

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Penelitian Sebelumnya yang Terkait

Penelitian yang berkaitan dengan viskositas oli dilakukan oleh Maulida dan Erika, (2010). Untuk mengetahui oli yang viskositasnya lebih cepat menurun pada saat suhu yang diberikan semakin tinggi, serta mengetahui oli yang baik menurut penelitian tersebut dengan menggunakan alat *rotary viscometer*. Berdasarkan data dan grafik yang didapat dari hasil penelitian diketahui bahwa oli yang lebih encer ketika dipanaskan hingga suhu 80°C adalah oli B (nilai viskositas awalnya 260 cP ketika dipanaskan menjadi 7 cP) dan oli yang baik adalah oli C karena nilai viskositasnya tetap tinggi pada saat suhu dinaikan (dari 328 cP menjadi 30 cP).

Arisandi dkk, (2012) melakukan penelitian tentang analisa pengaruh bahan dasar pelumas SAE20-W50 jenis pelumas mineral, semi sintetis dan sintetis terhadap viskositas pelumas dan konsumsi bahan bakar. Pengukuran dilakukan pada titik awal 0 km dan kelipatan jarak tempuh 500 km dengan jarak total 2000 km. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pelumas sintetis mempunyai kestabilan viskositas paling baik, dibandingkan dengan pelumas semi sintetis. Sedangkan pelumas mineral paling rendah kestabilan viskositasnya. Konsumsi bahan bakar paling irit pada pemakaian yaitu pelumas sintetis.

Sunarko, (2010) menganalisa getaran yang terjadi pada mesin sepeda motor jenis 125 CC untuk mengetahui dan membandingkan bentuk spektrum frekuensi yang dihasilkan oleh analisa FFT pada program LabVIEW, dengan sensor *accelerometer* tipe *accelboard schematic V 202*. Batasan karakteristik penelitian pada kondisi klep, oli, dan karburator tidak standar, yaitu membandingkan kondisi mesin sepeda motor setelah di perbaiki atau (*service*). Dasar acuan pengukuran pada putaran mesin dengan pembacaan indikasi dari speedometer yaitu 20 km/jam, 40 km/jam dan 60 km/jam. Setelah sepeda motor di *service* diperoleh nilai frekuensi dominan pada 20 km/jam sebesar 40 Hz, 40 km/jam sebesar 54 Hz dan 60 km/jam sebesar 68 Hz. Sedangkan data yang dihasilkan pada 20 km/jam kondisi kaburator tidak standar 35 Hz, klep tidak standar 46 Hz, dan oli tidak standar 46 Hz. Pada 40 km/jam didapat 30 Hz kondisi kaburator tidak standar, 51 Hz kondisi klep tidak standar, 60 Hz kondisi oli tidak standar. Untuk 60 km/jam didapat 61 Hz kondisi kaburator tidak standar, 85 Hz kondisi klep tidak standar, 72 Hz kondisi oli tidak standar. Berdasarkan nilai frekuensi dominan yang didapat kondisi klep, oli, dan kaburator tidak standar akan semakin besar ketika speedometer dinaikan.

## **B. Pelumas (Oli)**

Pelumas adalah zat kimia, yang umumnya cairan, yang diberikan di antara dua benda bergerak untuk mengurangi gaya gesek. Pelumas mempunyai fungsi sebagai berikut.

- a. Memperkecil koefisien gesek, salah satu fungsi minyak pelumas adalah untuk melumasi bagian-bagian mesin yang bergerak untuk mencegah keausan akibat dua benda yang bergesekan. Minyak pelumas membentuk *Oil film* di dalam

dua benda yang bergerak sehingga dapat mencegah gesekan/kontak langsung diantara dua benda yang bergesekan tersebut.

- b. Pendingin (*Cooling*), minyak pelumas mengalir di sekeliling komponen yang bergerak, sehingga panas yang timbul dari gesekan dua benda tersebut akan terbawa/merambat secara konveksi ke minyak pelumas, sehingga minyak pelumas pada kondisi seperti ini berfungsi sebagai pendingin mesin.
- c. Pembersih (*cleaning*), kotoran atau garam yang timbul akibat gesekan, akan terbawa oleh minyak pelumas menuju karter yang selanjutnya akan mengendap di bagian bawah karter dan ditangkap oleh magnet pada dasar karter. Kotoran yang ikut aliran minyak pelumas akan di saring di filter oli agar tidak terbawa dan terdistribusi kebagian-bagian mesin yang dapat mengakibatkan kerusakan/mengganggu kinerja mesin.
- d. Perapat (*sealing*), minyak pelumas yang terbentuk di bagian-bagian yang presisi dari mesin kendaraan berfungsi sebagai perapat, yaitu mencegah terjadinya kebocoran gas, misal antara piston dan dinding silinder.
- e. Sebagai penyerap tegangan, oli mesin menyerap dan menekan tekanan lokal yang bereaksi pada komponen yang dilumasi, serta melindungi agar komponen tersebut tidak menjadi tajam saat terjadinya gesekan-gesekan pada bagian-bagian yang bersinggungan.
- f. Pencegahan korosi, pada saat mesin bekerja pelumas melapisi bagian mesin dengan lapisan pelindung yang mengandung aditif untuk menetralkan bahan korosif (Yubaidah, 2008).

Menurut Arisandi dkk (2012) terdapat berbagai jenis minyak pelumas. Jenis-jenis minyak pelumas dapat dibedakan penggolongannya berdasarkan bahan dasar (*base oil*), bentuk fisik, dan tujuan penggunaan

a. Dilihat dari bentuk fisiknya:

1. *liquid* (pelumas cair);
2. *semi liquid*;
3. *solid* (pelumas padat).

b. Dilihat dari bahan dasarnya:

1. Pelumas mineral;
2. Pelumas semi sintetik;
3. Pelumas sintetik.

Sistem klasifikasi oli standar dari *Society of Automotive Engineers* (SAE) mengelompokkan oli sesuai kekentalannya (berdasarkan angka). Semakin besar angka SAE semakin kental minyak pelumas tersebut. Selain standar-standar oli ini dikeluarkan oleh SAE, ada juga standar yang dikeluarkan oleh *American Petroleum Institute* (API), di mana kode-kode yang dikeluarkan oleh API ini adalah SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SJ, dan SL (Hidayat, 2012).

### **C. Getaran (Vibrasi)**

Setiap gerak yang berulang dalam selang waktu yang sama disebut gerak periodik. Jika suatu partikel dalam gerak periodik bergerak bolak-balik melalui lintasan yang sama, maka gerak tersebut dinamakan getaran (vibrasi) atau gerak osilasi (Halliday dan Resnick, 1987). Ada dua kelompok getaran yang umum, yaitu getaran bebas dan paksa. Getaran bebas terjadi jika sistem berosilasi karena

bekerjanya gaya yang ada dalam sistem itu sendiri (*inherent*), dan tidak ada gaya luar yang bekerja. Getaran paksa terjadi karena rangsangan gaya luar. Jika rangsangan tersebut beresilasi, maka sistem dipaksa untuk bergetar pada frekuensi rangsangan (Thomson, 1986). Getaran biasa terjadi saat mesin atau alat dijalankan dengan motor, hal ini mempunyai pengaruh yang bersifat mekanis atau yang disebabkan oleh getaran udara, misalnya mesin atau alat-alat mekanis lainnya. Oleh sebab itu getaran banyak dipergunakan untuk menganalisis mesin-mesin baik dari gerak rotasi atau translasi (Suhardjono, 2004). Vibrasi atau getaran mempunyai tiga parameter yang dapat dijadikan sebagai tolak ukur yaitu:

a. Amplitudo

Amplitudo adalah ukuran atau besarnya sinyal vibrasi yang dihasilkan. Amplitudo dari sinyal vibrasi mengidentifikasi besarnya gangguan yang terjadi. Makin tinggi amplitudo yang ditunjukkan menandakan makin besar gangguan yang terjadi, besarnya amplitudo bergantung pada tipe mesin yang ada. Pada mesin yang masih bagus dan baru, tingkat vibrasinya biasanya bersifat relatif.

b. Frekuensi

Frekuensi adalah banyaknya periode getaran yang terjadi dalam satu putaran waktu. Besarnya frekuensi yang timbul pada saat terjadinya vibrasi dapat mengidentifikasi jenis-jenis gangguan yang terjadi. Frekuensi biasanya ditunjukkan dalam bentuk *Cycle Per Sekon* (CPS), yang biasanya disebut dengan istilah *Hertz* ( dimana  $\text{Hz} = \text{CPS}$  ).

c. Phase Vibrasi ( *Vibration Phase* )

Phase adalah penggambaran akhir dari pada karakteristik suatu getaran atau vibrasi yang terjadi pada suatu mesin. Phase adalah perpindahan atau perubahan

posisi pada bagian-bagian yang bergetar secara relatif untuk menentukan titik referensi atau titik awal pada bagian yang lain yang bergetar (Aji, 2007).

#### **D. Transformasi Fourier (TF)**

*Transformasi Fourier* digunakan untuk mengubah suatu sinyal  $x(t)$  dalam kawasan waktu ke dalam kawasan frekuensi  $X(f)$  dengan persamaan sebagai berikut:

$$X(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) e^{-j2\pi ft} dt \quad (2.1)$$

Dengan,

$x(t)$  = sinyal dalam domain waktu,

$e^{-j2\pi ft}$  = fungsi kernel,

$X(f)$  = sinyal dalam domain frekuensi,

$t$  = waktu,

$f$  = frekuensi.

Bentuk umum  $X(f)$  setelah integrasi Transformasi Fourier menjadi bentuk kompleks:

$$X(f) = Re(f) + j Im(f) \quad (2.2)$$

Sedangkan magnitudo  $X(f)$  merupakan spektrum amplitudo sinyal yang diperoleh

dengan persamaan:

$$|X(f)| = \sqrt{Re^2(f) + Im^2(f)} \quad (2.3)$$

Fase  $X(f)$  merupakan spektrum fase sinyal yang diperoleh dengan persamaan:

$$\theta = \arctan \left( \frac{Im(f)}{Re(f)} \right) \quad (2.4)$$

(Surtono, 2013).

#### **E. Diskrit Fourier Transform (DFT)**

*Discrete Fourier Transformasi (DFT)* adalah deretan yang terdefinisi pada kawasan frekuensi–diskrit yang merepresentasikan *Transformasi Fourier* terhadap

suatu deretan terhingga (*Finite Duration Sequence*). DFT berperan penting untuk implementasi algoritma suatu varitas pengolahan sinyal, karena efisien untuk komputasi berbagai aplikasi (Prativi dkk, 2012). Karena komputer hanya bisa mengolah data diskrit maka fungsi waktu kontinyu  $x(t)$  diubah menjadi fungsi diskrit  $x(n)$  (TF menjadi DFT), maka persamaan 2.1 fungsi kawasan frekuensi dimana  $t$  (waktu) dirubah ke  $n$  (diskrit) dan  $x(t)$  dirubah ke  $x(n)$ ,

$$X(\omega) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j\omega n} \quad (2.5)$$

Untuk  $x(n)$  yang panjangnya berhingga  $N$  ( $n=0 \dots\dots N-1$ ), maka:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j2\pi f n} \quad (2.6)$$

Jika suatu sinyal panjangnya berhingga  $N$ , maka  $X(k)$  dapat disampling atau dicuplik dalam satu periode saja, dimana,  $\Delta\omega = \frac{2\pi}{N}$ , maka  $\omega = k \Delta\omega = k \frac{2\pi}{N}$

sehingga persamaan 2.6 menjadi

$$|X(\omega)| = X(k) = DFT\{x(n)\} = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j2\pi \frac{kn}{N}} \quad (2.7)$$

atau

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j2\pi \frac{kn}{N}} = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) W_N^{kn} \quad (2.8)$$

Dimana,  $w_N = e^{-j2\pi/N} = \cos \frac{2\pi}{N} - j \sin \frac{2\pi}{N}$ , (Tanudjaja, 2007).

#### **F. Fast Fourier Transform (FFT)**

FFT adalah algoritma transformasi fourier yang dikembangkan dari algoritma *Discrete Transform Fourier* (DFT). Karena komputasi pada DFT memerlukan waktu untuk proses *looping*, dimana operasi perkalian bilangan kompleksnya sebanyak  $N^2$  dan operasi penjumlahannya sebanyak  $N(N-1)$ , selain itu DFT juga memerlukan banyak memori. Dengan menerapkan metode FFT, laju komputasi dari perhitungan transformasi *Fourier* dapat ditingkatkan, perhitungan DFT dapat

dipersingkat, dalam hal ini proses *looping* dapat direduksi dimana menjadi  $N/2 \log_2 N$  dilihat dari metode yang digunakan.

FFT dibagi menjadi dua, yaitu metode *Decimation In Time* (DIT) dan metode *Decimation In Frequency* (DIF), keduanya memiliki fungsi yang sama yaitu untuk mentransformasi sinyal kawasan waktu menjadi kawasan frekuensi. *Decimatoin* adalah proses pembagian sinyal menjadi beberapa bagian yang lebih kecil yang bertujuan untuk memperoleh waktu proses yang lebih cepat. Jika input sinyal pada *time domain* dari  $N$ -points adalah  $x(n)$ , langkah awal yang dilakukan adalah dengan memisahkan menjadi 2 bagian yang sama ( $N/2$  points) berindek ganjil dan genap.

$$X(k) = \sum_{n=1}^{N-2} x(n) W_N^{kn} + \sum_{n=2}^{N-1} x(n) W_N^{kn} \quad (2.9)$$

$\Downarrow$   
 $n$  ganjil

$\Downarrow$   
 $n$  genap

Misalkan  $n$  genap =  $2r$ ,  $n$  ganjil =  $2r + 1$ , maka persamaan 2.9 menjadi:

$$X(k) = \sum_{r=0}^{N/2-1} x(2r) W_N^{2rk} + \sum_{r=0}^{N/2-1} x(2r + 1) W_N^{(2r+1)k} \quad (2.10)$$

Untuk,

$$W_N^{2rk} = (W_N^2)^{rk} = \left( e^{\frac{-j2\pi}{N}} \right)^{2rk} = \left( e^{\frac{-j2\pi}{N/2}} \right)^{rk} = W_{N/2}^{rk} \quad (2.11)$$

Dan

$$(W_N)^{(2r+1)k} = W_N^{2rk} W_N^k \quad (2.12)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan 2.11 dan 2.12 ke 2.10, maka didapat persamaan 2.13.

$$X(k) = \sum_{r=0}^{N/2-1} x(2r) W_{N/2}^{rk} + W_N^k \sum_{r=0}^{N/2-1} x(2r + 1) W_{N/2}^{rk} \quad (2.13)$$

Atau

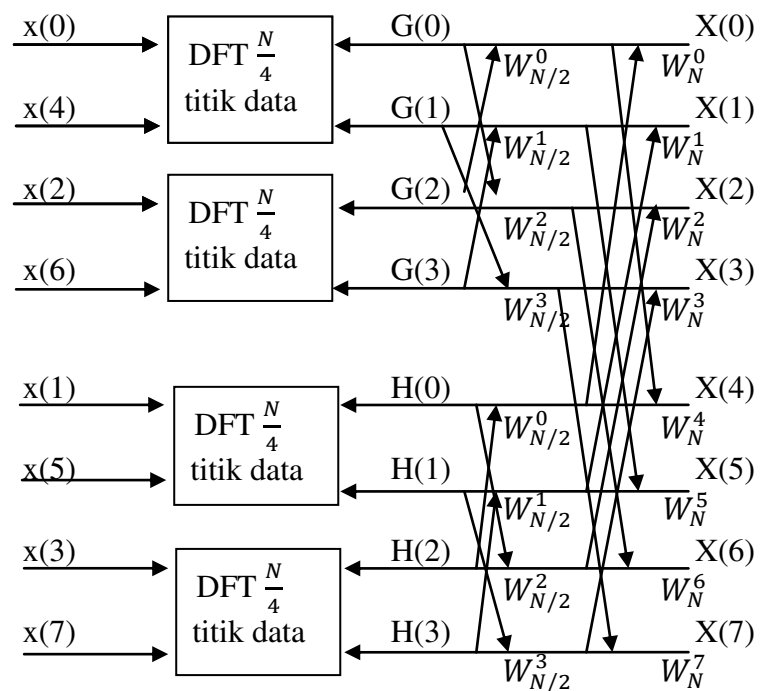


$$X(k) = G(k) + W_N^k H(k) \quad (2.14)$$

$G(k)$  = DFT  $N/2$  titik data dengan indek genap,

$H(k)$  = DFT  $N/2$  titik data dengan indek ganjil.

Dengan  $W_N^{k'} = W_N^{(k+N/2)} = -W_N^k$ , dari persamaan 2.14 dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Fast Fourier Transform (FFT)

(Tanudjaja, 2007).

### G. Sensor Accelerometer

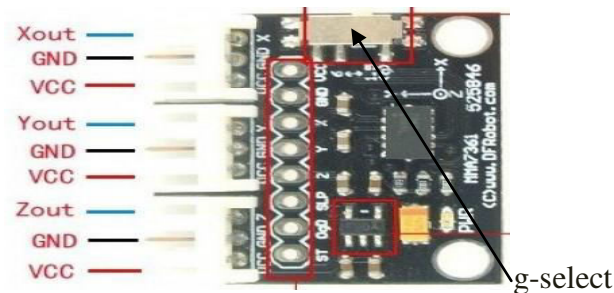
Sensor dan transduser merupakan peralatan atau komponen yang mempunyai peranan penting dalam sebuah sistem pengaturan otomatis. Ketepatan dan kesesuaian dalam memilih sebuah sensor akan sangat menentukan kinerja dari sistem pengaturan secara otomatis. Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi fenomena fisik menjadi sinyal elektronik. Sensor merupakan peralatan atau komponen yang mempunyai peranan penting dalam sebuah sistem

pengaturan otomatis (Kenny, 2005). Sensor tidak dapat berdiri sendiri karena membutuhkan pengkondisi sinyal yang harus kompatibel dengan perangkat keras pengukuran. Pengkondisi sinyal dapat terdiri atas penguat (untuk sensor yang menghasilkan sinyal dengan level yang sangat rendah), filter (untuk membatasi noise pada sinyal), isolasi (untuk melindungi perangkat pengukuran dari masukan yang berbahaya), serta rangkaian lain yang dibutuhkan untuk menyesuaikan sensor terhadap perangkat pengukuran (Taylor, 1997).

Selain itu impedansi masukan pengkondisi sinyal harus dibuat setinggi mungkin agar tidak terjadi jatuh tegangan pada keluaran sensor sehingga tidak mengurangi akurasi pengukuran. Sinyal listrik yang dihasilkan sensor harus dioptimasi untuk rentang masukan yang sesuai dengan perangkat akuisisi data (Komarudin dkk, 2008).

*Accelerometer* MMA7361 adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran, jarak yang dinamis, dan kecepatan dengan atau tanpa pengaruh gravitasi bumi. Tegangan keluaran *accelerometer* (mV/g) menunjukkan percepatan dari benda yang melekat padanya, dengan g adalah gravitasi bumi. *Accelerometer* tipe MMA7361 dapat digunakan untuk mengukur percepatan pada tiga sumbu pengukuran yaitu terhadap sumbu x, sumbu y, dan sumbu z. Dimana mengukur percepatan *dynamic* dan *static*. Pengukuran *dynamic* adalah pengukuran percepatan pada objek bergerak, sedangkan pengukuran *static* adalah pengukuran terhadap gravitasi bumi. Sensor ini memiliki tingkat konsumsi arus yang rendah, yaitu 500  $\mu$ A, respon lebar pita pada sensor *accelerometer* MMA7361 idealnya untuk X, Y ialah 400 Hz dan Z

ialah 300 Hz. Sensor *accelerometer* MMA7361 dapat digunakan untuk mengukur baik percepatan positif maupun percepatan negatif (Wahyudi dkk, 2009).



**Gambar 2.2** Bentuk fisik *accelerometer* MMA7361 (Cahaya, 2013).

*Accelerometer* MMA7361 buatan *Freescale Semiconductor*. Sensor ini memiliki 3 keluaran berupa tegangan analog Xout, Yout, dan Zout yang merepresentasikan sumbu x, sumbu y, dan sumbu z. Perbandingan spesifikasi yang dimiliki oleh modul MMA7361 dengan sensor percepatan sejenis lainnya seperti terlihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1.** Perbandingan sensor percepatan MMA7361 dengan yang lain

Spesifikasi	MMA7260	MMA7361	ADLX335
Tegangan masukan	3.3 V-8 V	3.3 V-8 V	3.3 V-5 V
Sensitivitas dapat dipilih	1.5 g, 2 g, 6 g	1.5 g, 6g	3g
Mode pengukuran	500	500	350
Mode <i>standby</i>	3	3	-
Sensitivitas tinggi	800 mV/g @ 1.5 g	800 mV/g @ 1.5 g 206 mV/g @ 6 g	270 mV/g @ 3 g
<i>low pass filter</i>	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>	<i>No</i>
<i>Komunikasi Interface</i>	Analog	Analog	Analog

(Isnianto dkk, 2013).

Sensor *accelerometer* memiliki *g-select* yang dapat dipilih ialah 1,5 g dengan sensitivitas 800 mV/g dan 6 g (sensitivitas 206 mV/g). penelitian ini menggunakan *g-select* 1,5 g karena untuk mengukur getaran dibutuhkan

sensitivitas besar. Besarnya sensitivitas sensor dapat diketahui dengan melakukan kalibrasi keluaran sensor dalam besaran tegangan listrik pada percepatan  $+1g$ ,  $0g$ , dan  $-1g$  terhadap masing-masing sumbu, sehingga didapat nilai sensitivitas berdasarkan persamaan 2.16.

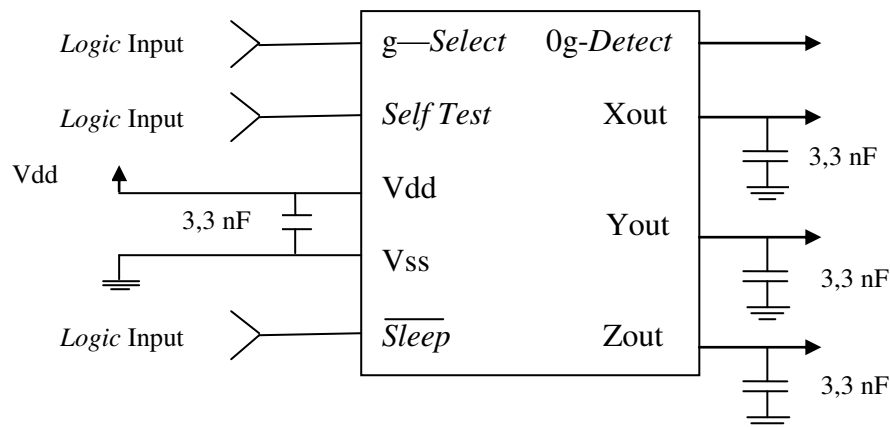
$$S_{\pm 1g} = \frac{V_{out(+1g)} - V_{out(-1g)}}{+1g - (-1g)} \quad (2.15)$$

Atau

$$S_{\pm 1g} = \frac{V_{out(+1g)} - V_{out(-1g)}}{2g} \quad (2.16)$$

$S_{\pm 1g}$  adalah nilai sensitivitas sensor setiap sumbu,  $V_{+1g}$  adalah nilai tegangan keluaran setiap sumbu ketika dikenakan percepatan  $+1g$ ,  $V_{-1g}$  adalah nilai tegangan keluaran setiap sumbu ketika dikenakan percepatan  $-1g$ , dan 2 adalah faktor pembagi percepatan  $\pm 1g$  (Iswardy, 2008).

Sensor *accelerometer* beroperasi pada tegangan 3,3–8 volt dengan tegangan tipikal sebesar 3,3 volt, pemasangan kapasitor sebesar  $0.1 \mu F$  pada catu daya sensor bertujuan untuk meredam *noise* yang diakibatkan oleh rangkaian lainnya, sedangkan pemasangan kapasitor 3.3 nF pada pin keluaran sensor bertujuan untuk meminimalkan *clock noise* (agar keluarannya lebih stabil). Selain itu didalam sensor memiliki pengkondisi sinyal internal berupa filter *low pass filter* (LPF) orde 1. Gambar 2.3 menunjukkan skema sensor *accelerometer* MMA7361.



**Gambar 2.3.** Skema sensor *accelerometer* MMA7361.

Pada intinya prinsip kerja *accelerometer* MMA7361 yaitu konversi kapasitasi ( $C$ ) ke tegangan, dimana sensor ini terdiri dari dua permukaan sel mesin mikro yang bersifat kapasitif atau *g-cell*. *G-cell* adalah sebuah struktur mekanikal yang dibuat dari material semikonduktor (*polysilicon*) menggunakan proses *masking* dan *etching*. *G-cell* dapat dimodelkan sebagai sepasang sinar yang terpancarkan pada suatu benda yang bergerak diantara dua sumber sinar tetap, karena sinar terpancarkan pada benda yang bergerak tadi, maka jarak antara benda dengan sumber sinar tetap pada satu sisi akan bertambah sejumlah berkurangnya jarak pada sisi yang lain. Hal ini menyebabkan berubahnya nilai masing-masing kapasitor yang dirumuskan sebagai berikut.

$$C = \varepsilon \left( \frac{A}{D} \right) \quad (2.17)$$

Dengan:  $A$  = Luas bidang yang dipancarkan sinar,

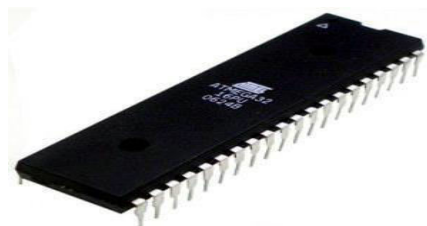
$\varepsilon$  = Konstanta dielektrik,

$D$  = Jarak antara sinar tetap dengan benda yang bergerak.

Oleh sebab itu sensor *accelerometer* dapat mendeteksi atau mengukur getaran (Iswardy, 2008).

## H. Mikrokontroler ATmega32

Mikrokontroler adalah suatu chip yang dapat digunakan sebagai pengontrol utama sistem elektronika, di dalam chip tersebut sudah ada unit pemrosesan memori *Read Only Memory* (ROM), *Random Access Memory* (RAM), *Input-Output*, dan fasilitas pendukung lainnya (Budiharto, 2004) sehingga sangat memungkinkan untuk membentuk suatu sistem yang hanya terdiri dari *single chip* (keping tunggal) (Wardana, 2006). Pada penelitian ini digunakan mikrokontroler ATmega32 yang merupakan mikrokontroler dengan arsitektur *Reduced Instruction Set Computing* (RISC) dengan lebar bus data 8 bit. Bentuk fisik mikrokontroler ATmega32 dapat dilihat pada Gambar 2.4.



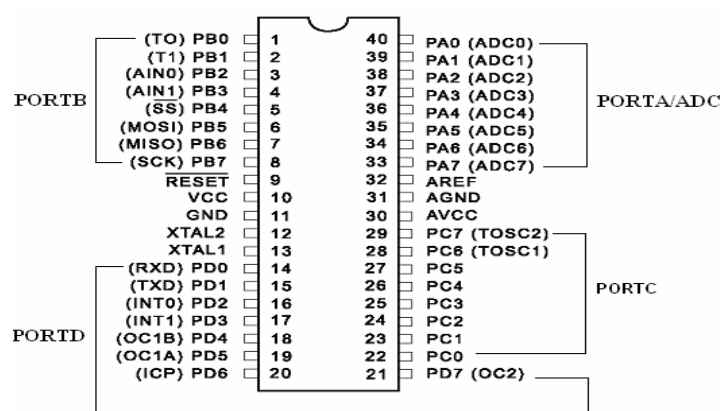
**Gambar 2.4** Mikrokontroler ATmega32 (Anonim, 2013).

Frekuensi kerja mikrokontroler ini pada dasarnya sama dengan frekuensi osilator sehingga hal tersebut menyebabkan kecepatan kerja untuk frekuensi osilator yang sama akan dua belas kali lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler keluarga AT89S51/52. 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 2,56 volt atau AVCC disediakan di dalam chip. ADC mengkonversi tegangan masukan analog ke nilai digital 10 bit dengan metode *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 waktu yang konstan pada saat konversi berlangsung. Kecepatan konversinya sekitar 65-260  $\mu$ s (Susilo, 2010).

### 1. Konfigurasi pin mikrokontroler ATmega32

Mikrokontroler memiliki beberapa port yang dapat digunakan sebagai *input/output* (I/O). Susunan kaki standar 40 pin DIP mikrokontroler AVR ATmega32 seperti Gambar 2.5.



**Gambar 2.5** Datasheet Susunan kaki ATmega32.

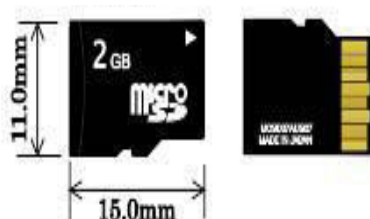
Pin pada mikrokontroler memiliki fungsi masing-masing yaitu sebagai berikut.

- VCC merupakan pin masukan positif catu daya.
- GND sebagai pin Ground.
- AVCC sebagai pin masukan tegangan untuk ADC.
- AREF sebagai pin masukan tegangan referensi.
- Reset merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.
- Port A (PA0-PA7) merupakan pin I/O dua arah dan dapat diprogram sebagai pin masukan ADC.
- Port B (PB0-PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu Timer/Counter, komparator analog dan SPI.

- h. Port C (PC0-PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog, dan *Timer Osilator*.
- i. Port D (PD0-PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi 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, maka semakin cepat kerja mikrokontroler tersebut (Budiharto dan Rizal, 2007).

### I. Media Penyimpanan Data

*Micro SD* seringkali digunakan sebagai sarana penyimpan data pada *Personal Digital Assistant* (PDA), kamera digital, dan telepon seluler (ponsel).



**Gambar 2.6** Bentuk fisik *Micro SD* (Sunardi dkk, 2009).

Ada tiga macam cara berkomunikasi dengan *Micro SD*, yaitu: 1. *One-bit SD mode*; 2. *Four-bit SD mode*; 3. *Serial Peripheral Interface (SPI) mode*. Cara komunikasi yang terakhir merupakan cara termudah karena protokolnya mudah dipelajari, tersedia dokumentasi, dan berlisensi gratis, sehingga komunikasi yang umum digunakan menggunakan mikrokontroler adalah SPI (Sunardi dkk, 2009).

Format data pada *Micro SD* umumnya menggunakan format *File Allocation Table* (FAT). Dengan adanya *FAT file systems* memungkinkan data disimpan dalam file yang dapat langsung dikenali oleh sistem operasi dengan format ekstensi *text*

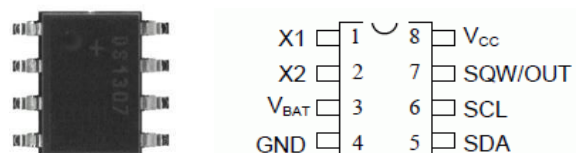


*document* (\*.txt), sehingga data hasil rekaman dapat langsung dibaca dan dipindahkan ke dalam komputer (Sumiharto, 2010). FAT12 digunakan untuk kapasitas 16 MB ke bawah, FAT16 digunakan untuk kapasitas 32 MB hingga 2 GB, dan FAT32 umumnya digunakan untuk kapasitas di atas 2 GB (Haryono dan Surmayono, 2006).

#### J. *Real Time Clock (RTC) DS1307*

Agar pencatatan pada *micro* SD teridentifikasi dengan baik, pada setiap pencatatan diperlukan waktu lokal pencatatan. Waktu lokal pencatatan dibangun menggunakan IC DS1307 (Sumiharto, 2010). DS1307 merupakan RTC buatan *Dallas-Maxim Semiconductor*. Tanggal yang dicatat atau direkam oleh DS1307 menyediakan informasi detik, menit, jam, tanggal, bulan dan tahun (Pracoyo, 2008). Akhir dari tanggal otomatis diatur untuk bulan dengan kurang dari pada 31 hari, termasuk koreksi tahun kabisat. *Clock* dapat mengoperasikan dalam format 24 jam atau 12 jam dengan indikator AM/PM (Jarin, 2008).

DS1307 tidak memiliki keterbatasan dalam penulisan ulang, tetapi DS1307 membutuhkan baterai untuk menyimpan data dan mengaktifkan jam. Apabila baterai tidak dipasang, maka semua data yang ada pada DS1307 akan hilang (Khoswanto dkk, 2004). Secara fisik DS1307 seperti pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.7** Bentuk fisik DS1307 beserta keterangan kaki-kakinya (Susilo, 2010).

DS1307 membutuhkan catu daya 5 volt yang dihubungkan pada kaki Vcc dan GND. Rangkaian utamanya hanya membutuhkan kristal eksternal 32,768 KHz yang dihubungkan pada kaki X1 dan X2 dan sebuah baterai 3 V untuk menyimpan data di *Non-Volatile Random Access Memory* (NVRAM) pada Vbat dan GND. Jalur data I2C memiliki *tipe open drain*, artinya perangkat hanya bisa menarik jalur data menjadi *low*. Oleh karena itu, diperlukan resistor *pull-up* pada SDA dan SCL untuk menarik jalur data menjadi *high* ketika tidak ada perangkat yang berkomunikasi. Resistor *pull-up* adalah resistor yang dihubungkan antara jalur data dan VCC, supaya secara default mendapat logika satu/*high*, ketika mendapat trigger maka akan berubah menjadi logika nol/*low*. Kaki SQW/OUT sendiri bisa diatur untuk menghasilkan gelombang kotak. Apabila fitur tersebut tidak digunakan, maka tidak perlu dipasang resistor (Withamana, 2009).

## **K. Pemrograman Delphi**

*Delphi* adalah sebuah perangkat lunak (bahasa pemrograman) untuk membuat program atau aplikasi komputer berbasis windows yang memiliki bahasa mirip dengan *pascal* (Pauzi, 2012). Bagian-bagian dari *Integrated Development Environment* (IDE) yang akan digunakan, antara lain:

### *1. Menu Bar*

Berfungsi untuk memilih tugas-tugas tertentu, seperti memulai, membuka, dan menyimpan *project*, mengompilasi *project* menjadi *file executable* (EXE), dan lain-lain.

### *2. Tool Bar/Speed Bar*

Memiliki fungsi yang sama seperti menu bar, tetapi berfungsi seperti jalan pintas karena lebih praktis dalam penggunaannya.

### 3. *Component Palette*

*Component Palette* berisi kumpulan ikon yang melambangkan komponen-komponen yang terdapat pada *Visual Component Library* (VCL) dan dapat digunakan oleh pemrogram. Komponen di dalam Delphi dibedakan menjadi dua macam, yaitu komponen visual dan komponen non visual.

### 4. *Form Designer*

*Form Designer* merupakan suatu objek yang dapat dipakai sebagai tempat untuk merancang program aplikasi atau area dimana pemrogram meletakkan komponen-komponen input dan output.

### 5. *Object Inspector*

*Object Inspector* adalah peralatan yang digunakan untuk mengatur properti dari komponen yang ada di *form* termasuk properti *form*. *Object Inspector* memberi dua macam peralatan, yaitu *properties* dan *events*.

### 6. *Object Tree View*

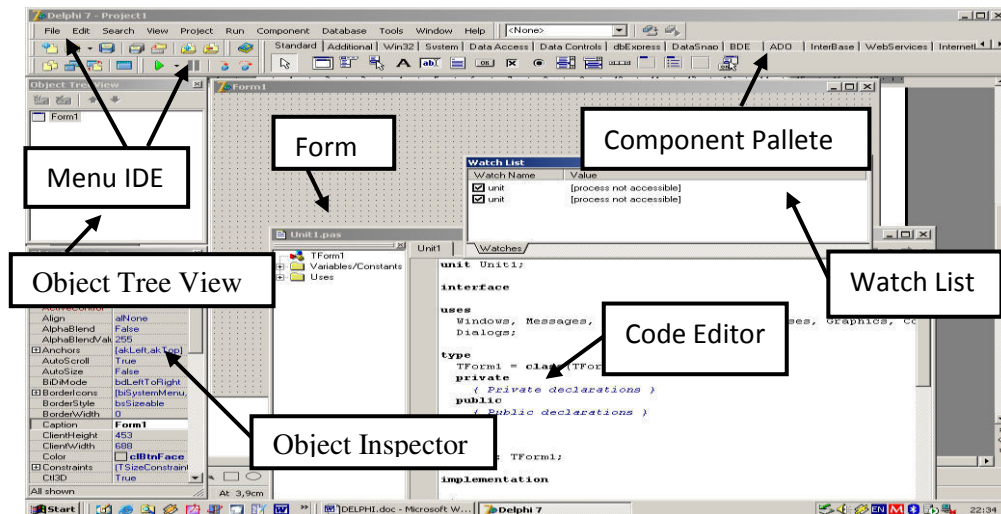
*Object Tree View* menampilkan diagram pohon dari komponen-komponen yang bersifat visual maupun nonvisual yang telah terdapat dalam *form*, data *module*, atau *frame*.

### 7. *Code Editor*

*Code Editor* merupakan tempat menuliskan kode program atau pernyataan-pernyataan dalam *Object Pascal*.

### 8. *Watch List*

*Watch List* merupakan peralatan yang digunakan untuk memeriksa isi satu variabel atau properti tertentu saat program sedang dieksekusi. *Watch List* biasanya digunakan bersamaan dengan *Break Points* dan *Step-by-Step execution*.



**Gambar 2.8** Tampilan lembar kerja *Delphi* (Nugroho, 2004).

#### L. *Universal Serial Bus (USB)*

*Universal Serial Bus (USB)* merupakan salah satu jalur data yang digunakan di dalam komputer dengan bentuk yang kecil dan memiliki kecepatan yang sangat tinggi. Selain itu, ketika kita mengkoneksikan ke komputer tidak perlu melakukan *reboot* (restart) (Budiharto, 2007).

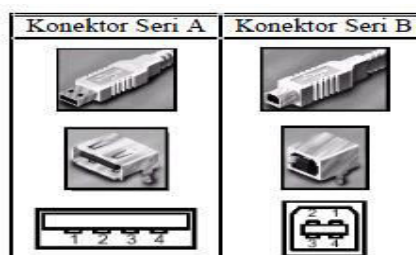
USB memiliki kelebihan-kelebihan sebagai berikut:

1. *Hot-plugable*, yang berarti piranti masukan atau keluaran yang menggunakan USB dapat ditambahkan ketika PC menyala.
2. Mudah digunakan karena piranti masukan atau keluaran yang terpasang dikenali oleh PC menggunakan *driver* yang sesuai kemudian konfigurasinya akan dikerjakan secara otomatis.
3. Semua piranti dipasang menggunakan satu tipe konektor.
4. Kecepatan USB sangat tinggi, USB versi 1.1 mendukung dua kecepatan yaitu mode kecepatan penuh 12 Mb/s dan kecepatan rendah 1.5 Mb/s. USB versi 2.0 mempunyai kecepatan 480Mb/s yang dikenal sebagai mode

kecepatan tinggi yang tentunya jauh lebih cepat dibanding port serial dan paralel yang ada saat ini.

5. Piranti dengan USB dapat menggunakan catu dari PC (untuk penggunaan arus tidak lebih dari 500 mA) sehingga tidak membutuhkan tambahan catu daya luar.
6. Hemat listrik karena piranti dapat mati secara otomatis apabila tidak digunakan (PC dalam keadaan *suspend*).
7. Adanya deteksi dan pemulihan kesalahan yang handal. Kesalahan data dideteksi dan transaksi diulang lagi untuk memastikan data dikirim atau diterima dengan benar.
8. Merupakan piranti eksternal PC sehingga tidak perlu membuka kotak PC atau merancang suatu kartu antarmuka dalam penggunaan piranti masukan atau keluaran dengan USB (Hyde, 1999).

Ada dua jenis konektor USB yang ada di pasaran, yaitu konektor USB tipe A dan tipe B. Konektor tipe A dipasang pada komputer sedangkan tipe B dipasang pada piranti masukan/keluaran. Konektor pada USB memiliki 4 kaki, yaitu VCC +5V (atau sering disebut VBUS), Data- (D-), Data+ (D+) dan GND, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.9, keterangan dari warna kabel dan pin USB ditunjukkan pada Tabel 2.2.



**Gambar 2.9** Tipe konektor USB dan susunan kakinya (Setyanugroho, 2011).

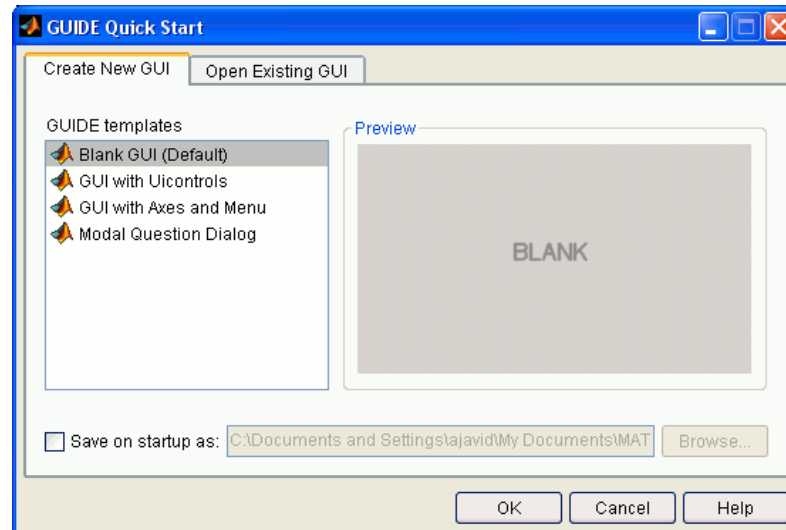
**Tabel 2.2** Keterangan warna kabel USB

Pin	Kabel	Fungsi
1	Merah	Vcc
2	Kuning	D-
3	Biru	D+
4	Coklat	Ground

(Setyanugroho, 2011).

### **M. Matlab**

Menurut Away (2010), *Matrix Laboratory* (MATLAB) adalah sebuah program untuk analisis dan komputasi numerik. Pada awalnya, program ini merupakan *interface* untuk koleksi rutin-rutin numerik dari proyek LINPACK dan EISPACK, namun sekarang merupakan produk komersial dari perusahaan *Mathworks, Inc.* MATLAB telah berkembang menjadi sebuah *environment* pemrograman yang canggih yang berisi fungsi-fungsi *built-in* untuk melakukan tugas pengolahan sinyal, aljabar linier, dan kalkulasi matematis lainnya. MATLAB juga berisi *toolbox* yang berisi fungsi-fungsi tambahan untuk aplikasi khusus sebagaimana bahasa pemrograman lainnya, MATLAB juga menyediakan lingkungan kerja terpadu yang sangat mendukung dalam pembangunan aplikasi berbasis windows. Pada setiap versi MATLAB terbaru, lingkungan terpadunya akan semakin dilengkapi. Lingkungan terpadu ini terdiri atas beberapa *form* yang memiliki kegunaan masing-masing. Sebagai media desain, MATLAB menyediakan sebuah *Graphical User Interface* (GUI) yang dibungkus dalam fungsi *Graphical User Interface Builder* (GUIDE). Berikut ini adalah tampilan awal GUI MATLAB.



**Gambar 2.10** Tampilan awal GUI Matlab

*Graphical User Interface* (GUI) dalam aplikasinya dapat terdiri atas beberapa komponen *user interface* yang saling berinteraksi, sehingga membentuk sebuah program aplikasi. Dalam membuat program GUI, MATLAB membuat program aplikasinya berupa sebuah M-file yang menyediakan kerangka untuk mengontrol GUI (Sugiharto, 2006).