BAB II

DASAR TEORI

2.1 Sistem Pengapian pada Sepeda Motor

Sistem pengapian berfungsi menghasilkan percikan bunga api pada busi pada saat yang tepat untuk membakar campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder. Seperti yang kita ketahui bahwa sistem pengapian konvensional menggunakan gerakan mekanik kontak platina untuk menghubung dan memutus arus primer, maka kontak platina mudah sekali aus dan memerlukan penyetelan/perbaikan dan penggantian setiap periode tertentu. Hal ini merupakan kelemahan mencolok dari sistem pengapian konvensional.

Dalam perkembangannya, ditemukan sistem pengapian elektronik sebagai penyempurna sistem pengapian. Sistem pengapian elektronik yang populer adalah sistem pengapian CDI (*Capacitor Discharge Ignition*). Sistem pengapian CDI merupakan sistem pengapian elektronik yang bekerja dengan memanfaatkan pengisian (*charge*) dan pengosongan (*discharge*) muatan kapasitor. Proses pengisian dan pengosongan muatan kapasitor dioperasikan oleh saklar elektronik seperti halnya kontak platina (pada sistem pengapian konvensional). Sebagai pengganti kontak platina, pada sistem pengapian elektronik digunakan SCR/*Silicon Controlled Rectifier* (yang disebut *Thyristor switch*).

2.2 CDI (*Capacitor Discharge Ignition*)

CDI (*Capacitor Discharge Ignition*) adalah sistem pengapian pada mesin pembakaran dalam dengan memanfaatkan energi yang disimpan di dalam

kapasitor yang digunakan untuk menghasilkan tengangan tinggi ke koil pengapian sehingga dengan *output* tegangan tinggi koil akan menghasilkan spark di busi. Besarnya energi yang tersimpan di dalam kapasitor inilah yang sangat menentukan seberapa kuat spark dari busi untuk memantik campuran gas di dalam ruang bakar. Semakin besar energi yang tersimpan di dalam kapasitor maka semakin kuat spark yang dihasilkan di busi untuk memantik campuran gas bakar dengan catatan diukur pada penggunaan koil yang sama. Energi yang besar juga akan memudahkan spark menembus kompresi yang tinggi ataupun campuran gas bakar yang banyak akibat dari pembukaan throttle yang lebih besar.

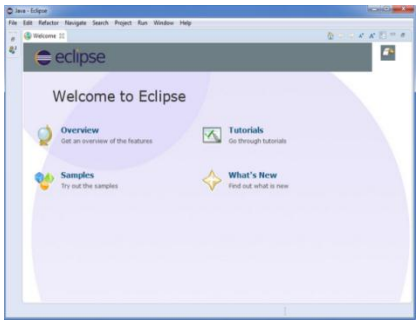
2.3 Eclipse

Eclipse adalah sebuah IDE (*Integrated Development Environment*) untuk mengembangkan perangkat lunak dan dapat dijalankan di semua *platform* (*platform-independent*).

Berikut ini adalah sifat dari *Eclipse*.

1. *Multi-platform*: Target sistem operasi *Eclipse* adalah Microsoft Windows, Linux, Solaris, AIX, HP-UX dan Mac OS X.
2. *Multi-language*: *Eclipse* dikembangkan dengan bahasa pemrograman Java, akan tetapi *Eclipse* mendukung pengembangan aplikasi berbasis bahasa pemrograman lain seperti C/C++, Cobol, Python, Perl, PHP, dan lain sebagainya.
3. *Multi-role*: Selain sebagai IDE untuk pengembangan aplikasi. *Eclipse* pun bisa digunakan untuk aktivitas dalam siklus pengembangan perangkat lunak

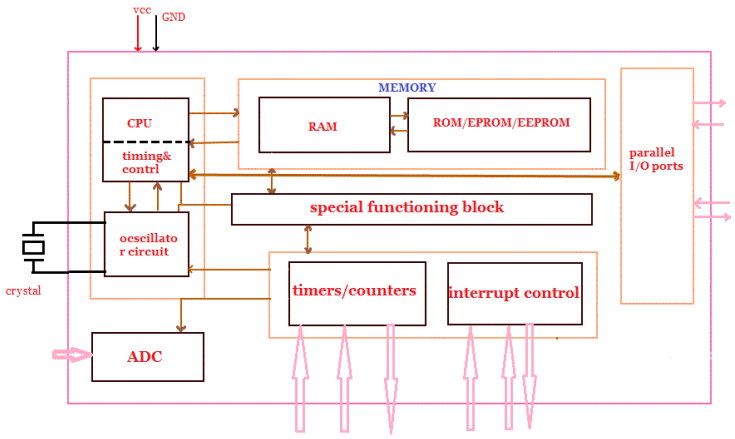
seperti dokumentasi, pengujian perangkat lunak, pengembangan web, dan lain sebagainya.



Gambar 2.1 Tampilan Awal *Eclipse* [1]

2.4 Mikrokontroller

Mikrokontroler merupakan sebuah *chip* yang dapat diprogram untuk menghasilkan keluaran yang diinginkan dengan memasukkan program yang digunakan di dalam *chip* tersebut. Mikrokontroler pada dasarnya terdiri CPU (*Central Processing Unit*), *memory, input/output ports, timers and counters, interrupt controls, analog to digital converters, serial interfacing ports* dan *oscillatory circuits.*



Gambar 2.2 Blok Diagram Mikrokontroler [2]

Penjelasan singkat mengenai blok diagram mikrokontroler :

a. CPU (*Central Processing Unit*)

CPU adalah otak dari sebuah mikrokontroller. CPU bertugas untuk mengambil setiap intruksi dalam bentuk kode dan melakukan *decode* (menterjemahkan intruksi) ke dalam bahasa mesin untuk selanjutnya dilakukan eksekusi. CPU juga bertugas untuk menghubungkan setiap bagian dari mikrokontroler ke dalam sebuah sistem.

b. *Memory*

Fungsi dari sebuah *memory* adalah menyimpan setiap intruksi dan data dari sebuah program. Mikrokontroler biasanya memiliki sejumlah memori seperti RAM, ROM/EPROM/EEPROM dan *flash memory.*

c. *Parallel Input/Output Ports*

Parallel input/output ports digunakan untuk melakukan *interface* dengan perangkat lain yang dibutuhkan untuk keperluan sebuah sistem seperti LED, LCD, motor servo, *fingerprint module* dan lain-lain.

d. *Serial Ports*

Serial port digunakan untuk keperluan berbagai *interface* serial antara mikrokontroler dan perangkat lain seperti halnya *parallel port*.

e. *Timers / Counters*

Timers / counters merupakan salah satu fungsi yang sangat berguna dari mikrokontroler. Mikrokontroler memiliki lebih dari satu *timer* dan *counter*. Operasi utama dari *timer* dan *counter* adalah melakukan *clock function* ,

modulasi, *pulse generations*, pengukuran frekuensi, membuat osilasi, dan lain-lain.

f. ADC (*Analog to Digital Converter*)

ADC berfungsi untuk mengkonversi sinyal analog menjadi digital. Konversi ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan output berupa sinyal digital, salah satu contohnya adalah pengukuran suhu yang hasilnya ditampilkan pada sebuah LCD.

g. *Interrupt Control*

Interrupt control digunakan untuk melakukan interupsi pada sebuah program ketika dieksekusi. *Interrupt control* memiliki dua jenis, yaitu *interrupt control internal* (memakai intruksi interupsi) dan *interrupt control eksternal* (memakai akses pin interupsi).

2.5 Arduino

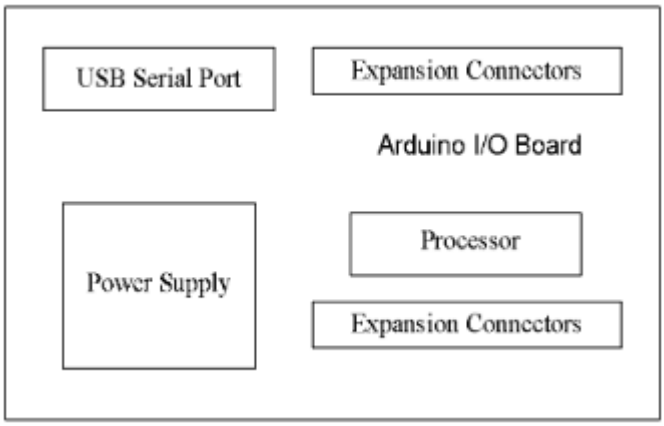
Arduino adalah *platform* pembuatan *prototype* elektronik yang bersifat *open-source hardware* yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino ditujukan bagi para seniman, desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau lingkungan yang interaktif.

Arduino pada awalnya dikembangkan di Ivrea, Italia. Nama Arduino adalah sebuah nama maskulin yang berarti teman yang kuat. *Platform* arduino terdiri dari arduino *board*, *shield*, bahasa pemrograman arduino, dan arduino *development environment*. Arduino *board* biasanya memiliki sebuah *chip* dasar mikrokontroler Atmel AVR ATmega8 berikut turunannya. Blok diagram arduino *board* yang

sudah disederhanakan dapat dilihat pada Gambar 2.3. *Shield* adalah sebuah papan yang dapat dipasang diatas arduino *board* untuk menambah kemampuan dari arduino *board.*

Bahasa pemrograman arduino adalah bahasa pemrograman yang umum digunakan untuk membuat perangkat lunak yang ditanamkan pada arduino board. Bahasa pemrograman arduino mirip dengan bahasa pemrograman C++.

Arduino Development Everenment adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis dan meng-*compile* program untuk arduino. Arduino *Development Everonment* juga digunakan untuk meng-*upload* program yang sudah di-*compile* ke memori program arduino board.



Gambar 2.3 Blok Diagram Arduino *Board* [3]

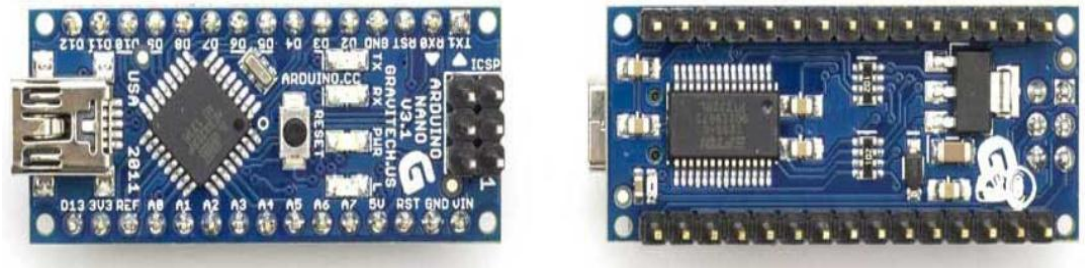
2.5.1 Arduino Nano

Arduino Nano adalah papan pengembangan (*development board*) mikrokontroller yang berbasis *chip* ATmega328P dengan bentuk yang sangat mungil. Secara fungsi tidak ada bedanya dengan Arduino Uno. Perbedaan utama terletak pada ketiadaan *jack power* DC dan penggunaan konektor Mini-B USB.

Disebut sebagai papan pengembangan karena *board* ini memang berfungsi sebagai arena *prototyping* sirkuit mikrokontroller. Dengan menggunakan papan pengembangan, akan lebih mudah merangkai rangkaian elektronika mikrokontroller dibanding jika memulai merakit ATMega328 dari awal di *breadboard*

Adapun spesifikasi Arduino Nano adalah sebagai berikut.

1.	Chip mikrokontroller	ATmega328P
2.	Tegangan operasi	5V
3.	Tegangan input (yang direkomendasikan)	7V - 12V
4.	Digital I/O pin	4 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM
5.	Analog Input pin	6 buah
6.	Arus DC per pin I/O	40 Ma
7.	Memori Flash	32 KB, 0.5 KB telah digunakan untuk bootloader
8.	SRAM	2 KB
9.	EEPROM	1 KB
10.	Clock speed	16 Mhz
11.	Dimensi	45 mm x 18 mm



Gambar 2.4 Arduino Uno [4]

2.5.2 Sistem Komunikasi Pada Arduino Nano

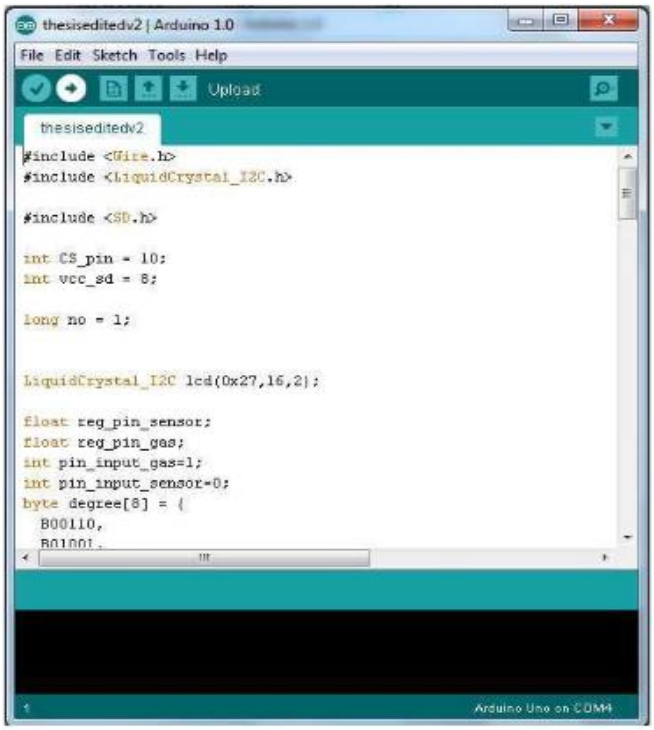
Arduino Nano memiliki sejumlah fasilitas untuk dapat berkomunikasi dengan Komputer, arduino lain, maupun mikrokontroler lainnya. Atmega328 ini menyediakan serial komunikasi UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (Rx) dan 1 (Tx). Saluran *board* komunikasi serialnya melalui Mini-B USB dan muncul 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).

2.5.3 Arduino *Development Environment*

Arduino *Development Environment* terdiri dari editor teks untuk menulis kode, sebuah area pesan, sebuah konsul, sebuah *toolbar* dengan tombol-tombol untuk fungsi yang umum dan beberapa menu. Arduino *Development Environment*

terhubung ke arduino board untuk meng-*upload* program dan juga untuk berkomunikasi dengan arduino *board*.

Perangkat lunak yang ditulis menggunakan Arduino *Development Environment* 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*. Konsul menampilkan *output* teks dari Arduino *Development Environment* dan juga menampilkan pesan *error* ketika kita mengkompile *sketch*. Pada sudut kanan bawah jendela Arduino *Development Environment* menunjukan 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. Arduino *Development Environment* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Arduino *Development Environment*

Berikut ini merupakan tombol-tombol *toolbar* serta fungsinya.

 Verfy 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*.

2.6 Short Messaging Service (SMS)

Short Messaging Service (SMS) merupakan salah satu fitur teknologi seluler berupa layanan pengirim pesan teks pendek antar telepon seluler. SMS menjadi salah satu media komunikasi antar individu yang berkembang dengan pesat. Layanan yang dapat di nikmati melalu SMS antara lain adalah pengiriman pesan pendek, pemberitahuan operator kepada pelanggan bahwa ada *voice mail* atau fax yang masuk, download *ringtone* atau *game*, *mobile banking* dan *chatting*.

Mekanisme utama yang dilakukan dalam sistem SMS adalah melakukan pengiriman *short message* dari satu terminal pelanggan ke terminal yang lain. Hal ini dapat dilakukan berkat adanya sebuah entitas dalam sistem SMS yang bernama *Short Message Service Center* (SMSC), disebut juga *Message Center* (MC). SMSC merupakan sebuah perangkat yang melakukan tugas *store* and *forward*. Didalamnya termasuk penentuan atau pencarian rute tujuan akhir dari *short message*. Sebuah SMSC biasanya didesain untuk dapat menangani *short message*

dari berbagai sumber seperti *Voice Mail System* (VMS), Web-*based messaging*, Email Integration, *External Short Messaging Entities* (ESME), dan lain-lain.

Layanan SMS merupakan sebuah layanan yang bersifat *nonreal time* dimana sebuah *short message* dapat di-*submit* ke suatu tujuan, tidak perduli apakah tujuan tersebut aktif atau tidak. Bila dideteksi bahwa tujuan tidak aktif, maka sistem akan menunda pengiriman ke tujuan hingga tujuan aktif kembali. Pada dasarnya sistem SMS akan menjamin *delivery* dari suatu *short message* hingga sampai ke tujuan. Kegagalan pengiriman yang bersifat sementara seperti tujuan tidak aktif akan selalu teridentifikasi sehingga pengiriman ulang *short message* akan selalu dilakukan kecuali bila diberlakukan aturan bahwa *short message* yang telah melampaui batas waktu tertentu harus dihapus dan dinyatakan gagal terkirim.

Ada tiga jenis *encoding* untuk menerjemahkan pesan pada SMS (Netsize, 2003), yaitu.

a. Mode 7 bit, digunakan untuk karakter latin. Dengan mode ini sebuah pesan bisa terdiri maksimal 160 karakter. Dengan jumlah bit maksimal 1120 bit (1karakter = 7 bit, 7 x 160 = 1120 bit).
b. Mode 8 bit, digunakan untuk pesan gambar dan suara.
c. Mode 16 bit, digunakan untuk karakter*Unicode* (UCS2), misal karakter cina. Panjang pesan maksimal adalah 70 karakter (70 = 1120/16).

Berdasarkan dari pesan yang disampaikan, SMS dapat dibagi menjadi enam jenis.

a. SMS-DELIVER, membawa SMS dari SMSC ke perangkat mobile (telepon seluler).

b. SMS-DELIVER-REPORT, membawa status pesan yang diterima dari SMSC.

c. SMS SUBMIT, membawa SMS dari perangkat mobile (telepon seluler) ke SMSC.

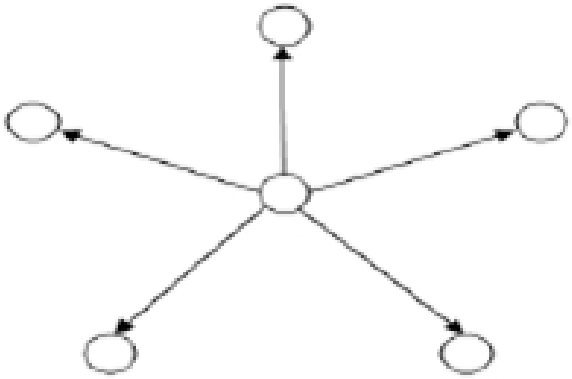
d. SMS-SUBMIT-REPORT, membawa status pesan yang dikirim ke SMSC.

e. SMS-STATUS-REPORT, membawa pesan (laporan) status dari SMSC ke perangkat mobile (telepon seluler).

f. SMS-COMMAND, membawa pesan perintah dari perangkat *mobile* (telepon seluler) ke SMSC.

SMS dapat dikirimkan dengan dua metode, yaitu:

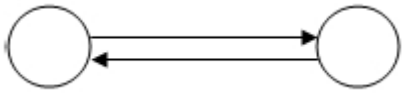
a. Siaran (*Broadcast*) Metode ini mirip dengan model siaran radio dan bersifat satu arah. Pesan akan dikirimkan ke seluruh perangkat *mobile* (telepon seluler) yang sedang aktif dan berada dalam jangkauan siaran. Perangkat penerima tidak dapat membalas pesan yang dikirimkan oleh pengirim.



Gambar 2.6 Metode Siaran (*Broadcast*)

b. Point to Point

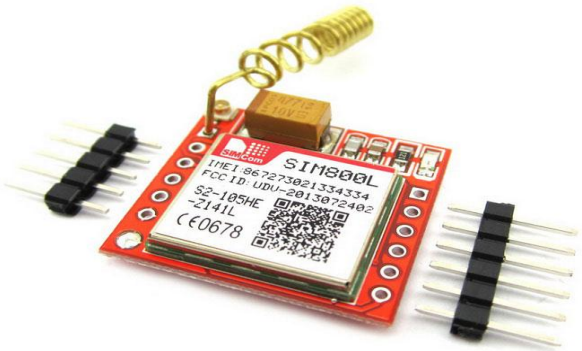
Pada metode ini, pesan yang dikirimkan oleh perangkat *mobile* akan dikirimkan ke satu perangkat mobile tujuan. Perangkat penerima dapat membalas pesan yang diterima ke perangkat pengirim.



Gambar 2.7 Metode *Point to Point*

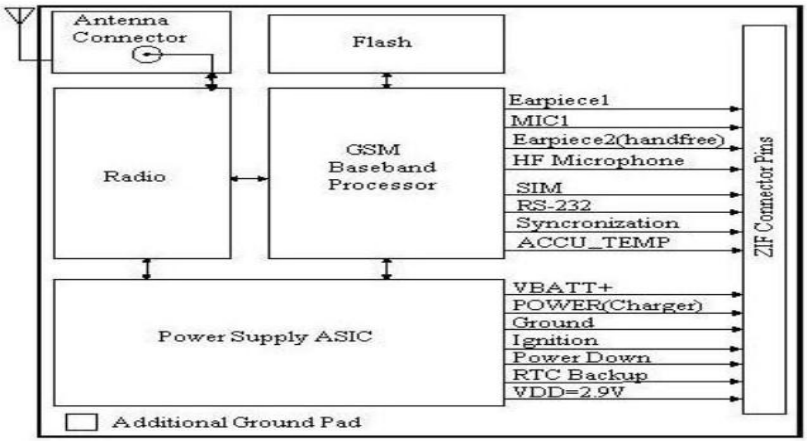
2.7 Modul GSM (*Global System Mobile*)

Modul GSM adalah peralatan yang didesain supaya dapat digunakan untuk aplikasi komunikasi dari mesin ke mesin atau dari manusia ke mesin. Modul GSM merupakan peralatan yang digunakan sebagai mesin dalam suatu aplikasi. Dalam aplikasi yang dibuat harus terdapat mikrokontroler yang akan mengirimkan perintah kepada modul GSM berupa AT-*command* melalui RS232 sebagai komponen penghubung (*communication links*).



Gambar 2.8 Modul GSM [5]

Modul GSM merupakan bagian dari pusat kendali yang berfungsi sebagai *transceiver*. Modul GSM mempunyai fungsi yang sama dengan sebuah telepon seluler yaitu mampu melakukan fungsi pengiriman dan penerimaan SMS. Dengan adanya sebuah modul GSM maka aplikasi yang dirancang dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan menggunakan jaringan GSM sebagai media akses. Diagram blok rangkaian Modul GSM ditunjukkan pada Gambar 2.8



.Gambar 2.9 Digram Blok Rangkaian Modul GSM

2.8 AT-*Command*

AT-*Command* merupakan perintah standar yang dapat diterima oleh modem. Perintah AT (Hayes AT-*Command)* digunakan untuk berkomunikasi dengan terminal (modem) melalui gerbang serial pada computer. AT-*Command* ini dipakai untuk memerintahkan telephon selular mengirim dan menerima pesan sms. Selain itu, AT-*Command* juga dapat dipakai untuk mengetahui atau membaca kondisi dari terminal seperti mengetahui kondisi sinyal, kondisi baterai, nama operator, lokasi, menambah item pada daftar *telephone*, mengetahui model telephone selular yang dipakai, nomor IMEI (*Internasional Mobile Statition*

Equiqment Identity) dan informasi–informasi lainnya yang berhubungan dengan telephone selular tersebut. Perintah–perintah AT-*Command* dikirimkan ke *telephone* selular dalam bentuk string (teks). Komunikasi data antara telephone selular dengan peripheral lainnya seperti mikrokontroler dilakukan secara serial menggunakan perintah–perintah AT (Hayes AT-*Command*) melalui komunikasi serial RS-232. Tabel 2.1 berikut adalah beberapa jenis perintah AT-*Command*.

Tabel 2.1 Jenis-Jenis Perintah AT-*Command*

Perintah	Fungsi
AT+CPBF	Mencari nomor telephone yang tersimpan
AT+CPBR	Membaca buku telephone
AT+CPBW	Menulis nomor telephone di buku telephone
AT+CMGF	Menyeting mode SMS teks atau PDU
AT+CMGF=0	Menyeting PDU
AT+CMGF=1	Menyeting mode SMS teks
AT+CMGS	Menyeting mode SMS teks
AT+CMGR	Membaca sebuah pesan
AT+CMGR=1	Membaca sebuah pesan di alamat 1
AT+CMG	Melihat semua daftar sms yag ada
AT+CMGD	Menghapus sebuah SMS
AT+CMNS	Menyeting sebuah lokasi penyimpanan SMS
AT+COPS?	Untuk mengetahui sebuah nama provider kartu GSM
AT+CSCA	Untuk mengetahui alamat SMS Center
AT+CGMI	Untuk mengetahui nama dan jenis ponsel
AT+CGMM	Untuk mengetahui jenis ponsel
AT+CBC	Untuk mengetahui level baterai

2.9 Sensor Optocoupler

Optocoupler adalah suatu piranti yang terdiri dari 2 bagian yaitu transmitter dan *receiver*, yaitu antara bagian cahaya dengan bagian deteksi sumber cahaya terpisah. Biasanya optocoupler digunakan sebagai saklar elektrik, yang bekerja secara otomatis. Optocoupler adalah suatu komponen penghubung (*coupling*) yang bekerja berdasarkan picu cahaya optik.

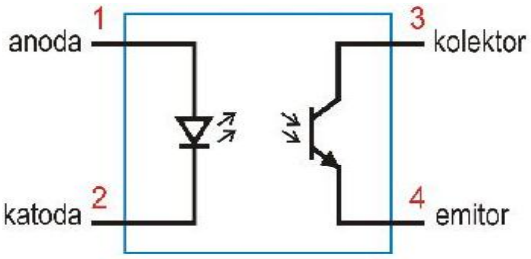
Optocoupler terdiri dari dua bagian yaitu.

a. Pada transmitter dibangun dari sebuah LED infra merah. Jika dibandingkan dengan menggunakan LED biasa, LED inframerah memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap sinyal tampak. Cahaya yang dipancarkan oleh LED inframerah tidak terlihat oleh mata telanjang.
b. Pada bagian receiver dibangun dengan dasar komponen phototransistor. Phototransistor merupakan suatu transistor yang peka terhadap tenaga cahaya. Suatu sumber cahaya menghasilkan energi panas, begitu pula dengan spektrum infra merah. Karena spekrum infra mempunyai efek panas yang lebih besar dari cahaya tampak, maka photodioda lebih peka untuk menangkap radiasi dari sinar infra merah.

2.9.1 Karakteristik Sensor Optocoupler

Optocoupler merupakan salah satu jenis komponen yang memanfaatkan sinar sebagai pemicu on / off-nya. Opto berarti optic dan coupler berarti pemicu. Sehingga bisa diartikan bahwa optocoupler merupakan suatu komponen yang bekerja berdasarkan picu cahaya optic opto-coupler termasuk dalam sensor,

dimana terdiri dari dua bagian yaitu transmitter dan receiver. Dasar rangkaian dapat ditunjukkan seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.10 Blok Diagram Optocoupler

LED infra merah ini merupakan komponen elektronika yang memancarkan cahaya infra merah dengan konsumsi daya sangat kecil. Jika diberi prasikap maju, LED infra merah yang terdapat pada optocoupler akan mengeluarkan panjang gelombang sekitar 0,9 mikrometer. Photodioda memiliki sambungan kolektor–basis yang besar dengan cahaya infra merah, karena cahaya ini dapat membangkitkan pasangan lubang elektron. Dengan diberi prasikap maju, cahaya yang masuk akan menimbulkan arus pada kolektor. Photodioda memiliki bahan utama yaitu germanium atau silikon yang sama dengan bahan pembuat transistor. Tipe Photodioda juga sama dengan transistor pada umumnya yaitu PNP dan NPN. Perbedaan transistor dengan Photodioda hanya terletak pada rumahnya yang memungkinkan cahaya infra merah mengaktifkan daerah basis, sedangkan transistor biasa ditempatkan pada rumah logam yang tertutup.

2.9.2 Prinsip Kerja Sensor Optocoupler

Jika antara photodioda dan LED terhalang maka photodioda tersebut akan *off* sehingga *output* dari kolektor akan berlogika *high*. Sebaliknya jika antara

phototransistor dan LED tidak terhalang maka phototransistor dan LED tidak terhalang maka phototransistor tersebut akan *on* sehingga *output*-nya akan berlogika *low*. Ditinjau dari penggunaanya, fisik optocoupler dapat berbentuk bermacam-macam. Bila hanya digunakan untuk mengisolasi level tegangan atau data pada sisi *transmitter* dan sisi *receiver*, maka optocoupler ini biasanya dibuat dalam bentuk solid (tidak ada ruang antara LED dan phototransistor). Sehingga sinyal listrik yang ada pada input dan otput akan terisolasi. Dengan kata lain optocoupler ini digunakan sebagai optoisolator jenis IC.

2.10 *Relay*

Relay adalah suatu rangkaian *switching* magnetik yang bekerja bila mendapat catu dari rangkaian trigger. *Relay* memiliki tegangan dan arus nominal yang harus dipenuhi *output* rangkaian pendrivernya/pengemudinya. Arus yang digunakan pada rangkaian adalah arus DC. Konstruksi dalam suatu *relay* terdiri dari lilitan kawat (*coil*) yang dililitkan pada inti besi lunak. Jika lilitan kawat mendapatkan arus, inti besi lunak menghasilkan medan magnet dan menarik *switch* kontak. *Switch* kontak mengalami gaya tarik magnet sehingga berpindah posisi ke kutub lain atau terlepas dari kutub asalnya. Keadaan ini akan bertahan selama arus mengalir pada kumparan *relay*. Dan *relay* akan kembali ke posisi semula yaitu *normaly-off*, bila tidak ada lagi arus yag mengalir padanya. Posisi normal *relay* tergantung pada jenis *relay* yang digunakan. Dan pemakaian jenis *relay* tergantung pada keadaan yang diinginkan dalam suatu rangkaian/sistem.

Menurut kerjanya *relay* dapat dibedakan menjadi.

a. *Normaly Open* (NO): saklar akan tertutup bila dialiri arus.

b. *Normaly Close* (NC): saklar akan terbuka bila dialiri arus.

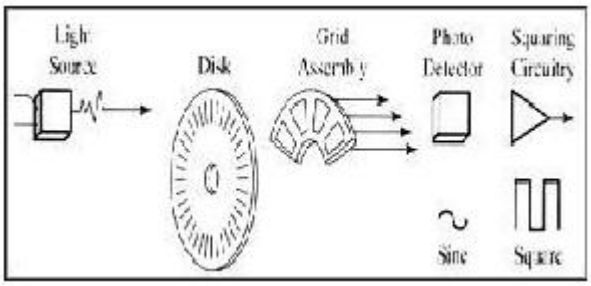
c. *Change Over* (CO): relay ini mempunyai saklar tunggal yang normalnya tertutup yang mana bila kumparan 1 dialiri arus maka saklar akan terhubung ke terminal A, sebaliknya bila kumparan 2 dialiri arus maka saklar akan terhubung ke terminal B.

2.11 *Rotary Encoder*

Rotary Encoder adalah suatu komponen elektro mekanis yang memiliki fungsi untuk memonitoring posisi anguler pada suatu poros yang berputar. Dari perputaran benda tersebut data yang termonitoring akan diubah ke dalam bentuk data digital oleh *rotary encoder* berupa lebar pulsa kemudian akan dihubungkan ke kontroler (Mikrokontroller/PLC). Berdasarkan data yang di dapat berupa posisi anguler (sudut) kemudian dapat diolah oleh kontroler sehingga mendapatkan data berupa kecepatan, arah, dan posisi dari perputaran porosnya.

Rotary encoder tersusun dari suatu piringan tipis yang memiliki lubang-lubang pada bagian lingkaran piringan. LED ditempatkan pada salah satu sisi piringan sehingga cahaya akan menuju ke piringan. Di sisi yang lain suatu phototransistor diletakkan sehingga phototransistor ini dapat mendeteksi cahaya dari LED yang berseberangan. Piringan tipis tadi dikopel dengan poros motor, sehingga ketika motor berputar piringan juga akan ikut berputar. Apabila posisi piringan mengakibatkan cahaya dari LED dapat mencapai phototransistor melalui lubang-lubang yang ada, maka phototransistor akan mengalami saturasi dan akan menghasilkan suatu pulsa gelombang persegi. Gambar 2.10 menunjukkan bagan skematik sederhana dari *rotary encoder*. Semakin banyak deretan pulsa yang

dihasilkan pada satu putaran menentukan akurasi *rotary encoder* tersebut, akibatnya semakin banyak jumlah lubang yang dapat dibuat pada piringan menentukan akurasi *rotary encoder* tersebut.



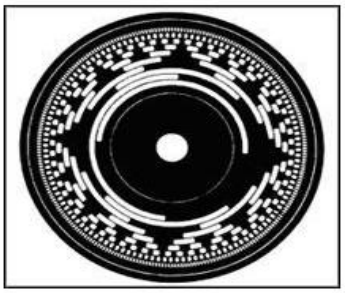
Gambar 2.11 Blok Penyusun *Rotary Encoder* [6]

Terdapat dua jenis *rotary encoder*, yaitu *Absolute rotary encoder* dan *incremental rotary encoder*. Berikut ini akan dijelaskan untuk masing-masing jenis dari *rotary encoder.*

A. *Absolute rotary encoder*

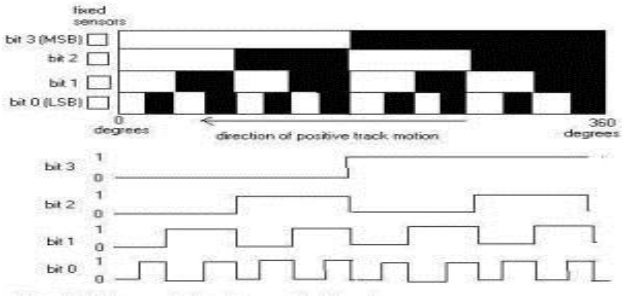
Absolute rotary encoder menggunakan piringan dan sinyal optik yang diatur sedemikian sehingga dapat menghasilkan kode digital untuk menyatakan sejumlah posisi tertentu dari poros yang dihubungkan padanya. Piringan yang digunakan untuk absolut encoder tersusun dari segmen-segmen cincin konsentris yang dimulai dari bagian tengah piringan ke arah tepi luar piringan yang jumlah segmennya selalu dua kali jumlah segmen cincin sebelumnya. Cincin pertama di bagian paling dalam memiliki satu segmen transparan dan satu segmen gelap, cincin kedua memiliki dua segmen transparan dan dua segmen gelap, dan seterusnya hingga cincin terluar. Sebagai contoh apabila *absolut encoder* memiliki

16 cincin *konsentris* maka cincin terluarnya akan memiliki 32767 segmen. Gambar 2.11 menunjukkan pola cincin pada piringan *absolut encoder* yang memiliki 16 cincin.



Gambar 2.12 Contoh Susunan Pola 16 Cincin *Konsentris* pada Absolut *Rotary Encoder*

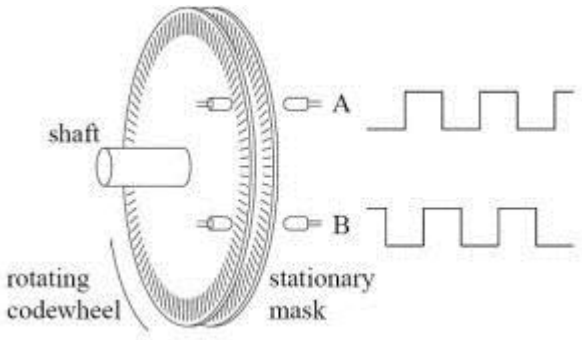
Dengan *absolute encoder* 4-bit ini maka kita akan mendapatkan 16 informasi posisi yang berbeda yang masing-masing dinyatakan dengan kode biner atau kode *gray* tertentu. Dengan membaca *output* biner yang dihasilkan maka posisi dari poros yang kita ukur dapat kita ketahui untuk diteruskan ke rangkaian pengendali. Semakin banyak bit yang kita pakai maka posisi yang dapat kita peroleh akan semakin banyak.



Gambar 2.13 Contoh Diagram Keluaran *Absolut Encoder* 4-bit Tipe *Binary Code*

B. Incremental Rotary Encoder

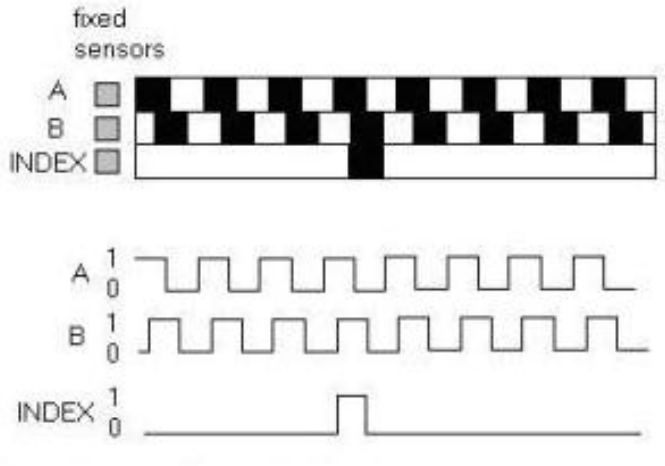
Incremental rotary encoder terdiri dari dua track atau single track dan dua sensor yang disebut *channel* A dan B. Ketika poros berputar, deretan pulsa akan muncul di masing-masing *channel* pada frekuensi yang *proporsional* dengan kecepatan putar sedangkan hubungan fasa antara *channel* A dan B menghasilkan arah putaran. Dengan menghitung jumlah pulsa yang terjadi terhadap resolusi piringan maka putaran dapat diukur. Untuk mengetahui arah putaran, dengan mengetahui *channel* mana yang *leading* terhadap *channel* satunya dapat kita tentukan arah putaran yang terjadi karena kedua *channel* tersebut akan selalu berbeda fasa seperempat putaran (*quadrature signal*). Seringkali terdapat *output channel* ketiga, disebut INDEX, yang menghasilkan satu pulsa per putaran berguna untuk menghitung jumlah putaran yang terjadi.



Gambar 2.13 Susunan Piringan Untuk *Incremental Encoder*

Contoh pola diagram keluaran dari suatu incremental encoder ditunjukkan pada Gambar 2.13. Resolusi keluaran dari sinyal *quadrature* A dan B dapat dibuat beberapa macam, yaitu 1X, 2X dan 4X. Resolusi 1X hanya memberikan pulsa

tunggal untuk setiap siklus salah satu sinya A atau B, sedangkan resolusi 4X memberikan pulsa setiap transisi pada kedua sinyal A dan B menjadi empat kali resolusi 1X. Arah putaran dapat ditentukan melalui level salah satu sinyal selama transisi terhadap sinyal yang kedua. Pada contoh resolusi 1X, A = arah bawah dengan B = 1 menunjukkan arah putaran searah jarum jam, sebaliknya B = arah bawah dengan A = 1 menunjukkan arah berlawanan jarum jam.



Gambar 2.14 Contoh Pola Keluaran *Incremental Encoder*