

III. LANDASAN TEORI

A. Rel Kereta Api

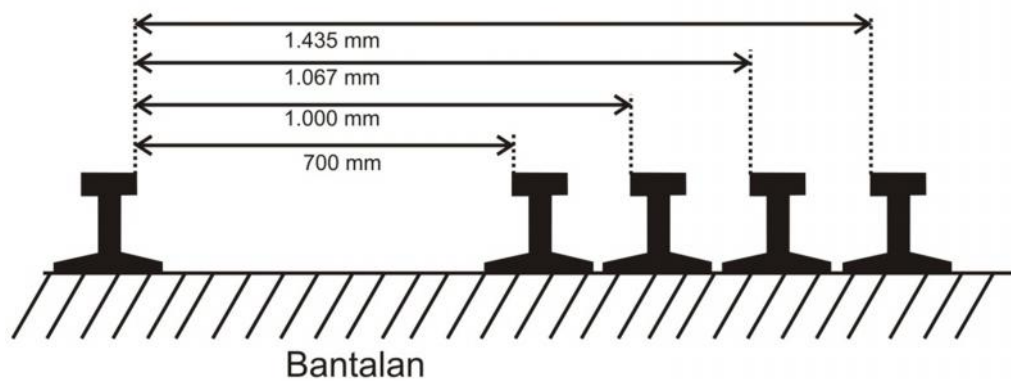
Rel digunakan pada jalur kereta api yang terdiri dari dua batang rel baja kaku dan berfungsi memandu kereta api tanpa memerlukan pengendalian. Rel-rel tersebut diikat pada bantalan dengan menggunakan paku rel, sekrup penambat atau penambat "e" (seperti penambat pandrol). Jenis penambat yang digunakan bergantung kepada jenis bantalan yang digunakan. Paku penambat digunakan pada bantalan kayu, sedangkan penambat "e" digunakan untuk bantalan beton atau semen. Rel biasanya dipasang di atas badan jalan yang dilapis dengan batu kericak atau dikenal sebagai balast. Balast berfungsi untuk meredam getaran dan lenturan rel akibat beratnya kereta api. Untuk menyeberangi jembatan, digunakan bantalan kayu yang lebih elastis dibandingkan bantalan beton. Rel yang digunakan di Indonesia menggunakan standar UIC dengan standar:

- a. Rel 25 yang berarti tiap 1 meter potongan rel beratnya adalah 25 kilogram (kg).
- b. Rel 33 yang berarti tiap 1 meter potongan rel beratnya adalah 33 kilogram (kg).
- c. Rel 41 yang berarti tiap 1 meter potongan rel beratnya adalah 41 kilogram (kg).
- d. Rel 42 yang berarti tiap 1 meter potongan rel beratnya adalah 42 kilogram (kg).
- e. Rel 50 yang berarti tiap 1 meter potongan rel beratnya adalah 50 kilogram (kg).
- f. Rel 54 yang berarti tiap 1 meter potongan rel beratnya adalah 54 kilogram (kg).

g. Rel 60 yang berarti tiap 1 meter potongan rel beratnya adalah 60 kilogram (kg).

Ada beberapa lebar rel yang digunakan, semakin lebar semakin stabil sehingga semakin tinggi kecepatan kereta apinya. Lebar *track* yang umum digunakan di antaranya:

- a. Lebar 700 mm digunakan di Aceh, dari Besitang menuju Banda Aceh yang saat ini sudah tidak digunakan lagi.
- b. Lebar 1000 mm disebut juga "meter *gauge*" digunakan di Malaysia.
- c. Lebar 1067 mm atau 3 kaki 6 inci merupakan lebar rel yang digunakan secara umum di Indonesia, disebut juga sebagai *narrow gauge*. *Narrow gauge* cocok untuk daerah yang bergunung-gunung karena *track* yang lebar membutuhkan biaya besar dan pembangunannya lebih sulit.
- d. Lebar 1435 mm atau 4 kaki 8,5 inci merupakan rel yang banyak digunakan di dunia sehingga disebut juga sebagai *Standard Gauge* (Hendriyana, 2013).



Gambar 1. Lebar Rel/*Gauge*

Jalan kereta api dibedakan atas puncak kecepatannya, pada Tabel 1 akan dijelaskan tentang kelas jalan kereta api:

Tabel 1. Kelas Jalan Kereta Api

Kelas Jalan	Kecepatan
I	>60 km/jam
II/1	$45 < V < 60$
II/2	$30 < V < 45$
II/3	$20 < V < 30$

Untuk jalan kereta api Kelas I dan jalan kereta api Kelas II/1 disebut sebagai lintas raya. Untuk jalan kereta api Kelas II/2 dan jalan kereta api Kelas II/3 disebut lintas cabang. Selain dibedakan oleh puncak kecepatannya, jalan kereta api juga dibedakan oleh jumlah *track* pada lintasannya, yaitu:

1. *Single Track*, adalah jalan kereta api yang terdiri dari satu *track* pada lintasannya.
2. *Double Track*, adalah jalan kereta api yang terdiri dari dua *track* pada lintasannya.
3. *Multi Track*, adalah jalan kereta api yang terdiri dari tiga atau lebih *track* pada lintasannya (Wahyudi, 1985).

Dalam pengoperasiannya, kereta api dihadapkan dengan berbagai permasalahan, yaitu belum terpadu dengan alat transportasi lain, kecepatan masih relatif rendah, jumlah armada terbatas dan tingkat kecelakaan tinggi. Keselamatan perkeretaapian dalam pengoperasiannya tidak terlepas dari kondisi sarana dan prasarana serta sumber daya manusia (SDM). Kondisi sarana dan prasarana kereta api sangat memprihatinkan, karena sebagian besar sudah tua dan kurang perawatan. Hal ini akan memengaruhi kenyamanan, ketepatan waktu, dan keselamatan perjalanan kereta api. Dewasa ini sering terjadi kecelakaan, yaitu tabrakan KA dengan KA, tabrakan KA dengan kendaraan pada perlintasan sebidang, kereta api anjlok, banjir dan longsor. Kereta api yang anjlok dapat

dipicu karena keadaan rel yang bergeser akibat pergeseran tanah, salah satunya kecelakaan yang terjadi di Cirebon pada tahun 2010 dan di Tasikmalaya pada tahun 2013. Dari kecelakaan tersebut sering menimbulkan korban jiwa dan kerugian material yang cukup besar (Suliyanti, 2008).

B. Potensiometer

Potensiometer merupakan resistor yang menggunakan tiga terminal dengan sambungan geser yang membentuk pembagi tegangan yang dapat di stel. Biasanya perangkat elektronika ini juga ada yang menggunakan dua terminal, sehingga nantinya salah satu terminal tetap dan terminal geser. Komponen yang satu ini berperan sebagai resistor variabel atau rheostat. Potensiometer biasanya digunakan untuk mengendalikan peranti elektronik seperti pengendali suara pada penguat yang kita bunyikan. Potensio yang biasanya di operasikan ataupun di gunakan oleh suatu alat mekanisme sebagai transduser, misalnya sebagai sensor joystick. Perangkat potensiometer sangat jarang di gunakan untuk mengendalikan daya tinggi (tegangan lebih dari 1 watt) secara langsung. Potensiometer digunakan untuk menyetel taraf isyarat analog, misalnya pengendali suara pada peranti audio dan juga sebagai pengendali masukan untuk sirkuit elektronik.

Prinsip kerja potensiometer dapat diibaratkan sebagai gabungan dua buah resistor yang dihubungkan secara seri R1 dan R2. Di dalam dua buah resistor ini nilai resistansinya dapat di rubah. Nilai resistansi total dari resistor akan selalu tetap dan nilai ini merupakan nilai resistansi dari potensiometer. Jika nilai resistansi R1

kita perbesar, maka otomatis nilai resistansi dari R2 akan berkurang, begitu juga sebaliknya.

Meskipun disamakan dengan resistor, tapi bentuk dari potensiometer sendiri sangat jauh berbeda dengan bentuk resistor pada umumnya. Resistor hanya berbentuk gelang yang dimana masing-masing gelang tersebut memiliki warna yang berbeda, ini digunakan untuk menentukan nilai tahanannya. Sementara untuk menentukan nilai tahanan dari potensio hanya dengan memutar ataupun menggeser pada bagian yang sudah ditetapkan.

Pengendali volum yang menggunakan potensiometer dilengkapi dengan saklar yang sudah terintegrasi, sehingga pada saat potensiometer membuka saklar, penyapu berada pada posisi terendah. Kebanyakan dari komponen ini digunakan untuk rangkaian *power amplifier* pengatur volum, *bass* dan *treble* dan juga dalam Control Motor DC yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan putaran motor.

Nilai dari potensiometer dapat berubah sesuai dengan perputaran ataupun pergeseran yang dihasilkan. Range yang dihasilkan juga bervariasi, misalnya nilai yang tertera pada potensio adalah 50 k , maka range resistansi akan dimulai dari tahanan 0 ohm sampai dengan 50 k . Potensiometer ini dapat dilihat pada Gambar 2.



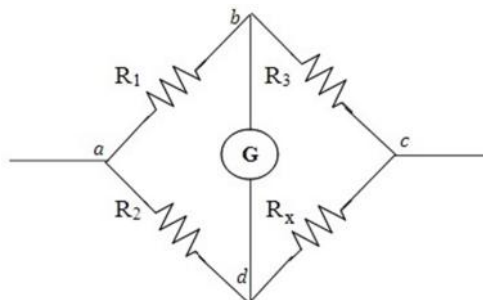
Gambar 2. Potensiometer multiturun

C. Jembatan *Wheatstone*

Jembatan *Wheatstone* dipergunakan untuk memperoleh ketelitian dalam melaksanakan pengukuran terhadap suatu tahanan yang nilainya relative kecil sekali, misalnya saja suatu kebocoran dari kabel tanah/kortsluiting dan sebagainya. Rangkaian ini dibentuk oleh empat buah tahanan (R) yang merupakan segi empat A-B-C-D dalam hal mana rangkaian ini dihubungkan dengan sumber tegangan dan sebuah galvanometer nol (0) seperti pada Gambar 3. Kalau tahanan-tahanan itu diatur sedemikian rupa sehingga galvanometer itu tidak akan mengadakan suatu hubungan antara keempat tahanan tersebut (Suryatmo, 1986). Jembatan *Wheatstone* merupakan suatu susunan rangkaian listrik untuk mengukur suatu tahanan yang tidak diketahui harganya (besarannya). Kegunaan dari Jembatan *Wheatstone* adalah untuk mengukur nilai suatu hambatan dengan cara arus yang mengalir pada galvanometer sama dengan nol (karena potensial ujung-ujungnya sama besar). Sehingga dapat dirumuskan dengan perkalian silang. Cara kerjanya adalah sirkuit listrik dalam empat tahanan dan sumber tegangan yang dihubungkan melalui dua titik diagonal dan pada kedua diagonal yang lain dimana galvanometer dtempalkan seperti yang diperlihatkan pada jembatan *wheatstone*. Jembatan *Wheatstone* adalah alat ukur yang ditemukan oleh Samuel Hunter Christie pada 1833 dan meningkat kemudian dipopulerkan oleh Sir Charles *Wheatstone* pada tahun 1843. Ini digunakan untuk mengukur suatu yang tidak diketahui hambatan listrik dengan menyeimbangkan dua kali dari rangkaian jembatan, satu kaki yang mencakup komponen diketahui kerjanya mirip dengan aslinya potensiometer. Jembatan *Wheatstone* adalah alat yang paling umum digunakan untuk pengukuran tahanan yang teliti dalam daerah 1 sampai 100.000

. Jembatan *Wheatstone* terdiri dari tahanan R_1 , R_2 , R_3 , dimana tahanan tersebut merupakan tahanan yang diketahui nilainya dengan teliti dan dapat diatur. Jika konduktor pengalir arus ditempatkan dalam medan magnet dihasilkan gaya pada konduktor yang cenderung menggerakkan konduktor itu dalam arah tegak lurus medan. Prinsip ini digunakan dalam instrument pendeteksi arus. Instrument pendeteksi arus yang peka disebut galvanometer (Lister, 1993).

Galvanometer merupakan instrument sangat peka dan dapat mengukur arus yang sangat lemah. Galvanometer terdiri atas sebuah komponen kecil berlilitan banyak yang ditempatkan dalam sebuah medan magnet sehingga garis-garis medan akan menimbulkan kopel pada kumparan apabila melalui kumparan ini ada arus (Flink, 1985). Di dalam teori pengukuran listrik yang dimaksudkan dengan pengukuran Galvano yaitu suatu instrument yang dipergunakan untuk memperlihatkan arus yang lemah. Untuk menyatakan dengan jelas kadang-kadang dipisahkan juga untuk instrument-instrumen yang peka (sensitif), yang banyak dipakai di laboratorium dan terutama sistem jembatan yang banyak kita jumpai. Galvanometer adalah alat yang dipergunakan untuk deteksi dan pengukuran arus. Kebanyakan alat itu kerjanya tergantung pada momen yang dilakukan pada kumparan di dalam medan magnet. Kelebihan dari jembatan *Wheatstone* adalah dapat mengukur perubahan hambatan yang sangat kecil pada penghantar.



Gambar 3. Rangkaian Jembatan *Wheatstone*

Cara untuk mengetahui R_x adalah dengan mengubah-ubah nilai R_1 atau R_3 sampai Galvanometer tidak mendeteksi adanya arus listrik yang mengalir padanya, jika sudah demikian, catat nilai R_1 , R_2 , dan R_3 yang menyebabkan Galvanometer tidak mendeteksi arus listrik tadi. Kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk menghitung R_x .

$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1}$$

Galvanometer tidak mendeteksi adanya arus listrik yang mengalir padanya agar perumusan jauh lebih mudah, mari kita lihat perumusannya. Jika tidak ada arus listrik yang mengalir melewati Galvanometer artinya $V_{bd} = 0$, ini mengakibatkan $V_{ab} = V_{ad}$, dan $V_{bc} = V_{dc}$; serta $i_1 = i_3$ dan $i_2 = i_4$; dan karenanya $i_G = 0$.

$$V_{ab} = V_{ad}$$

$$V_{bc} = V_{dc}$$

$$i_1 R_1 = i_2 R_2 \quad \dots\dots\dots(1) \quad i_3 R_3 = i_4 R_x \quad \dots\dots\dots(2)$$

Bagi persamaan (1) dengan persamaan (2), ingat bahwa $i_1 = i_3$ dan $i_2 = i_4$;

$$\frac{i_1 R_1}{i_3 R_3} = \frac{i_2 R_2}{i_4 R_x}$$

$$R_1 R_x = R_2 R_3$$

$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1}$$

D. Mikrokontroler AVR ATmega32

Mikrokontroler adalah otak dari suatu sistem elektronika seperti halnya mikroprosesor sebagai otak komputer. Namun mikrokontroler memiliki nilai

tambah karena didalamnya sudah terdapat memori dan sistem *input/output* dalam suatu kemasan IC (Budiharto, 2004). Pada penelitian ini digunakan mikrokontroler ATmega32 yang merupakan mikrokontroler dengan arsitektur *Reduce Instruction Set Computing* (RISC) dengan lebar data 8 bit. Bentuk fisik mikrokontroler ATmega32 dapat dilihat pada Gambar 4.

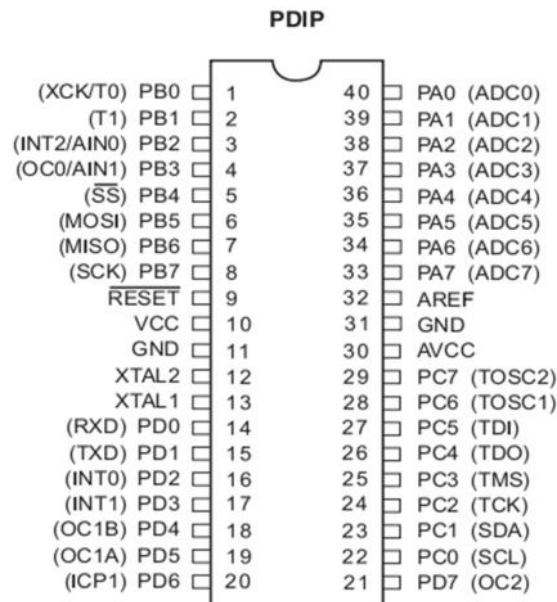


Gambar 4. Mikrokontroler ATmega32 (Soni, 2011)

ATmega 32 memiliki fitur ADC 10 bit yang terhubung dengan 8 saluran analog multiplexer, sehingga memungkinkan untuk membangun sistem elektronika yang kompak. ADC mempunyai pin tegangan catu yang terpisah, yaitu AVCC. Referensi tegangan internal 2,56V atau AVCC disediakan didalam chip. ADC mengkonversi tegangan masukan analog ke nilai digital 10 bit melalui *successive approximation*. Nilai minimum adalah GND dan nilai maksimumnya adalah tegangan pada pin AREF dikurangi 1 LSB. Pada pin ADC terdapat rangkaian *sample and hold*, dimana tegangan *input* ADC ditahan dalam tingkat yang konstan pada saat konversi berlangsung. Kecepatan konversinya sekitar 65-260 μ S (Susilo, 2010).

1. Konfigurasi Mikrokontroler ATmega32

Mikrokontroler memiliki beberapa PORT yang dapat digunakan sebagai *input/output* (IO). Susunan kaki standart 40 pin DIP mikrokontroler ATmega32 seperti Gambar 5.



Gambar 5. Susunan kaki ATmega32 (Sasongko, 2012)

Pin pada mikrokontroler memiliki fungsi masing-masing yaitu:

- a. VCC merupakan pin masukan positif catu daya.
- b. GND sebagai pin GND.
- c. AVCC sebagai pin masukan tegangan untuk ADC.
- d. AREF sebagai pin masukan tegangan referensi.
- e. Reset merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.
- f. PORT A (PA0-PA7) merupakan pin I/O dua arah dan dapat diprogram sebagai pin masukan ADC.
- g. PORT B (PB0-PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin khusus, yaitu *timer/counter*, komparator analog dan SPI (*Serial Peripheral Interface*).

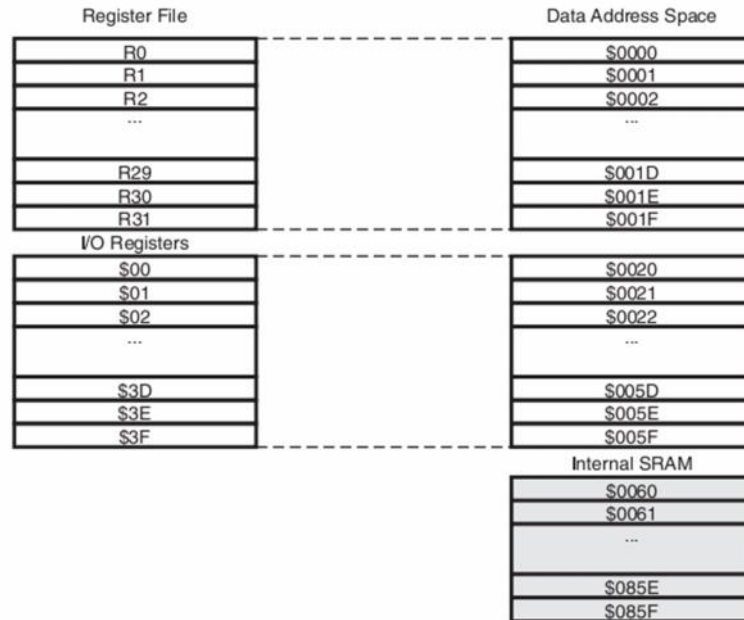
- h. PORT C (PC0-PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin khusus, yaitu komparator analog dan *timer osilator*.
- i. PORT D (PD0-PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin khusus, yaitu komparator analog, interupsi eksternal dan komunikasi serial.
- j. XTAL 1 dan XTAL 2 sebagai pin masukan *clock* eksternal. Sumber detak (*clock*) dibutuhkan oleh mikrokontroler agar dapat mengeksekusi instruksi yang ada di memori. Semakin tinggi nilai kristalnya, semakin cepat kerja mikrokontroler tersebut (Budiharto dan Rizal, 2007).

2. Peta memori ATmega32

Untuk penyimpanan data, mikrokontroler AVR menyediakan dua jenis memori yang berbeda, yaitu *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* (EEPROM) dan *Static Random Acces Memory* (SRAM). EEPROM umumnya digunakan untuk menyimpan data-data program yang bersifat permanen, sedangkan SRAM digunakan untuk menyimpan data variabel. ATmega32 berisi 1024 byte memori data EEPROM atau memori yang dapat ditulis dan dihapus secara elektrik. Memori ini diorganisasikan agar dapat diakses baca dan tulis dalam satu byte.

SRAM adalah *space* kosong yang dapat digunakan sebagai tempat penyimpanan variabel, data, *stack* dan keperluan lainnya. SRAM ini tidak terhubung pada ALU, sehingga untuk operasi yang menggunakan data pada SRAM harus melalui register umum R0-R31. Data pada SRAM dapat diakses secara *direct* (langsung) maupun *indirect* (melalui Pointer Register). Alamat \$085F adalah akhir dari

alamat SRAM internal atau biasa disebut RAMEND. Peta memori ATmega32 seperti tampak pada Gambar 6.



Gambar 6. Peta memori ATmega32

Memori yang ada di dalam mikrokontroler ATmega32 ada beberapa macam, misalnya *General Working Register* (register kegunaan umum) sebanyak 32 byte. Register tersebut dinamai R1 sampai dengan R31 dari alamat \$0000 sampai \$001F. Untuk penyimpanan data temporer, variabel lokal dan alamat memori setelah terjadi interupsi dan *subroutine* biasanya digunakan *Stack Pointer Register*. Alamat *Stack Pointer* harus dimulai di atas \$0060. Register I/O, yaitu register yang berfungsi mengatur modul-modul pada mikrokontroler. Register I/O menempati 64 alamat mulai dari \$0020 sampai dengan \$005F alamat berikutnya, yaitu \$0060 sampai \$085F sebesar 2Kb berfungsi sebagai SRAM internal. Selain itu ATmega32 memiliki *flash* PEROM. Memori ini mempunyai kegunaan menyimpan kode-kode instruksi dan merupakan memori dengan kapasitas terbesar diantara memori yang ada di dalam sebuah chip mikrokontroler. Memori

program yang terletak pada memori jenis ini tersusun dalam 1 word atau 2 byte dengan lebar kode instruksi sebesar 26 byte atau 32 bit. ATmega32 memiliki 32 Kb x 16 bit dengan alamat dari \$000 sampai dengan \$3FFF. Mode pengalamatan memori ini ditangani oleh *Program Counter* (PC) sebesar 12 bit. Untuk keamanan perangkat lunak, memori Flash PEROM dibagi menjadi 2 bagian, bagian *Boot Program* dan bagian *Application Program* (Susilo, 2010).

3. ADC (Analog to Digital Converter)

Analog to Digital Converter (ADC) adalah pengubah atau pengkonversi sinyal dari sinyal analog ke digital. Sebuah piranti yang dirancang untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi sinyal digital. Umumnya, sebuah ADC adalah sebuah piranti elektronik yang mengubah sebuah tegangan menjadi sebuah bilangan digital biner. Mikrokontroler ATmega32 memiliki fasilitas analog yang sudah *building* didalam chip. Fitur internal ADC inilah yang menjadi salah satu kelebihan mikrokontroler ini dibandingkan dengan beberapa jenis mikrokontroler lainnya. ATmega32 memiliki resolusi ADC 10 bit (dapat juga menggunakan ADC 8 bit) dengan 8 *channel input* (PA0-PA7). ADC ini bekerja dengan teknik *succesive approximation*. Rangkaian internal ADC memiliki catu daya tersendiri yaitu pin AVCC (Putra, 2002).

E. Komunikasi Serial RS232

Komunikasi serial ialah pengiriman data secara serial (data dikirim satu persatu secara berurutan), sehingga komunikasi serial jauh lebih lambat daripada

komunikasi paralel. Komunikasi serial lebih rumit dibandingkan dengan komunikasi paralel, hal ini disebabkan oleh proses konversi data paralel menjadi serial atau sebaliknya dengan menggunakan alat/piranti tambahan yang biasa disebut UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*) (Putra, 2002). Akan tetapi komunikasi serial memberikan beberapa kelebihan dibandingkan dengan komunikasi paralel, yaitu sebagai berikut :

1. Dapat digunakan satu saluran komunikasi untuk jarak yang tidak terbatas.
2. Jumlah kabel yang digunakan lebih sedikit.

Berdasarkan arahnya komunikasi serial dibagi menjadi tiga, yaitu sebagai berikut:

1. *Simplex*

Sistem ini melakukan komunikasi satu arah, dari pengirim menuju penerima.

Dengan catatan bahwa penerima tidak bisa mengirim ke pengirim.

2. *Half Duplex*

Merupakan komunikasi dua arah, misalnya antara pengirim dan penerima.

Pada saat pengirim mengirim data, penerima hanya dapat menerima saja, demikian juga sebaliknya.

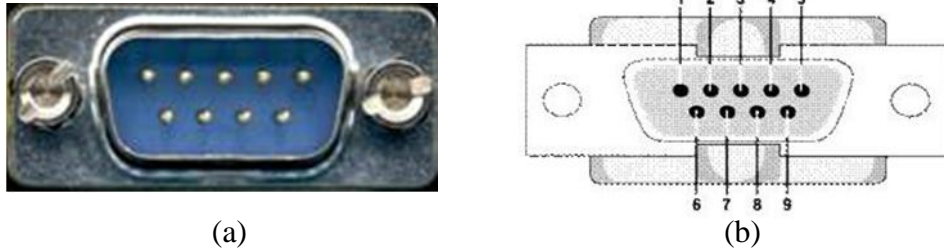
3. *Full Duplex*

Merupakan komunikasi dua arah yang mana antara pengirim dan penerima dapat saling berhubungan. Pada saat yang bersamaan kedua pihak yang berkomunikasi dapat saling mengirim dan menerima data.

Register-register port serial yaitu *transmit* dan *receive* diakses pada SBUF.

Menulis pada SBUF berarti memuat ke register *transmit* dan membaca SBUF berarti mengakses register *receive*. Komunikasi serial membaca logika “1”

dengan kisaran tegangan -3 volt sampai dengan -25 volt dan logika “0” dengan kisaran tegangan +3 volt sampai dengan +25 volt.

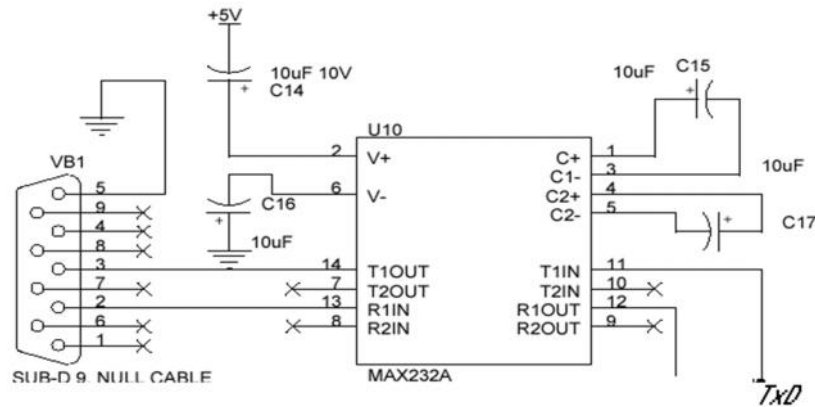


Gambar 7. (a), Port DB9 jantan, (b) Port DB9 betina

Komunikasi serial membutuhkan port sebagai saluran data. Gambar 7 adalah port serial DB9 yang umum digunakan sebagai port serial. Konektor port serial 9 pin (DB9) yang berpasangan (jantan dan betina). Bentuk dari konektor DB9 sama persis dengan port paralel. Umumnya COM1 berada di alamat 3F8H, sedangkan COM2 di alamat 2F8H.

Komunikasi serial adalah pengiriman data secara serial (data dikirim satu persatu secara berurutan). Komunikasi serial RS232 menggunakan *interface* RS232 sebagai standar komunikasi antara komputer dengan perangkat eksternal seperti komputer dengan modem. Pada *interface* serial ini nilai logika ‘1’ diperoleh dari tegangan -3 volt sampai -15 volt dan nilai logika ‘0’ diperoleh dari tegangan +3 volt sampai +15 volt. Pada komunikasi dengan perangkat yang memiliki logika TTL seperti mikrokontroler, diperlukan suatu rangkaian terintegrasi yaitu MAX232. MAX232 berfungsi untuk mengkonversi tegangan serial menjadi tegangan TTL. MAX 232 memiliki dua buah kanal untuk mengirim dan menerima data. Untuk menghubungkannya dibutuhkan konektor jenis DB9

(Putra, 2002). Skema pin pada rangkaian RS232 dapat dilihat seperti tampak pada Gambar 8.



Gambar 8. Skema pin RS232 null modem IC pengubah level sinyal (Sasongko, 2012)

F. Modem *Wavecom* M1306B/Q2406B

Fastrack M1306B adalah sebuah perangkat *Modem wireless plug and play* yang diproduksi oleh *Wavecom* dengan konektivitas GSM (*Global System For Mobile Communication*) atau CDMA (*Code Division Multiple Access*) untuk aplikasi-aplikasi *machine to machine*. *Fastrack* M1306B terbukti memiliki kinerja yang stabil pada jaringan nirkabel *worldwide*. Modem M1306B/Q2406B digunakan untuk menjalankan komunikasi *SMS Gateway*. Fitur yang dimiliki adalah *Dual Band* GSM modem (EGSM900/1800MHz) yang didesain untuk data, fax, SMS dan aplikasi voice. Modem *wavecom* memiliki ukuran kecil sehingga cukup praktis untuk diimplementasikan pada sistem dan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Modem *Wavecom* M1306B/Q2406B

G. Short Message Service (SMS) Gateway

Peningkatan pelayanan pemberian informasi sesuai kebutuhan dengan cepat dan akurat dimanapun pengguna informasi berada merupakan keunggulan yang diberikan oleh sistem informasi SMS ini. Sistem ini memiliki kemampuan menerima dan menyampaikan informasi lewat SMS dan mengelola informasi tersebut dari dan ke dalam bank data (*database*). Sistem ini juga memiliki kemudahan dalam mengatur aturan proses bisnis yang diinginkan seperti: bagaimana mengelola data SMS yang diterima, melakukan pencarian informasi dan menyimpan informasi. Pengaturan tersebut dapat dengan mudah dilakukan oleh administrator lewat alat bantu konfigurasi aplikasi yang telah ada. Sistem ini juga menyediakan beberapa cara penyampaian informasi lewat SMS yang dapat dipilih sesuai kebutuhan. Operator yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan kartu GSM, karena operator ini memiliki jangkauan jaringan yang lebih luas daripada CDMA.

SMS merupakan salah satu fitur yang disediakan dalam komunikasi seluler berupa pesan pendek, yang ditetapkan *standard* ETSI (*European Telecommunication Standards Institute*). Pada dokumentasi GSM 3.40 dan GSM 3.38. Pada saat

mengirim pesan dari pesawat telepon seluler, pesan tersebut tidak akan langsung dikirim ke telepon seluler tujuan, melainkan akan dikirim terlebih dahulu ke SMSC (*Short Message Service Center*). Setelah SMSC menerima pesan SMS dari pengirim, maka SMSC akan langsung mengirimkan pesan SMS tersebut ke telepon seluler yang dituju oleh pengirim, seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Blok Diagram Cara Kerja SMS

Informasi keberhasilan pengiriman pesan dapat diketahui karena adanya peralatan SMSC tersebut. Pesan SMS tersebut dapat terkirim apabila telepon seluler yang dituju dalam keadaan aktif. Telepon seluler tersebut akan memberikan konfirmasi kepada SMSC yang menyatakan bahwa pesan SMS tersebut telah diterima. SMSC kemudian akan mengirimkan status tersebut kepada telepon seluler pengirim. Apabila telepon seluler penerima dalam keadaan tidak aktif, maka pesan SMS tersebut akan disimpan pada SMSC sampai *period validity* terpenuhi. Tabel 2 menunjukkan nomor SMSC dari beberapa operator GSM.

Tabel 2. Daftar SMS Centre

Operator GSM	No. SMSC
Telkomsel	6281100000
Satelindo	62816124
IM3	62855000000
Exelcomindo	62818445009

1. Mengirim SMS

Pada operasi mengirim dan menerima SMS, dapat digunakan dengan dua mode yaitu mode teks dan mode PDU (*Protocol Data Unit*). Mode PDU adalah format pesan dalam *hexa decimal octet* dan *semi decimal*. Kelebihan menggunakan mode PDU adalah dapat melakukan *encoding* sendiri, melakukan kompresi data, menambahkan nada dering dan gambar pada pesan yang akan dikirim.

1. AT Command

Di balik tampilan menu *message* pada sebuah telepon seluler sebenarnya ada AT *Command* yang bertugas mengirim dan menerima data dari/ke SMS *Center*. AT *Command* dari setiap SMS *device* dapat berbeda-beda, walaupun pada dasarnya sama. AT *Command* digunakan untuk berkomunikasi dengan terminal melalui *serial port* pada komputer. AT *Command* dapat menginformasikan besarnya suatu sinyal dari terminal, mengirim pesan, menambahkan *item* pada buku alamat, mematikan terminal dan fungsi-fungsi lainnya. Setiap *vendor* biasanya memberikan suatu referensi tentang daftar AT *Command* yang tersedia.

Perintah - Perintah AT Command antara lain:

- a. AT = mengecek apakah handphone telah terhubung.
- b. AT+CMGF = untuk menetapkan format mode dari terminal.
- c. AT+CSCS = untuk menetapkan jenis encoding.
- d. AT+CNMI = untuk mendeteksi pesan SMS baru masuk secara otomatis.
- e. AT+CMGL = membuka daftar SMS yang ada pada SIM Card.
- f. AT+CMGS = mengirim pesan SMS.

- g. AT+CMGR = membaca pesan SMS.
- h. AT+CMGD = menghapus pesan SMS.
- i. ATE1 = mengatur ECHO.
- j. ATV1 = mengatur input dan output berupa naskah.
- k. AT+CGMI = mengecek merek HP.
- l. AT+CGMM = mengecek seri HP.
- m. AT+CGMR = mengecek versi keluaran HP.
- n. AT+CBC = mengecek baterai.
- o. AT+CSQ = mengecek kualitas sinyal.
- p. AT+CCLK? = mengecek jam (waktu) pada HP.
- q. AT+CALM = mengecek suara/dering HP saat di telepon (ada telepon masuk)
'n' adalah angka yang menunjukkan jenis dering.
- r. 0 = berdering.
- s. 1 dan 2 = silent (diam).
- t. AT^SCID = mengecek ID SIM CARD.
- u. AT+CGSN = mengecek nomor IMEI.
- v. AT+CLIP = menampilkan nomor telepon pemanggil.
- w. AT+CLCC = menampilkan nomor telepon yang sedang memanggil
- x. AT+COPN = menampilkan nama semua operator di dunia.
- y. AT+COPS? = menampilkan nama operator dari SIM yang digunakan.
- z. AT+CPBR = membaca nomor telepon yang disimpan pada buku.

2. Fitur

Beberapa fitur umum penyampaian informasi lewat SMS:

- a. **SMS Interaktif**, yaitu pengguna HP meminta atau memberi informasi dengan mengirim SMS ke nomor modem GSM. Setelah data SMS dari modem GSM diproses oleh mikrokontroler, *server* SMS dan modem GSM akan mengirim SMS jawaban berupa informasi yang tepat ke HP Pengguna.
- b. **SMS Scheduler**, yaitu PC *server* SMS memonitor *database* dan penjadwalan (*schedule*) dan secara periodik mengirim informasi lewat SMS ke HP pengguna yang terdaftar.
- c. **SMS Alert**, yaitu PC *server* SMS memonitor kejadian-kejadian yang telah ditentukan oleh administrator dan mengirim pemberitahuan kejadian lewat SMS ke HP pengguna yang terdaftar.

3. Fasilitas

Fasilitas lain yang diberikan sistem ini adalah:

- a. **SMS Broadcast** dan *Personal*, yaitu mengirim SMS ke seluruh anggota atau group tertentu secara serentak serta mengirim SMS ke nomor-nomor tertentu.
- b. **Buku Alamat**, yaitu mengelola alamat nomor HP dan mengelompokkannya ke dalam group (Anonymous B, 2006).

H. Media Penyimpanan Data

Micro SD digunakan sebagai sarana penyimpan data pada *Personal Digital Assistant* (PDA), kamera digital dan telepon seluler (ponsel). *SD card* memiliki dimensi 32 mm x 24 mm x 2.1 mm (panjang x lebar x tebal). Pengembangan lebih lanjut dari media penyimpanan ini menghasilkan dimensi yang lebih kecil dan

kompak seiring dengan perkembangan zaman yang berupa mini SD dan *micro* SD seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Bentuk fisik *micro* SD

Ada tiga macam cara berkomunikasi dengan *micro* SD, yaitu: *One-bit SD mode*, *four-bit SD mode*, dan *Serial Peripheral Interface (SPI) mode* (Sumiharto, 2012). Cara komunikasi yang paling mudah adalah dengan komunikasi SPI karena protokolnya mudah dipelajari, tersedia dokumentasi, dan berlisensi gratis. Komunikasi SPI inilah yang umum digunakan pada penggunaan mikrokontroler (Sunardi,dkk., 2009).

I. Perangkat Lunak

Perangkat lunak (*software*) adalah suatu program yang berisi instruksi yang dibuat dengan bahasa tertentu atau bahasa pemrograman (Yuliana, 2012). Penelitian ini akan menggunakan perangkat lunak sebuah bahasa pemrograman yaitu Bahasa C. Bahasa pemrograman C merupakan bahasa level atas yang paling banyak dipakai untuk mikrokontroler. Bahasa C memiliki kemampuan lebih dari bahasa pemrograman yang lain. Bahasa C merupakan bahasa yang sifatnya *portable*, yaitu dengan sedikit (tanpa perubahan) satu program yang ditulis dengan bahasa C pada suatu komputer dapat dijalankan pada komputer lain. Keunggulan lain dari

bahasa C adalah kecepatan prosesnya 50 kali lebih cepat dibandingkan dengan bahasa BASIC. Kelebihan Bahasa C yang lain adalah program yang ditulis akan teratur dengan baik (Nugroho, 1994).

Struktur penulisan Bahasa C secara umum terdiri atas empat blok, yaitu *header*, deklarasi konstanta global atau *variable*, fungsi atau prosedur dan program utama (Heryanto dan Adi, 2008). Penulisan program C terbagi dua kategori, yaitu deklarasi dan pernyataan (*statement*). Deklarasi adalah membuat dan memberitahu kepada *compiler* tentang sesuatu yang digunakan nanti dalam penulisan program agar digunakan semestinya dan tidak dianggap *error* atau asing. Pernyataan adalah membuat instruksi program dengan menggunakan *keyword* seperti instruksi aritmatika, logika, operasi bit atau instruksi percabangan dan *looping* atau pembuatan fungsi (Winoto, 2010).