan pada VLR masing-masing. Informasi pelanggan akan dihapus dari VLR di MSC sebelumnya pada saat informasi tersebut memasuki VLR di MSC yang baru. Sehingga pergerakan pelanggan dapat diketahui jika melakukan perpindahan MSC.

AUC (*Authentication Center*) merupakan sistem keamanan yang memberikan perlindungan kepada pelanggan yang melakukan komunikasi. AUC hanya akan mengizinkan terjadinya komunikasi antara pelanggan yang sah saja. Sehingga dapat meminimalisir adanya penyadapan dalam komunikasi yang merugikan pelanggan. Kemudian EIR (*Equipment Identity Register*) merupakan sistem keamanan yang sebenarnya belum diaplikasikan di operator Indonesia, yaitu keamanan yang

memungkinkan sistem untuk memilah ME mana saja yang dapat melakukan komunikasi.

Jika EIR diterapkan pada setiap operator di Indonesia, maka operator dapat melakukan pemblokiran pada telepon genggam atau ME pengguna, bukan hanya pemblokiran SIM saja. ME yang telah diblokir tidak dapat melakukan komunikasi apapun sehingga hal ini dapat mengurangi terjadinya pencurian telepon genggam. Dan terakhir pada subsistem OSS terdapat OMC (*Operation and Maintenance Center*) yang dapat memonitor kondisi dari setiap sub sistem termasuk pengontrolan dan pemeliharaan jaringan. Pada setiap subsistem seperti BSS atau NSS juga terdapat OMC tersendiri. Arsitektur jaringan GSM pada gambar 2.17 berikut.

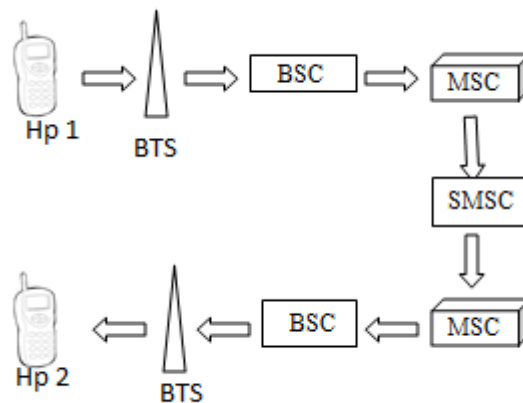


Gambar 2.17 Topologi Jaringan GSM

SMS merupakan salah satu komunikasi yang tidak *realtime*, sehingga jika kedua ataupun salah satu pengguna berada pada posisi tidak aktif maka pesan akan disimpan di SMSC dengan periode waktu limit tertentu, sehingga jika pengguna sudah aktif pesan tersebut akan dikirim menuju pengguna. Hal ini tentu berbeda dengan sistem komunikasi telepon yang mengharuskan kedua pengguna aktif secara bersamaan.

Sistem terjadinya SMS sendiri merupakan proses penyampaian pesan dari pengirim menuju penerima. Saat pengirim mengirim pesan, maka pesan akan disampaikan menuju MSC melalui BTS. Kemudian MSC akan mengirimkan pesan menuju bagian khusus pada proses pengiriman SMS, yaitu SMSC. *Short Message Service Center* adalah bagian yang bertugas untuk melanjutkan pesan dari MS pengirim dengan MS penerima. ME dapat melakukan pergerakan dari satu BTS menuju BTS lain, bahkan dapat berpindah MSC pada lokasi satu ke lokasi yang lainnya.

Untuk mengetahui lokasi MSC tujuan maka SMSC akan mencari lokasi MSC melalui VLR yang sesuai dengan lokasinya. Jika VLR sudah diketahui maka MSC akan mengirimkan pesan tersebut, penerima akan melihat pesan telah terkirim. Kemudian jika VLR pada MSC pada lokasi tertentu sudah menerima pesan tersebut, melalui BTS yang ada pesan akan dikirimkan menuju penerima. Jika pengiriman menuju penerima telah berhasil maka MSC penerima akan memberikan laporan kepada SMSC yang kemudian akan disampaikan kepada pengirim bahwa pesan telah berhasil dikirim.[13]



Gambar 2.18 Sistem Pengiriman SMS