

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Getaran

Menteri Negara Lingkungan Hidup dalam surat keputusannya mencantumkan bahwa getaran adalah gerakan bolak-balik suatu massa melalui keadaan setimbang terhadap suatu titik acuan, sedangkan yang dimaksud dengan getaran mekanik adalah getaran yang ditimbulkan oleh sarana dan peralatan kegiatan manusia (Kep.MENLH No: KEP-49/MENLH/11/1996). Pendapat tersebut ditegaskan dalam buku saku Kesehatan dan Keselamatan Kerja dari Sucofindo (2002) yang menyatakan bahwa getaran ialah gerakan oscillatory/bolak-balik suatu massa melalui keadaan setimbang terhadap suatu titik tertentu. Penyebab getaran dibedakan dalam 2 jenis yaitu:

1. Getaran mekanik, adalah getaran yang ditimbulkan oleh sarana dan peralatan kegiatan manusia.
2. Getaran seismik, adalah getaran tanah yang disebabkan oleh peristiwa alam dan kegiatan manusia.

2.1.1 Baku Tingkat Getaran

Baku tingkat getaran adalah batas maksimal tingkat getaran yang diperbolehkan dari usaha atau kegiatan pada media padat sehingga tidak menimbulkan gangguan terhadap kenyamanan dan kesehatan serta keutuhan bangunan. Begitu juga dengan batas maksimal tingkat getaran bangunan bertingkat seyogyanya tidak akan mengganggu terhadap kenyamanan orang di dalam bangunan dan sekitarnya, getaran yang dirasakan harus dalam taraf tidak mengganggu dan tidak merusak bangunan, sehingga tetap menjamin keamanan dan kenyamanan orang didalam bangunan bertingkat tersebut.

Penetapan baku tingkat getaran ini telah diatur dalam suatu Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP- 49/MENLH/11/1996 sebagai berikut:


Tabel 2.1 Baku Tingkat Getaran Mekanik Berdasarkan Dampak Kerusakan

GETARAN		FREKUENS Hz	BATAS GETARAN, PEAK, mm/s ²			
Parameter	Satuan		Kategori A	Kategori B	Kategori C	Kategori D
Akselerasi Getaran	mm/s ²	1	<0	>0-07	>07-100	>100
		5	<0,2	>0,2-08	>08-100	>100
Tekanan	z	0,2	<0,7	>0,7-21	>21-100	>100
		3	<0,6	>0,6-19	>19-100	>100
		10	<0,2	>0,2-76	>76-100	>100
		12,5	<0,8	>0,8-16	>16-100	>100
		16	<0,4	>0,4-14	>14-100	>100
		20	<0,8	>0,8-10	>10-100	>100
		25	<0,2	>0,2-10	>10-100	>100
		31,5	<0,3	>0,3-9	>9-100	>100
		40	<0,2	>0,2-8	>8-100	>100
		50	<0,1	>0,1-7	>7-100	>100

(Sumber: <http://www.cets-uisi.org/BML/Getaran/kepmen4996/lampiran1.html>)

Keterangan:

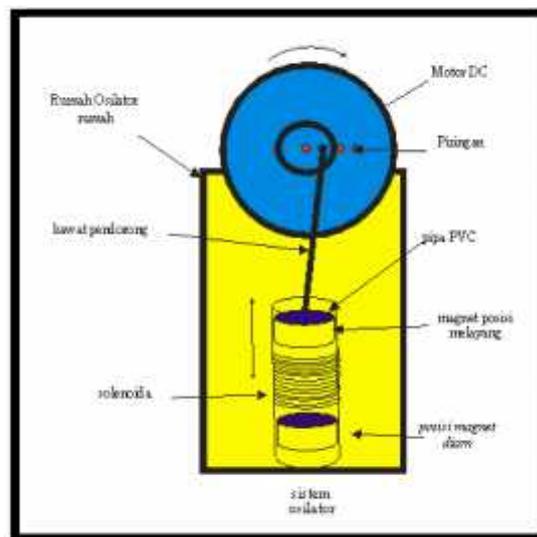
- Kategori A : Tidak menimbulkan kerusakan
- Kategori B : Kemungkinan keretakan plesteran (retak/terlepas) plesteran pada dinding pemikul beban (pada kasus khusus)
- Kategori C : Kemungkinan rusak komponen struktur dinding pemikul beban
- Kategori D : Rusak dinding pemikul beban

2.2 Sensor Getaran

Sensor getaran merupakan salah satu sensor yang dapat mengukur getaran suatu benda yang nantinya dimana data tersebut akan diproses untuk kepentingan percobaan ataupun digunakan untuk mengantisipasi sebuah kemungkinan adanya bahaya. Jenis sensor getaran yang saat ini sering di gunakan adalah *accelerometer*, piezoelektrik dan seismograf. *Accelerometer* merupakan alat yang dapat berfungsi untuk mengukur percepatan dari sebuah benda. Percepatan tersebut di ukur bukan dengan menggunakan koordinat dari percepatan tersebut, melainkan dengan



mengukur percepatan berdasarkan fenomena pergerakan benda yang di hubungkan dengan perubahan massa yang terjadi di dalam alat pengukur tersebut. Seismometer (bahasa Yunani: *seismos*: gempa bumi dan *metero*: mengukur) adalah alat atau sensor getaran, yang biasanya dipergunakan untuk mendeteksi gempa bumi atau getaran pada permukaan tanah. Hasil rekaman dari alat ini disebut seismogram. Piezoelektrisitas adalah kemampuan dari suatu benda (pada umumnya kristal dan keramik) untuk menghasilkan potensial listrik sebagai response terhadap tekanan mekanik yang diberikan. Efek piezoelektrik adalah suatu efek yang reversible, dimana terdapat efek piezoelektrik langsung (*direct piezoelectric effect*) dan efek piezoelektrik balikan (*converse piezoelectric effect*). Efek piezoelektrik langsung adalah produksi potensial listrik akibat adanya tekanan mekanik. Berikut gambar 2.1 merupakan skema sensor getaran.



Gambar 2.1 Contoh skema sensor getaran

(Sumber: <http://komponenelektronika.biz/sensor-getaran.html>)

2.3 *Accelerometer*

Accelerometer adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran (vibrasi), ataupun untuk mengukur percepatan akibat gravitasi bumi (inklinasi). Sensor *accelerometer* mengukur percepatan akibat gerakan benda yang melekat padanya. *Accelerometer* dapat



digunakan untuk mengukur getaran yang terjadi pada kendaraan, jembatan, instalasi pengamanan, dan juga bisa digunakan untuk mengukur getaran yang terjadi pada bangunan bertingkat, getaran mesin dan kecepatan dengan ataupun tanpa pengaruh gravitasi bumi.

Model single-axis dan multi-axis dari sebuah sensor getaran *accelerometer* dapat mendeteksi besar dan arah dari getaran yang akan di ukur, sebagai sebuah kuantitas garis vektor, dan dapat di gunakan untuk merasakan arah getaran, percepatan koordinat, dan getaran.

2.3.1 Prinsip Accelerator

Accelerometer mengukur percepatan yang tepat, yang merupakan percepatan itu pengalaman relatif terhadap terjun bebas dan percepatan yang dirasakan oleh orang-orang dan benda-benda. Dengan kata lain, pada setiap titik dalam ruang-waktu dengan prinsip kesetaraan menjamin keberadaan lokal kerangka inersia , dan accelerometer mengukur percepatan relatif terhadap frame yang. Percepatan tersebut populer diukur dalam hal *g-force*.

Sebuah *accelerometer* pada saat istirahat relatif terhadap permukaan bumi akan menunjukkan sekitar 1 atas g, karena setiap titik di permukaan bumi adalah percepatan ke atas relatif terhadap kerangka inersia lokal (bingkai benda jatuh bebas di dekat permukaan). Untuk mendapatkan percepatan gerak sehubungan dengan Bumi, "gravitasi offset" ini harus dikurangkan dan koreksi untuk efek yang disebabkan oleh rotasi bumi ke frame inersia.

Alasan munculnya offset gravitasi adalah prinsip kesetaraan Einstein , yang menyatakan bahwa efek gravitasi pada objek yang bisa dibedakan dari percepatan. Ketika dipertahankan tetap dalam medan gravitasi, misalnya, menerapkan kekuatan darat reaksi atau dorong ke atas setara, kerangka acuan untuk *accelerometer* (casing sendiri) mempercepat atas sehubungan dengan kerangka acuan jatuh bebas. Dampak dari percepatan ini yang bisa dibedakan dari percepatan lain dialami oleh instrumen, sehingga accelerometer tidak dapat mendeteksi perbedaan antara duduk di sebuah roket di landasan peluncuran, dan berada di roket yang sama di dalam ruang sementara itu menggunakan mesin



untuk mempercepat pada 1 g. Untuk alasan serupa, accelerometer akan membaca nol dalam setiap jenis jatuh bebas. Hal ini termasuk penggunaan dalam pesawat ruang angkasa meluncur di luar angkasa jauh dari massa, sebuah pesawat ruang angkasa yang mengorbit bumi, pesawat dalam busur parabola "nol-g", atau jatuh bebas-dalam kekosongan. Contoh lain adalah bebas jatuh di ketinggian yang cukup tinggi bahwa efek atmosfer dapat diabaikan.

Namun ini tidak termasuk penurunan (non-bebas) di mana hambatan udara menghasilkan tarik kekuatan yang mengurangi percepatan, sampai konstanta kecepatan terminal tercapai. Pada kecepatan terminal accelerometer akan menunjukkan 1 ke atas g percepatan. Percepatan diukur dalam SI satuan meter per detik per detik (m/s^2), dalam cgs satuan gal (Gal), atau yang populer dalam hal g-force (g).

Untuk tujuan praktis untuk menemukan percepatan benda sehubungan dengan bumi, seperti untuk digunakan dalam sistem navigasi inersia, gravitasi pengetahuan lokal diperlukan. Hal ini dapat diperoleh dengan mengkalibrasi perangkat beristirahat, atau dari model yang dikenal gravitasi pada posisi saat ini perkiraan.

2.3.2 Aplikasi Accelerometer

2.3.2.1 Rekayasa

Accelerometer dapat digunakan untuk mengukur percepatan kendaraan. Mereka mengevaluasi kinerja kedua kereta mesin / drive dan sistem pengereman. *Accelerometer* dapat digunakan untuk mengukur getaran pada mobil, mesin, bangunan, sistem kontrol proses dan instalasi keamanan. Dia juga dapat digunakan untuk mengukur aktivitas seismik, kecenderungan, getaran mesin, jarak dan kecepatan yang dinamis dengan atau tanpa pengaruh gravitasi. Aplikasi untuk accelerometers yang mengukur gravitasi, dimana accelerometer secara khusus dikonfigurasi untuk digunakan dalam gravimetri, disebut gravimeters.

Komputer notebook dilengkapi dengan akselerometer dapat berkontribusi untuk *Quake-Catcher Network (QCN)*, sebuah proyek BOINC yang bertujuan untuk penelitian ilmiah dari gempa bumi.



2.3.2.2 Biologi

Accelerometer juga semakin banyak digunakan dalam ilmu biologi. Frekuensi tinggi rekaman bi-aksial atau tri-aksial percepatan (> 10 Hz) memungkinkan diskriminasi pola perilaku sedangkan hewan keluar dari pandangan. Selanjutnya, rekaman percepatan memungkinkan peneliti untuk mengukur tingkat di mana seekor hewan itu mengeluarkan energi di alam liar, baik oleh penentuan ekstremitas-stroke frekuensi atau langkah-langkah seperti percepatan tubuh secara keseluruhan yang dinamis Pendekatan tersebut sebagian besar telah diadopsi oleh para ilmuwan kelautan karena ketidakmampuan untuk mempelajari hewan di alam liar pengamatan visual yang menggunakan, namun peningkatan jumlah ahli biologi terestrial yang mengadopsi pendekatan serupa. Perangkat ini dapat dihubungkan ke amplifier untuk memperkuat sinyal.

2.3.2.3 Industri

Accelerometers juga digunakan untuk pemantauan kesehatan mesin berputar peralatan seperti pompa, penggemar, rol, kompresor, dan menara pendingin. Program pemantauan getaran terbukti menghemat uang, mengurangi downtime, dan meningkatkan keselamatan di pabrik di seluruh dunia dengan mendeteksi kondisi seperti misalignment poros, ketidakseimbangan rotor, kegagalan gigi atau kesalahan bantalan yang dapat menyebabkan perbaikan mahal. *Accelerometer vibration* memungkinkan pengguna untuk memantau mesin dan mendeteksi kesalahan sebelum peralatan berputar gagal. Program pemantauan getaran yang digunakan dalam industri seperti manufaktur otomotif, aplikasi mesin alat, produksi farmasi, pembangkit listrik, pulp dan kertas, makanan dan minuman produksi, air dan air limbah, tenaga air, petrokimia dan manufaktur baja.

2.3.2.4 Bangunan dan struktur pemantauan

Accelerometers digunakan untuk mengukur gerakan dan getaran struktur yang terkena beban dinamis. Beban dinamis berasal dari berbagai sumber termasuk:



-
1. Aktivitas manusia - berjalan, berlari, menari atau melompat-lompat
 2. Bekerja mesin - di dalam sebuah gedung atau di daerah sekitarnya
 3. Pekerjaan konstruksi - tumpukan mengemudi, pembongkaran, pengeboran dan penggalian
 4. Pindah beban pada jembatan
 5. Kendaraan tabrakan
 6. Dampak beban - puing jatuh
 7. Konkusi beban - ledakan internal dan eksternal
 8. Tutup elemen struktur
 9. Angin beban dan hembusan angin
 10. Udara ledakan tekanan
 11. Hilangnya dukungan karena kegagalan tanah
 12. Gempa bumi dan gempa susulan

Mengukur dan merekam bagaimana struktur menanggapi masukan ini sangat penting untuk menilai keamanan dan kelangsungan hidup struktur. Jenis pemantauan ini disebut Pemantauan Dinamis.

2.3.2.5 Aplikasi Medis

Zoll AED Plus menggunakan CPR-D • padz yang berisi accelerometer untuk mengukur kedalaman penekanan dada CPR.

Dalam beberapa tahun terakhir, Nike , Polar, dan perusahaan lainnya telah memproduksi dan memasarkan jam tangan olahraga bagi pelari yang mencakup footpods , berisi accelerometers untuk membantu menentukan kecepatan dan jarak untuk pelari yang mengenakan unit. Di Belgia, accelerometer berbasis counter langkah yang dipromosikan oleh pemerintah untuk mendorong orang untuk berjalan seribu langkah setiap hari.

Herman *Trainer Digital* menggunakan akselerometer untuk mengukur gaya pemogokan di pelatihan fisik.



2.3.2.6 Navigasi

Inertial Navigation System (INS) adalah navigasi bantuan yang menggunakan sensor komputer dan gerak (akselerometer) untuk terus menghitung melalui perhitungan posisi mati, orientasi, dan kecepatan (arah dan kecepatan gerakan) dari objek yang bergerak tanpa perlu eksternal referensi. Istilah lain yang digunakan untuk mengacu pada sistem navigasi inersia atau perangkat erat terkait termasuk sistem bimbingan inersia, platform referensi inersial, dan variasi lainnya.

Accelerometer saja tidak cocok untuk menentukan perubahan ketinggian jarak di mana penurunan vertikal gravitasi adalah signifikan, seperti untuk pesawat dan roket. Di hadapan gradien gravitasi, proses reduksi kalibrasi dan data numerik tidak stabil.

2.3.2.7 Transportasi

Accelerometer digunakan untuk mendeteksi puncak dalam kedua profesional dan di amatir peroketan.

Accelerometer juga digunakan dalam rol *Intelligent Compaction*. *Accelerometer* digunakan bersama giroskop dalam bimbingan inersia sistem.

Salah satu penggunaan yang paling umum untuk MEMS *accelerometers* dalam *airbag* sistem penyebaran untuk mobil modern. Dalam hal ini *accelerometers* digunakan untuk mendeteksi percepatan negatif cepat kendaraan untuk menentukan kapan sebuah tabrakan telah terjadi dan tingkat keparahan tabrakan. Penggunaan lain otomotif umum adalah dalam kontrol stabilitas elektronik sistem, yang menggunakan *accelerometer* untuk mengukur kekuatan lateral yang menikung. Meluasnya penggunaan *accelerometers* dalam industri otomotif telah mendorong biaya mereka turun drastis. aplikasi otomotif lain adalah pemantauan kebisingan, getaran dan kekerasan (NVH), kondisi yang menyebabkan ketidaknyamanan bagi pengemudi dan penumpang dan juga dapat menjadi indikator mekanik kesalahan.

Memiringkan kereta api menggunakan akselerometer dan giroskop untuk menghitung kemiringan yang diperlukan.



2.3.2.8 Vulkanologi

Accelerometer elektronik modern yang digunakan dalam perangkat penginderaan jauh dimaksudkan untuk pemantauan aktif gunung berapi untuk mendeteksi gerakan magma

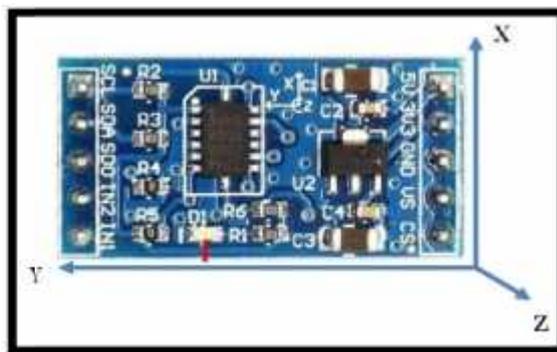
2.3.2.9 Konsumen elektronik

Accelerometer semakin sering dimasukkan ke dalam perangkat elektronik pribadi. (Sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/Akselerometer>)

2.3.3 Jenis-Jenis Sensor *Accelerometer*

2.3.3.1 Sensor *Accelerometer* ADXL345

ADXL345 adalah modul sensor gerak/akselerasi 3 sumbu (*3-axis MEMS acceleration sensor module*) beresolusi 13-bit ($2^{13} = 8194$ tingkatan presisi) yang dapat mendeteksi tarikan pada jangkauan hingga 16g ($16 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \sim \pm 157 \text{ m/s}^2$). Aplikasinya mencakup pendeteksi kemiringan dengan memantau perubahan gaya tarik statis (*static gravity acceleration on tilt sensing application*) dan percepatan dinamis (*dynamic acceleration*) yang timbul akibat gerakan (*motion*) atau tumbukan (*impact shock*) dan getaran (*vibration*). Sensor accelerometer ADXL345 dengan rangkaian pendukung yang terintegrasi dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Sensor *Accelerometer* ADXL345

(Sumber: <http://www.vcc2gnd.com/2014/02/ADXL-345Digital3-AxisAccelerometerSensor.html>)



Modul ini dapat mendeteksi status aktivitas gerakan (*active / inactive*) dengan membandingkan percepatan / akselerasi pada sumbu manapun dengan ambang batas sensitivitas yang dapat disetel lewat kode program. Juga tersedia pendeteksi ketukan (*tap sensing*) yang dapat mendeteksi ketukan tunggal maupun ganda pada berbagai arah. Modul ini juga dapat mendeteksi gerak jatuh bebas (*free-fall sensing*). Fungsi-fungsi tersebut dapat dipetakan secara terpisah pada pada dua pin interupsi keluaran (*interrupt output pins*).

Modul ini memiliki sistem pengelola memori internal statis sepanjang 32-bit bertipe antrian FIFO (*first-in, first-out*) yang dapat digunakan untuk menyimpan variabel / data temporer hasil pengukuran sehingga mengurangi beban mikrokontroler dan secara umum menurunkan konsumsi energi sistem. Modul ini memiliki sirkit pengelolaan daya yang canggih dimana modul ditempatkan pada moda konsumsi daya yang sangat kecil hingga terdeteksi gerakan yang melewati ambang batas (*threshold*) tertentu yang mengaktifkan kembali mode normal. Setelah proses pembacaan sensor selesai secara otomatis modul dikembalikan ke moda siaga untuk menghemat energi.

Spesifikasi dari *accelerometer* ADXL345 yang dipakai adalah:

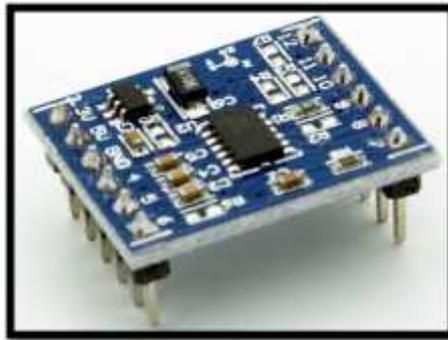
1. *Supply voltage range: 2.0 V to 3.6 V I/O voltage range: 1.7 V to VS*
2. *SPI (3- and 4-wire) and I2C digital interfaces*
3. *Flexible interrupt modes mappable to either interrupt pin Measurement ranges selectable via serial command Bandwidth selectable via serial command*
4. *Wide temperature range (-40°C to +85°C)*
5. *10,000 g shock survival*
6. *Pb free/RoHS compliant*
7. *Small and thin: 3 mm × 5 mm × 1 mm LGA package*



2.3.3.2 Sensor Accelerometer MMA7361

MMA7361 *Accelerometer Module* adalah modul yang berisi sensor percepatan 3 sumbu berbasis kapasitor mikro. Fitur utama dari modul ini adalah dapat dihubungkan dengan mudah ke sebuah mikroprosesor secara analog. Nilai percepatan di setiap sumbu diberikan sebagai sebuah tegangan analog.

Modul ini beroperasi pada tegangan VCC 3.3V atau 5V sehingga dapat dengan mudah dihubungkan ke berbagai jenis mikroprosesor. Semua pin pada MMA7361 tersedia pada pin-pin header. Pada modul ini terdapat regulator tegangan 3.3V dan indikator LED untuk kemudahan. Gambar 2.3 merupakan sensor accelerometer MMA7361.



Gambar 2.3 Sensor Accelerometer MMA7361

Berikut ini adalah daftar pin-pin pada modul tersebut berikut fungsinya masing-masing.

Tabel 2.2 Konfigurasi Pin Sensor Accelerometer MMA7361

Pin	Label	Description
1	X	<i>X axis analog output</i>
2	Y	<i>Y axis analog output</i>
3	Z	<i>Z axis analog output</i>
4	SL	<i>Sleep mode digital input (sleep=low, normal=high)</i>
5	0G	<i>Linear free-fall detection digital output</i>
6	5V	<i>5V power supply input (when using 5V instead of 3.3V)</i>
7	3V3	<i>3.3V power supply input (when using 3.3V instead of 5V)</i>



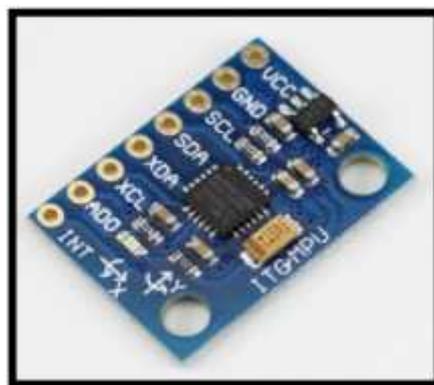
8	GND	Ground
9	GS	Sensitivity digital input (1.5g=low, 6g=high)
10	ST	Self test digital input (normal=low, test=high)

Ada 2 input untuk power supply, hanya 1 yang boleh dihubungkan pada satu waktu, dan input SLEEP mesti dihubungkan ke logic HIGH untuk dapat beroperasi normal. Jika power supply menggunakan 5V maka input HIGH adalah 5V, sedangkan jika power supply menggunakan 3.3V maka input HIGH adalah 3.3V.

2.3.3.3 Sensor Accelerometer GY-521 MPU-6050

GY-521 MPU-6050 Module adalah sebuah modul berinti MPU-6050 yang merupakan 6 axis Motion Processing Unit dengan penambahan regulator tegangan dan beberapa komponen pelengkap lainnya yang membuat modul ini siap dipakai dengan tegangan supply sebesar 3-5VDC. Modul ini memiliki interface I2C yang dapat disambungkan langsung ke MCU yang memiliki fasilitas I2C.

Sensor MPU-6050 berisi sebuah MEMS Accelerometer dan sebuah MEMS Gyro yang saling terintegrasi. Sensor ini sangat akurat dengan fasilitas hardware internal 16 bit ADC untuk setiap kanalnya. Sensor ini akan menangkap nilai kanal axis X, Y dan Z bersamaan dalam satu waktu. Gambar 2.4 merupakan sensor accelerometer GY-521 MPU-6050.



Gambar 2.4 Sensor Accelerometer GY-521 MPU-6050



Berikut adalah spesifikasi dari Modul ini :

- a. Berbasis Chip MPU-6050
- b. Supply tegangan berkisar 3-5V
- c. Gyroscope range + 250 500 1000 2000 ° / s
- d. Acceleration range: $\pm 2 \pm 4 \pm 8 \pm 16$ g
- e. Communication standard I2C
- f. Chip built-in 16 bit AD converter, 16 bits data output
- g. Jarak antar pin header 2.54 mm
- h. Dimensi modul 20.3mm x 15.6mm

2.3.3.4 Sensor *Accelerometer* MMA7260Q

Sensor *accelerometer* MMA7260Q digunakan dengan tiga sumbu pengukuran, yaitu terhadap sumbu x, sumbu y, dan sumbu z. Sensor *accelerometer* ini digunakan untuk mengukur percepatan benda dalam satuan gravitasi (g). Sensor ini dapat mengukur percepatan dari 1,5 g sampai 6 g. Sensor *accelerometer* MMA7260Q dengan rangkaian pendukung yang terintegrasi dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Sensor *Accelerometer* MMA7260Q

(Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/komponen/sensor-tranducer/sensor-accelerometer-mma7260q>)

Sistem kerja sensor *accelerometer*, prinsip kerja sensor *accelerometer*, teori dasar sensor *accelerometer* Pada sensor *accelerometer* MMA7260Q ini memiliki fasilitas g-select yang memungkinkan sensor bekerja pada tingkat sensitivitas yang berbeda-beda. Penguatan internal pada sensor akan berubah sesuai dengan



tingkat sensitivitas yang dipilih, yaitu 1,5 g, 2 g, 4 g, atau 6 g. Pemilihan tingkat sensitivitas ini dilakukan dengan memberikan input logika pada pin *g-select1* dan *g-select2*. Deskripsi pemilihan tingkat sensitivitas pada sensor accelerometer MMA7260Q dapat diamati pada tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Deskripsi Tingkat Sensitivitas *Accelerometer MMA7260Q*

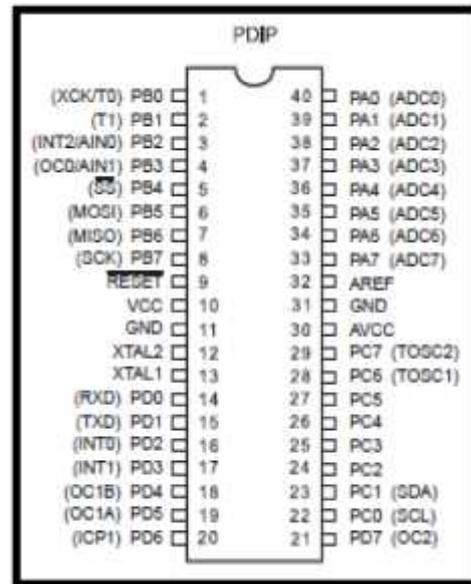
<i>g-select1</i>	<i>g-select2</i>	<i>g-Range</i>	<i>Sensitivity</i>
0	0	1.5 g	800 mV/g
0	1	2 g	600 mV/g
1	0	4 g	300 mV/g
1	1	6 g	200 mV/g

(Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/komponen/sensor-transducer/sensor-accelerometer-mma7260q>)

2.4 Mikrokontroler ATMEGA 8535

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu keeping IC (*integrated circuits*) sehingga sering disebut mikrokomputer cip tunggal. Lebih lanjut, mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik, berbeda dengan *personal computer* (PC) yang memiliki beragam fungsi. Gambar 2.6 merupakan pinout ATMEGA 8535.

(Taufiq Dwi Septian Suyadhi, Buku Pintar Robotika, Penerbit ANDI, Yogyakarta, 2010)



Gambar 2.6 Pinout ATMEGA 8535

(Sumber: ATMEL, *ATmega8535 Datasheet* hlm. 2)

Konfigurasi pin-pin yang terdapat pada ATMEGA 8535 antara lain :

a. VCC

Merupakan tegangan suplai (sumber tegangan) yang dibutuhkan Mikrokontroler ATMEGA 8535.

b. GND

Ground

c. Port A (PA7..PA0)

Port A berfungsi sebagai input analog ke A/D Converter. Port A juga berfungsi sebagai 8-bit *bi-directional* I/O port. Jika port A sebagai A/D *converter* tidak digunakan. Pin-pin pada *port* dapat memberikan resistor *pull-up* internal (dipilih untuk setiap bit).

d. Port B (PB7..PB0)

Port B adalah 8-bit *bi-directional* I/O port dengan resistor *pull-up* internal (dipilih untuk setiap bit). Ketika *port* B digunakan sebagai *input* dan di *pull-down* secara langsung, maka *port* B akan mengeluarkan arus jika *internal pull-up resistor* diaktifkan. Port B juga memiliki fungsi berbagai fitur khusus dari ATMEGA 8535.



e. Port C (PC7..PC0)

Port C adalah 8-bit *bi-directional* I/O port yang dengan resistor *pull-up* internal yang (dipilih untuk setiap bit). Ketika *port C* digunakan sebagai *input* dan di *pull-down* secara langsung, maka *port C* akan mengeluarkan arus jika *internal pull-up resistor* diaktifkan.

f. Port D (PD7..PD0)

Port D adalah 8-bit *bi-directional* I/O port yang dengan resistor *pull-up* internal yang (dipilih untuk setiap bit). Ketika *port D* digunakan sebagai *input* dan di *pull-down* secara langsung, maka *port D* akan mengeluarkan arus jika *internal pull-up resistor* diaktifkan.

Secara keseluruhan Mikrokontroller ATMEGA 8535 memiliki fitur sebagai berikut :

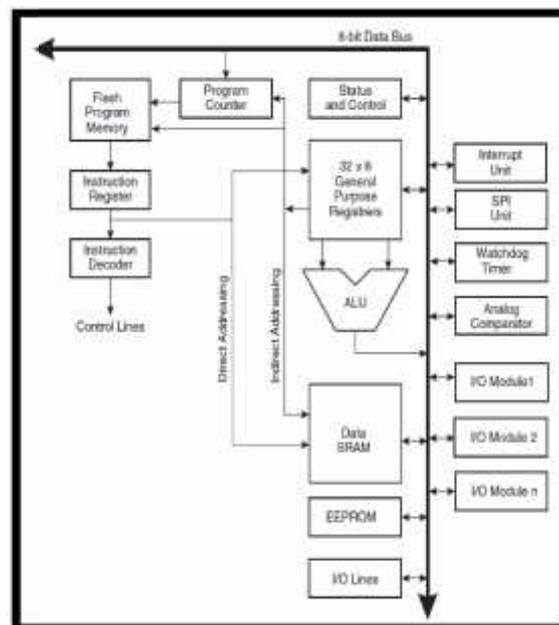
- a. *High-performance, Low-power AVR 8-bit Microcontroller*
- b. *Advanced RISC Architecture*
 1. *130 Powerful Instructions-Most Single Clock Cycle Execution*
 2. *32 x 8 General Purpose Working Registers*
 3. *Fully Static Operation*
 4. *Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz*
 5. *On-chip 2-cycle Multiplier*
- c. *Nonvolatile Program and Data Memories*
 1. *8K Bytes of In-System Self-programmable Flash*
 2. *Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits*
- d. *In-System Programming by On-chip Boot Program True Read-While-Write Operation*
 1. *512 Bytes EEPROM*
- e. *Separate oscillator*
 1. *Four PWM Oscillator*
 2. *8-channel, 10-bit ADC*
 3. *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*
 4. *Programmable Serial USART*
 5. *Master/Slave SPI Serial Interface*



6. Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
7. On-chip Analog Comparator
- f. I/O and Packages
 1. 32 Programmable I/O Lines
 2. 40-Pin PDIP
- g. Operating Voltages
 1. 4.5-5.5 V for ATMEGA 8535
- h. Speed Grades
 1. 0-16 MHz for ATMEGA 8535

2.4.1 Blok Diagram Mikrokontroler ATMEGA 8535

Gambar 2.7 merupakan blok diagram ATMEGA 8535.



Gambar 2.7 Blok Diagram ATMEGA 8535

(Sumber: ATMEL, *ATmega8535 Datasheet* hlm. 8)

Untuk memaksimalkan kinerja dan paralelisme, AVR menggunakan arsitektur Harvard dengan memori-memori dan bus-bus terpisah untuk program dan data. Instruksi dalam program memori dijalankan dengan tingkat pipelining tunggal. Sementara satu instruksi dijalankan, instruksi berikutnya belum diambil dari memori program. Hal ini memungkinkan instruksi yang akan dieksekusi

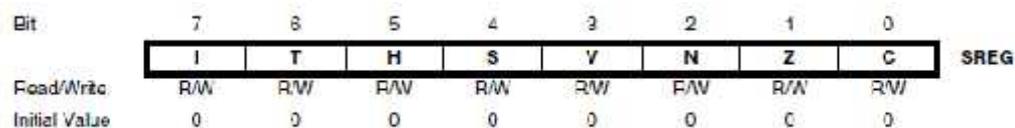


dalam setiap siklus waktu. Memori program ini disebut *In System Reprogrammable Flash memory*.

2.4.2 Register Status

Register status berisi informasi tentang hasil akhir eksekusi instruksi aritmatika. Informasi ini dapat digunakan untuk mengubah aliran program didalam perintah untuk menampilkan kondisi pada tiap-tiap operasi. Perhatikan bahwa register status diperbarui setelah semua ALU beroperasi, sebagaimana ditentukan dalam instruksi referensi.

Register status tidak secara otomatis tersimpan ketika interupsi berjalan dan tidak tersimpan ulang ketika kembali menjalankan intrupsi. Register status dapat disimpan secara otomatis harus dengan menggunakan perangkat lunak (*software*). Gambar 2.8 merupakan gambar register status.



Gambar 2.8 Register Status

(Sumber: ATMEL, *ATmega8535L Datasheet* hlm. 10)

Tabel 2.4 Deskripsi register SREG

Bit	Pin	Fungsinya
0	C	<i>Carry Flag</i> , Bit-C digunakan untuk menunjukkan hasil operasi aritmatika atau operasi logika, apakah ada carry atau tidak. Jika ada carry, bit-C bernilai 1. Jika tidak ada carry, bit-C bernilai 0.
1	Z	<i>Zero Flag</i> , Bit-Z digunakan untuk menunjukkan hasil operasi aritmatika atau operasi logika, apakah bernilai nol atau tidak. Jika hasilnya nol, bit-Z bernilai nol atau tidak. Jika hasilnya nol, bit-Z bernilai 1. Jika hasilnya tidak nol, bit-Z bernilai.



2	N	<p><i>Negative Flag,</i></p> <p>Bit-N digunakan untuk menunjukkan apakah hasil sebuah operasi aritmatika atau operasi logika bernilai negatif atau tidak. Jika hasilnya negative, bit-N bernilai 1. Jika bernilai positif, bit-N bernilai 0.</p>
3	V	<p><i>Two's Complement Overflow Flag,</i></p> <p>Bit-V digunakan untuk mendukung operasi aritmetika komplemen 2.</p>
4	S	<p><i>Sign Bit (S = N V)</i></p> <p>Bit-S selalu berupa Exclusive-OR (XOR) antara bit V (bit <i>Two's Complement Overflow Flag</i>) dan bit N (bit <i>Negative Flag</i>)</p>
5	H	<p><i>Half Carry Flag,</i></p> <p>Bit-H digunakan untuk menunjukkan ada tidaknya setengah <i>carry</i> pada operasi aritmatika BCD. Setengah <i>carry</i> digunakan pada operasi aritmatika BCD, yaitu membagi 1 bit data menjadi 2 (masing-masing 4-bit) dan masing-masing bagian dianggap sebagai 1 digit desimal.</p>
6	T	<p><i>Copy Storage,</i></p> <p>Bit-T digunakan untuk menentukan bit sumber atau bit tujuan pada instruksi bit kopi. Pada instruksi BST (Bit Store), data akan dikopi dari register ke bit-T (bit T sebagai tujuan), sedangkan pada instruksi BLD (Bit Load), bit-T akan dikopi ke register (bit-T sebagai sumber).</p>
7	I	<p>Global Interrupt Enable,</p> <p>Bit-I digunakan untuk mengaktifkan interupsi secara umum (interupsi global). Jika bit-I bernilai 1, interupsi secara umum aktif (dengan instruksi SEI), tetapi jika bernilai 0, tidak ada interupsi yang aktif (dengan instruksi CLI).</p>

(Sumber: Taufiq Dwi Septian Suyadhi, *Buku Pintar Robotika*.hlm.334)

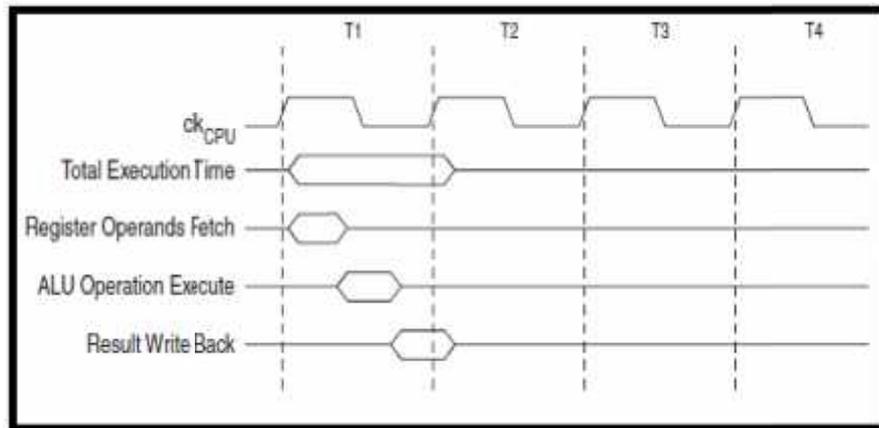


2.4.3 Pewaktuan Eksekusi Instruksi

Bagian ini menjelaskan secara umum akses kontrol *clock* untuk eksekusi instruksi. AVR CPU dikendalikan oleh *clock* CPU (clk_{CPU}), langsung dihasilkan dari *clock* yang dipilih untuk chip. Tidak ada internal clock yang digunakan.

Gambar dibawah ini menunjukkan instruksi paralel dan instruksi eksekusi diaktifkan oleh Harvard arsitektur dan konsep akses cepat register file. Ini merupakan pipelining konsep dasar untuk mendapatkan hingga 1 MIPS per MHz dengan hasil yang baik dan sesuai untuk fungsi biaya, fungsi tiap jam, dan fungsi per unit listrik.

Gambar Dalam clock cycle sebuah operasi ALU menggunakan dua operan register dieksekusi, dan hasilnya disimpan kembali ke register. Gambar 2.9 merupakan operasi *single cycle ALU*.



Gambar 2.9 Operasi Single Cycle ALU

(Sumber: ATMEL, *ATmega8535 Datasheet* hlm. 13)

2.4.4 Sistem Reprogrammable Flash Program Memory

ATMEGA 8535 berisi byte 8K didalam *reprogrammable flash memory* untuk penyimpanan program. Gambar 2.10 merupakan *program memory map*.



Gambar 2.10 Program Memory Map

(Sumber: ATMEL, *ATmega8535 Datasheet* hlm. 13)

Memori *flash* memiliki daya tahan setidaknya 10.000 siklus tulis / menghapus. Alamat memori pemrograman terletak antara 0000h-0FFFh.

2.5 Sistem Telemetry dengan SMS

SMS merupakan layanan yang banyak diaplikasikan pada layanan komunikasi nirkabel. Data yang dikirimkan berbentuk alfanumerik. Yakni kode karakter teks ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) yang dapat dibaca. SMS pertama kali diperkenalkan di benua Eropa pada era tahun 1991 bersamaan dengan teknologi komunikasi tanpa kabel yaitu, *Global System for Mobile Communication* (GSM). Pengiriman SMS pertama kali dilakukan pada bulan Desember 1992 yang dilakukan dari sebuah PC (*Personal Computer*) ke telepon bergerak (*mobile*) dalam jaringan GSM milik Vodafone, Inggris. Dengan segera, perkembangannya merambah benua Amerika yang dipelopori oleh beberapa operator komunikasi antara lain BellSouth Mobility, PrimeCo dan lain-lain. Kini cara mengirimkan SMS bervariasi, ada yang menggunakan AMPS, GSM, dan CDMA (*Code Division Multiple Acces*).

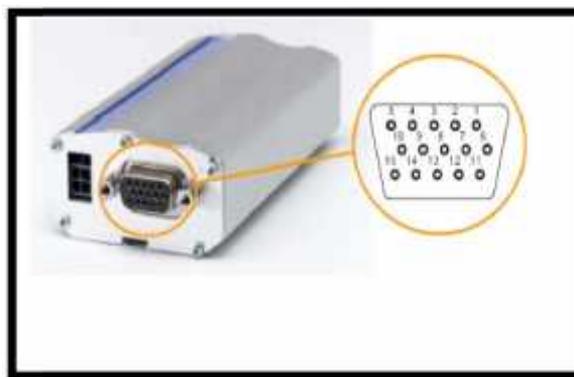


2.5.1 Perintah AT (*AT Command*)

AT diambil dari kata *Attention*, yang berarti perhatian. Yakni serangkaian perintah yang dikirimkan melalui komunikasi data serial yang tersedia, dengan awalan string 'AT' dan diakhiri dengan pengiriman <CR>(*Carriage Return*) dalam tabel ASCII merupakan pasangan kode <0x0D><0x0A> dalam heksa. Hal ini didasarkan pada spesifikasi yang diberikan pada ITU-T versi 2.5. Hasil akhir dari perintah balasan string 'OK' dan 'ERROR'. (Purwatmo Kristiyanto, core.ac.uk/download/pdf/11724629.pdf)

2.6 Modem GSM Wavecom M1306B

Purwatmo Kristiyanto (2008:2), Modem GSM *Wavecom* berfungsi sebagai bagian pengirim data. Modem GSM digunakan, karena dapat diakses menggunakan komunikasi data serial dengan baudrate yang dapat disesuaikan mulai dari 9600 sampai dengan 115200. Selain itu, modem GSM ini menggunakan catu daya DC 12 V dan tidak memerlukan tombol ON untuk mengaktifkannya, sehingga sangat cocok untuk digunakan pada sistem yang berjalan secara terus menerus. Gambar 2.11 merupakan modem GSM *wavecom*. (Jurnal Anung Kamtomi, Perancangan Sistem Pengisian Pulsa Listrik Berbasis Mobile)



Gambar 2.11 Modem GSM Wavecom

(Sumber: <http://www.mobitek-system.com/Wavecom/Fastrack.html>)

Spesifikasi modem GSM *Wavecom* M1306B adalah:

- a. Dual Band GSM/GPRS 900/1800 MHz;
- b. GSM/GPRS (cl. 10) Data, SMS, *Voice* dan Fax;



- c. Open AT: menanamkan program langsung pada modem;
- d. Keluaran daya maksimum: 2W untuk GSM 900/ 1W untuk GSM 1800
- e. Masukan tegangan : 5,5 volt s/d 32 volt;
- f. Antarmuka *SIMCard* 3volt;
- g. Dimensi : 73mm x 54,5mm x 25,5 mm;
- h. Bobot: 80g;
- i. Suhu operasi : - 25° C s/d 70° C

GSM Modem ini, menggunakan *ATCommand* standar, sebagai protokolnya. Yaitu Standad ETSI GSM 07.07.

2.6.1 Kelebihan Modem Wavecom M1306B

Kelebihan Modem Wavecom M1306B dari pada hp/modem lain untuk SMS Gateway sebagai berikut:

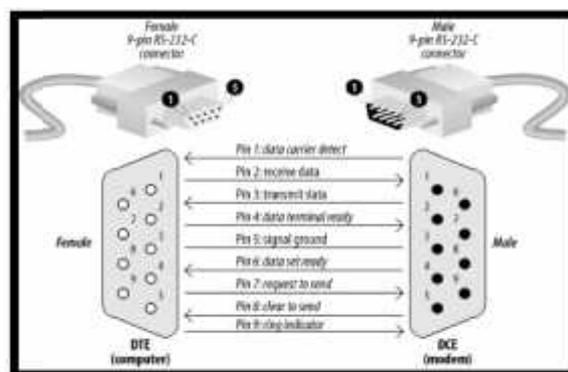
1. Modem Wavecom M1306B. Mendukung AT command dan SMS Gateway dengan Gammu.
2. Modem Wavecom M1306B dapat digunakan untuk mengirim atau menerima long SMS (SMS dengan panjang karakter lebih dari 160 buah).
3. Modem Wavecom M1306B. Melakukan transaksi jauh lebih cepat daripada hp biasa (2x – 5x lebih cepat).
4. Modem Wavecom M1306B. Sanggup menangani volume transaksi yang besar.
5. Modem Wavecom M1306B. Sanggup menangani transaksi bertubi-tubi dalam waktu yang singkat.
6. Modem Wavecom M1306B. Lebih awet dan perawatannya lebih mudah.
7. Modem Wavecom M1306B. Lebih stabil dalam kinerjanya dan lebih tahan panas.
8. Modem Wavecom M1306B. Mampu dijalankan terus menerus (24 jam nonstop).
9. Modem Wavecom M1306B. Mendukung semua sistem operasi Windows (XP, Vista, 7) dan Linux.



2.7 Serial Port RS232

RS232 adalah standard komunikasi serial yang digunakan untuk koneksi periperhal ke periperhal. Biasa juga disebut dengan jalur I/O (input/output). Contoh yang paling sering kita temui adalah koneksi antara komputer dengan modem, atau komputer dengan mouse bahkan bisa juga antara komputer dengan komputer, semua biasanya dihubungkan lewat jalur port serial RS232. Standar ini menggunakan beberapa piranti dalam implementasinya. Paling umum yang dipakai adalah *plug* / konektor DB9 atau DB25. Untuk RS232 dengan konektor DB9, biasanya dipakai untuk mouse, modem, kasir register dan lain sebagainya, sedang yang konektor DB25, biasanya dipakai untuk joystick game. Standar RS232 ditetapkan oleh *Electronic Industry Association and Telecommunication Industry Association* pada tahun 1962. Nama lengkapnya adalah *EIA/TIA-232 Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit-Terminating Equipment Employing Serial Binary Data Interchange*.

Fungsi dari serial port RS232 adalah untuk menghubungkan / koneksi dari perangkat yang satu dengan perangkat yang lain, atau peralatan standart yang menyangkut komunikasi data antara komputer dengan alat-alat pelengkap komputer. Perangkat lainnya itu seperti modem, mouse, cash register dan lain sebagainya. Serial port RS232 pada konektor DB9 memiliki pin 9 buah dan pada konektor DB25 memiliki pin 25 buah. Fungsi dari masing-masing pin pada konektor DB9 ditunjukkan pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Fungsi Dari Masing-Masing Pin RS 232 Konektor DB9

(Sumber: http://docstore.mik.ua/orelly/other/puis3rd/0596003234_puis3-chp-10-sect-1.html)

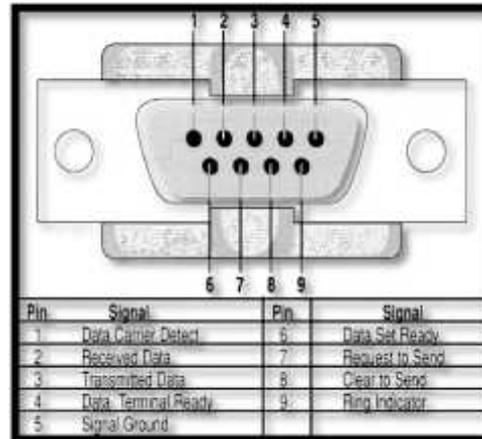


2.7.1 Prinsip Kerja RS232

Ada dua hal pokok yang diatur pada standar RS232, antara lain adalah Bentuk sinyal dan level tegangan yang dipakai. RS232 dibuat pada tahun 1962, jauh sebelum IC TTL populer, oleh karena itu level tegangan yang ditentukan untuk RS232 tidak ada hubungannya dengan level tegangan TTL, bahkan dapat dikatakan jauh berbeda. Jenis sinyal dan konektor yang dipakai, serta susunan sinyal pada kaki- kaki di konektor. Penentuan beberapa parameter yang ditetapkan EIA (*Electronics Industry Association*) antara lain:

- a. Sebuah 'spasi' (logika 0) antara tegangan +3 s/d +25 volt.
- b. Sebuah 'tanda' (logika 1) antara tegangan -3 s/d -25 volt.
- c. Daerah tegangan antara +3 s/d -3 volt tidak didefinisikan.
- d. Tegangan rangkaian terbuka tidak boleh lebih dari 25 volt (dengan acuan ground).
- e. Arus hubung singkat rangkaian tidak boleh lebih dari 500 mA.

Sebuah penggerak (driver) harus mampu menangani arus ini tanpa mengalami kerusakan. Selain mendeskripsikan level tegangan seperti yang dibahas di atas, standard RS232 menentukan pula jenis-jenis sinyal yang dipakai mengatur pertukaran informasi antara DTE dan DCE, semuanya terdapat 24 jenis sinyal tapi yang umum dipakai hanyalah 9 jenis sinyal. Sesuai dengan konektor yang sering dipakai dalam standard RS232, untuk sinyal yang lengkap dipakai konektor DB25, sedangkan konektor DB9 hanya bisa dipakai untuk 9 sinyal yang umum dipakai. Gambar 2.13 merupakan Pin RS 232 konektor DB9.



Gambar 2.13 RS 232

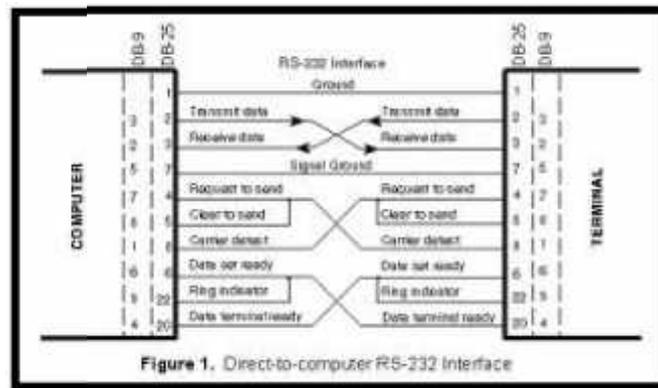
(Sumber: <http://www.academia.edu/8247952>)

Sinyal-sinyal tersebut ada yang menuju ke DCE ada pula yang berasal dari DCE. Bagi sinyal yang menuju ke DCE artinya DTE berfungsi sebagai output dan DCE berfungsi sebagai input, misalnya sinyal TD, pada sisi DTE kaki TD adalah output, dan kaki ini dihubungkan ke kaki TD pada DCE yang berfungsi sebagai input. Kebalikan sinyal TD adalah RD, sinyal ini berasal dari DCE dan dihubungkan ke kaki RD pada DTE yang berfungsi sebagai output.

2.7.2 Konfigurasi Null Modem

Untuk implementasi prinsip kerja pada port serial RS232 kita ambil contoh pada koneksi sebuah modem. Konfigurasi Null Modem digunakan untuk menghubungkan dua DTE dengan diagram pengkabelan yang dapat dilihat pada gambar dibawah. Dalam hal ini hanya dibutuhkan tiga kabel antar DTE, yakni untuk TxD, RxD dan Gnd. Cara kerjanya adalah bagaimana membuat komputer agar berpikir bahwa computer berkomunikasi dengan modem (DCE) bukan dengan komputer lainnya.

Untuk mengetahui nomor-nomor pin ini bisa dilihat pada konektornya langsung. Seperti gambar 2.14 di bawah ini :



Gambar 2.14 Konektor RS 232 ke PC

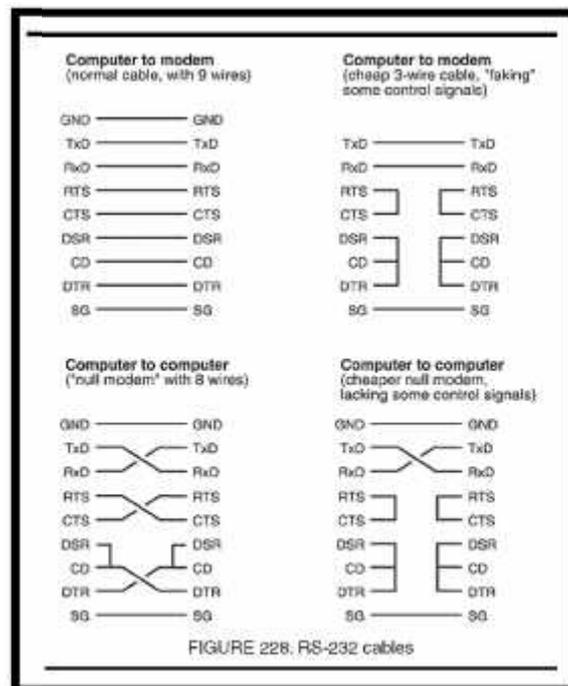
(Sumber: <http://www.academia.edu/8247952>)

Pada gambar diatas terlihat bahwa kaki DTR (*Data Terminal Ready*) dihubungkan ke DSR (*Data Set Ready*) dan juga ke CD (*Carrier Detect*) pada masing masing komputer, sehingga pada saat sinyal DTR diaktifkan maka sinyal DSR dan CD juga ikut aktif (konsep Modem Semu atau *Virtual Modem*). Karena computer dalam hal ini melakukan pengiriman data dengan kecepatan yang sama, maka kontrol aliran (*flow control*) belum dibutuhkan sehingga RTS (*Request To Send*) dan CTS (*Clear to Send*) pada masing masing komputer saling dihubungkan.

2.7.3 Transmisi Data Pada RS232

Komunikasi pada RS-232 dengan PC adalah komunikasi asinkron. Dimana sinyal clocknya tidak dikirim bersamaan dengan data. Masing-masing data disinkronkan menggunakan clock internal pada tiap-tiap sisinya. Format transmisi satu byte pada RS232 Data yang ditransmisikan pada format diatas adalah 8 bit, sebagai pentransmisi sebelum data tersebut ditransmisikan maka akan diawali oleh start bit dengan logik 0 (0 Volt), dan kemudian 8 bit data tersebut bergerak menuju komunikasi dan diakhiri oleh satu stop bit dengan logik 1 (5 Volt). Contoh konfigurasi pin RS 232 pada gambar 2.15.

(repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/26428/3/Chapter%20II.pdf)



Gambar 2.15 Koneksi RS 232

(Sumber: <http://www.academia.edu/8247952>)

2.7.4 Keuntungan Menggunakan Komunikasi Serial

Antar muka komunikasi serial menawarkan beberapa kelebihan dibandingkan dengan komunikasi paralel, diantaranya:

1. Kabel untuk komunikasi serial bisa lebih panjang dibandingkan dengan paralel.
2. Data-data dalam komunikasi serial dikirimkan untuk logika '1' sebagai tegangan -3 s/d -25 volt dan untuk logika '0' sebagai tegangan +3 s/d +25 volt, dengan demikian tegangan dalam komunikasi serial memiliki ayunan tegangan maksimum 50 volt, sedangkan pada komunikasi paralel hanya 5 volt. Hal ini menyebabkan gangguan pada kabel-kabel panjang lebih mudah diatasi dibanding dengan paralel.
3. Jumlah kabel serial lebih sedikit.
4. Dua perangkat komputer yang berjauhan dengan hanya tiga kabel untuk konfigurasi null modem, yakni TxD (saluran kirim), RxD (saluran terima) dan Ground, akan tetapi jika menggunakan komunikasi paralel akan terdapat dua puluh hingga dua puluh lima kabel.

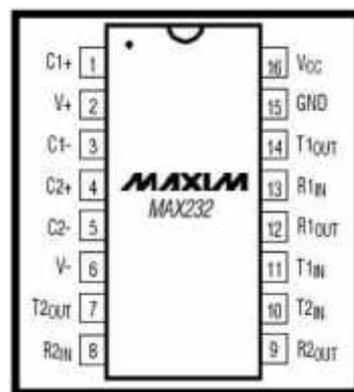


5. Komunikasi serial dapat menggunakan udara bebas sebagai media transmisi.
6. Pada komunikasi serial hanya satu bit yang ditransmisikan pada satu waktu sehingga apabila transmisi menggunakan media udara bebas (free space) maka dibagian penerima tidak akan muncul kesulitan untuk menyusun kembali bit bit yang ditransmisikan.
7. Komunikasi serial dapat diterapkan untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler.
8. Hanya dibutuhkan dua pin utama TxD dan RxD (diluar acuan ground).

2.8 IC MAX232

MAX232 merupakan salah satu jenis IC rangkaian antar muka dual RS-232 transmitter / receiver yang memenuhi semua spesifikasi standar EIA-232-E. IC MAX232 hanya membutuhkan *power supply 5V (single power supply)* sebagai catu. IC MAX232 di sini berfungsi untuk merubah level tegangan pada COM1 menjadi level tegangan TTL / CMOS. IC MAX232 terdiri atas tiga bagian yaitu *dual charge-pump voltage converter, driver RS232, dan receiver RS232*. Gambar 2.16 merupakan konfigurasi pin IC MAX 232.

(repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/26428/3/Chapter%20II.pdf)



Gambar 2.16 Konfigurasi Pin IC MAX232

(Sumber: <http://www.academia.edu/4925510/>)

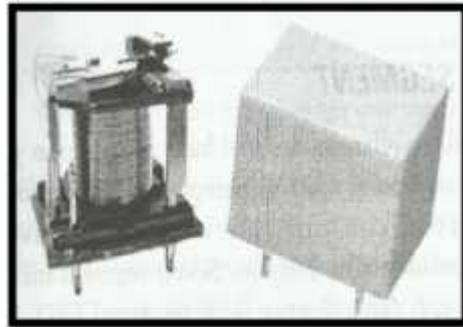
2.9 RELAY

Relay merupakan komponen output yang paling sering digunakan pada beberapa peralatan elektronika dan di berbagai bidang lainnya. Relay berfungsi



untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik yang dikontrol dengan memberikan tegangan dan arus tertentu pada koilnya. Ada 2 macam relay berdasarkan tegangan untuk menggerakkan koilnya, yaitu AC dan DC.

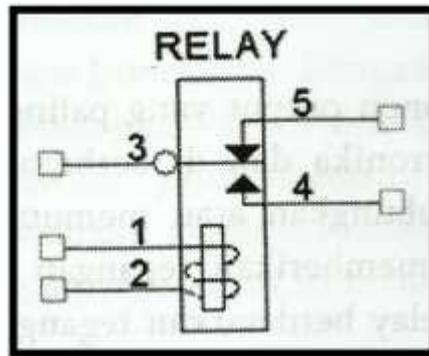
Pada perangkat yang dibuat digunakan relay DC dengan tegangan koil 12VDC, arus yang diperlukan sekitar 20 sampai dengan 30mA. Ada berbagai macam jenis relay berdasarkan pole-nya. Pada perancangan kali ini dipakai *Single Pole Double throw (SPDT)* dan *Double Pole Double Throw (DPDT)* yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutus arus untuk menggerakkan peralatan di luar rangkaian. Gambar 2.17 merupakan bentuk fisik relay.



Gambar 2.17 Bentuk Fisik Relay

(sumber: Afrie Setiawan, 20 Aplikasi Mikrokontroler ATMEGA 8535 Menggunakan BASCOM-AVR, Penerbit ANDI, Yogyakarta, 2011)

Pada dasarnya relay adalah sebuah kumparan yang dialiri arus listrik sehingga kumparan mempunyai sifat sebagai magnet. Magnet sementara tersebut digunakan untuk menggerakkan suatu sistem saklar yang terbuat dari logam sehingga pada saat relay dialiri arus listrik maka kumparan akan terjadi kemagnetan dan menarik logam tersebut, saat arus listrik diputus maka logam akan kembali pada posisi semula. Gambar 2.18 merupakan bentuk *schematic* relay.



Gambar 2. 18 Bentuk Schematic Relay

(sumber: Afrie Setiawan, 20 Aplikasi Mikrokontroler ATMEGA 8535 Menggunakan BASCOM-AVR, Penerbit ANDI, Yogyakarta, 2011)

Pada saat ada arus yang mengalir pada kaki 1 dan 2, maka inti besi lunak akan menjadi magnet. Kemudian inti besi itu akan menarik kontak yang ada kaki 3 yang pada mulanya terhubung ke kaki 5 berubah kedudukan, yaitu terhubung ke kaki 4. Hal tersebut dapat terjadi jika kaki 5 relay bersifat NC (Normally Close) dan kaki 4 bersifat NO (Normally Open). (Afrie Setiawan, 20 Aplikasi Mikrokontroler ATMEGA 8535 Menggunakan BASCOM-AVR, Penerbit ANDI, Yogyakarta, 2011)

2.10 Buzzer

Buzzer merupakan suatu komponen yang dapat menghasilkan suara yang mana apabila diberi tegangan pada input komponen, maka akan bekerja sesuai dengan karakteristik dari alarm yang digunakan. Dalam pembuatan proyek tugas akhir ini, penulis menggunakan “Buzzer” sebagai informasi suara. Hal ini dikarenakan karakteristik dari komponen yang mudah untuk diaplikasikan dan suara yang dihasilkan relative kuat. Buzzer merupakan sebuah komponen elektronik yang dapat mengkonversikan energy listrik menjadi suara yang didalamnya terkandung sebuah osilator internal untuk menghasilkan suara dan pada buzzer osilator yang digunakan biasanya diset pada frekuensi kerja sebesar 400 Hz. Gambar 2.19 merupakan komponen buzzer.



Gambar 2.19 Buzzer

(Sumber: <http://en.wikipedia.org/wiki/Buzzer>)

Dalam penggunaannya dalam rangkaian, buzzer dapat digunakan pada tegangan sebesar antara 6V sampai 12V dan dengan tipikal arus sebesar 25 mA.

2.11 *Liquid Crystal Display (LCD) 16 x 2*

LCD merupakan salah satu perangkat penampil yang sekarang ini mulai banyak digunakan. Penampil LCD mulai dirasakan menggantikan fungsi dari penampil CRT (*Cathode Ray Tube*), yang sudah berpuluh-puluh tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar/text baik monokrom (hitam dan putih), maupun yang berwarna. Teknologi LCD memberikan lebih keuntungan dibandingkan dengan teknologi CRT, karena pada dasarnya, CRT adalah tabung triode yang digunakan sebelum transistor ditemukan. Beberapa keuntungan LCD dibandingkan dengan CRT adalah konsumsi daya yang relatif kecil, lebih ringan, tampilan yang lebih bagus, dan (menurut penulis) ketika berlama-lama di depan monitor, monitor CRT lebih cepat memberikan kejenuhan pada mata dibandingkan dengan LCD. Berikut gambar 2.20 merupakan bentuk fisik dari LCD 16x2.



Gambar 2.20 Bentuk Fisik LCD 16 x 2

(Sumber: <http://www.leselektronika.com/2012/06/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2.html>)



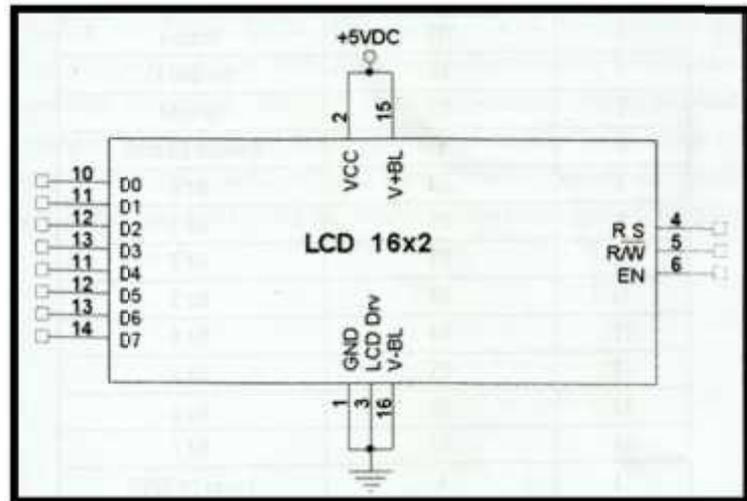
LCD memanfaatkan silikon atau galium dalam bentuk kristal cair sebagai pemendar cahaya. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom. Dengan demikian, setiap pertemuan baris dan kolom adalah sebuah LED terdapat sebuah bidang latar (*backplane*), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan. Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna cerah. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam ketika tegangan diterapkan antara bidang latar dan pola elektroda yang terdapat pada sisi dalam lempeng kaca bagian depan.

Keunggulan LCD adalah hanya menarik arus yang kecil (beberapa mikro ampere), sehingga alat atau sistem menjadi *portable* karena dapat menggunakan catu daya yang kecil. Keunggulan lainnya adalah tampilan yang diperlihatkan dapat dibaca dengan mudah di bawah terang sinar matahari. Di bawah sinar cahaya yang remang-remang atau dalam kondisi gelap, sebuah lampu (berupa LED) harus dipasang di belakang layar tampilan.

LCD yang digunakan adalah jenis LCD yang menampilkan data dengan 2 baris tampilan pada display. Keuntungan dari LCD ini adalah:

1. Dapat menampilkan karakter ASCII, sehingga dapat memudahkan untuk membuat program tampilan.
2. Mudah dihubungkan dengan *port* I/O karena hanya menggunakan 4 *bit* data dan 3 *bit* kontrol.
3. Ukuran modul yang proporsional.
4. Daya yang digunakan relatif sangat kecil.

Gambar 2.21 dibawah merupakan konfigurasi pin dari LCD.



Gambar 2.21 Konfigurasi pin LCD

(sumber: Afrie Setiawan, 20 Aplikasi Mikrokontroler ATMEGA 8535 Menggunakan BASCOM-AVR, Penerbit ANDI, Yogyakarta, 2011)

Operasi dasar pada LCD terdiri dari empat, yaitu instruksi mengakses proses *internal*, instruksi menulis data, instruksi membaca kondisi sibuk, dan instruksi membaca data. ROM pembangkit sebanyak 192 tipe karakter, tiap karakter dengan huruf 5x7 *dot* matrik. Kapasitas pembangkit RAM 8 tipe karakter (membaca program), maksimum pembacaan 80x8 bit tampilan data. Perintah utama LCD adalah *Display Clear*, *Cursor Home*, *Display ON/OFF*, *Cursor ON/OFF*, *Display Character Blink*, *Cursor Shift*, dan *Display Shift*.

Tabel 2.5 Operasi Dasar LCD

RS	R/W	Operasi
0	0	Input Instruksike LCD
0	1	Membaca Status Flag (DB ₇) dan alamat counter (DB ₀ ke DB ₆) DB ₆)
1	0	Menulis Data
1	1	Membaca Data

**Tabel 2.6 Konfigurasi Pin LCD**

Pin No.	Keterangan	Konfigurasi Hubung
1	GND	Ground
2	VCC	Tegangan + 5 VDC
3	VEE	Ground
4	RS	Kendali RS
5	RW	Baca / Tulis data
6	E	<i>Enable</i>
7	D0	Bit 0
8	D1	Bit 1
9	D2	Bit 2
10	D3	Bit 3
11	D4	Bit 4
12	D5	Bit 5
13	D6	Bit 6
14	D7	Bit 7
15	A	Anoda (+ 5VDC)
16	K	Katoda (Ground)

Tabel 2.7 Konfigurasi Pin LCD

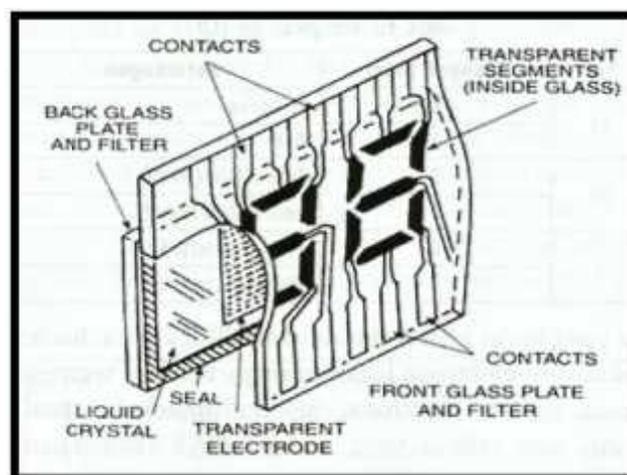
Pin	Bilangan Biner	Keterangan
RS	0	Inisialisasi
	1	Data
RW	0	Tulis LCD/W (Write)
	1	Baca LCD/R (Read)
E	0	Pintu Data Terbuka
	1	Pintu Data Tertutup

(sumber: Afrie Setiawan, 20 Aplikasi Mikrokontroler ATMEGA 8535 Menggunakan BASCOM-AVR, Penerbit ANDI, Yogyakarta, 2011)



Lapisan film yang berisi kristal cair diletakkan di antara dua lempeng kaca yang telah ditanami elektroda logam transparan. Saat tegangan dicatukan pada beberapa pasang elektroda, molekul-molekul kristal cair akan menyusun diri agar cahaya yang mengenainya akan dipantulkan atau diserap. Dari hasil pemantulan atau penyerapan cahaya tersebut akan terbentuk pola huruf, angka, atau gambar sesuai bagian yang diaktifkan.

LCD membutuhkan tegangan dan daya yang kecil sehingga sangat populer untuk aplikasi pada kalkulator, arloji digital, dan instrumen elektronik lain seperti Global Positioning System (GPS), bargraph *display*, dan multimeter digital. LCD umumnya dikemas dalam bentuk Dual In-line Package (DIP) dan mempunyai kemampuan untuk menampilkan beberapa kolom dan baris dalam satu panel. Untuk membentuk pola, baik karakter ataupun gambar, pada kolom dan baris secara bersamaan digunakan metode screening. Metode screening adalah mengaktifkan daerah perpotongan suatu kolom dan suatu baris secara bergantian dan cepat sehingga seolah-olah aktif semua. Penggunaan metode ini dimaksudkan untuk menghemat jalur yang digunakan untuk mengaktifkan panel LCD. Berikut gambar penyusun LCD yang dapat dilihat pada gambar 2.22.



Gambar 2.22 Penyusun LCD

(sumber: Afrie Setiawan, 20 Aplikasi Mikrokontroler ATMEGA 8535 Menggunakan BASCOM-AVR, Penerbit ANDI, Yogyakarta, 2011)



Saat ini telah dikembangkan berbagai jenis LCD, mulai jenis LCD biasa, Passive-Matrix LCD (PMLCD), hingga Thin-Film Transistor Active - Matrix LCD (TFT-AMLCD). Kemampuan LCD juga telah ditingkatkan, dari yang monokrom hingga yang mampu menampilkan ribuan warna. (Afrie Setiawan, 20 Aplikasi Mikrokontroler ATMEGA 8535 Menggunakan BASCOM-AVR, Penerbit ANDI, Yogyakarta, 2011)