

Implementasi Penggunaan *Sensor Accelerometer* ADXL335 Pada *Quadcopter Robot* Berbasis Atmega32

I GD DARKO PANCEV¹, I B ALIT SWAMARDIKA², I NYOMAN BUDIASTRA³

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta 80361, Bali

email:darko.pancev07@ymail.com¹, alit_bbc@yahoo.com², budiastra@ee.unud.ac.id³

Abstrak - ADXL335 merupakan sebuah sensor *accelerometer* 3 axis (x,y,z) yang memiliki keluaran tegangan analog pada masing-masing axisnya sehingga untuk membaca nilai sensor dari ADXL335, pin output dari sensor dihubungkan dengan pin ADC pada chip mikrokontroler AVR ATmega32. *Quadcopter robot* adalah sebuah robot terbang dengan empat buah baling-baling yang dihubungkan dengan empat buah motor brushless yang berfungsi sebagai *actuator robot*. Implementasi penggunaan sensor *accelerometer* ADXL335 3 axis (x,y,z) akan dimasukkan kedalam *flight controller* pada *Quadcopter robot* yang telah terkaliberasi sehingga dapat dijadikan sebagai sensor untuk mengatur derajat kemiringan dari robot agar dapat stabil pada saat terbang diudara.

Kata Kunci - *Accelerometer*; ADXL335; *Quadcopter*; Mikrokontroler AVR ATmega32.

I. PENDAHULUAN

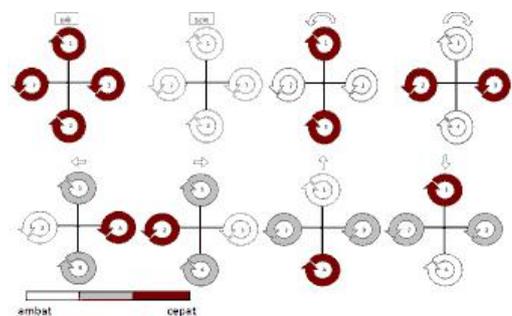
Perkembangan teknologi khususnya dibidang teknologi robotika saat ini berkembang dengan sangat pesat, dilihat dari banyaknya pengaplikasian teknologi robotika berbasis sistem kontrol maupun kecerdasan buatan, baik itu dibidang industri, pendidikan, maupun kehidupan sehari-hari. Salah satunya adalah *Quadcopter robot*.

Quadcopter robot merupakan sebuah pesawat tanpa awak atau UAV (Unmanned Aerial Vehicle) yang memiliki empat buah baling-baling (*propeller*) dan empat buah motor *brushless* sebagai *actuator*. Penggunaan UAV saat ini sangat dibutuhkan baik itu dibidang militer maupun sipil yaitu untuk pencarian korban bencana pada kondisi ekstrim, penginderaan jarak jauh seperti sistem monitoring serta bermanfaat sebagai alat pemetaan dan pengawasan pada suatu wilayah. Permasalahan yang sering dihadapi dalam mengoperasikan *robot quadcopter* ini adalah masalah kestabilan dari robot yang tidak bisa hanya dengan menggunakan sensor *gyroscope* (sirajuddin, 2012), sehingga melalui paper ini salah satu alternatif untuk mengimplementasikan derajat kemiringan dari robot dapat menggunakan sensor *accelerometer* ADXL335 untuk mendeteksi kemiringan sudut (*pitch*, *roll*, *yaw*) agar robot dapat bergerak dengan baik dan mampu mempertahankan kestabilannya sendiri (*self balancing*).

II. KAJIAN PUSTAKA

A. *Quadcopter*

Quadcopter memiliki 6 *degree of freedom* (DoF) yang menentukan *attitude* dari *quadcopter*. *Quadcopter* memiliki 4 buah motor brushless yang dipasang dengan *propeller* sebagai penggerak yang digunakan untuk menghasilkan gaya angkat. Tipe dari *quadcopter* sendiri terdiri dari 2 jenis, yaitu tipe X dan tipe +. Untuk dapat bergerak naik dan stabil, diperlukan kecepatan yang sama dan cukup besar pada keempat rotornya. Terlihat pada Gambar 1, pengaruh kecepatan rotor terhadap gerakan *quadcopter*. Adalah sebagai berikut:

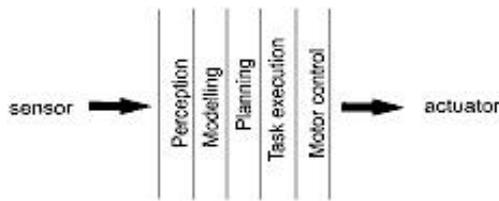


Gambar 1 Pergerakan dari *quadcopter*
(sumber: Andika.F.2012)

Dari gambar diatas terlihat *quadcopter* dengan konfigurasi +, tanda merah menunjukkan motor bergerak dengan putaran yang cepat, tanda abu-abu menunjukkan motor bergerak dengan kecepatan sedang dan tanda putih menunjukkan motor bergerak dengan kecepatan lambat. Dengan melihat pada gambar 1 kita dapat mengetahui bagaimana sistem pergerakan pada *quadcopter*.

B. *Behavior Based Robotic*

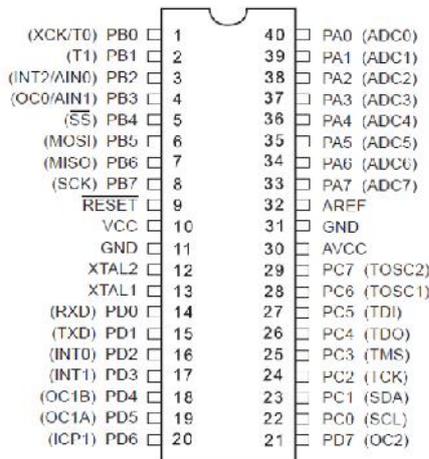
Pada sistem kendali robot, pendekatan yang biasa digunakan adalah dengan menguraikan setiap masalah kedalam rangkaian unit fungsional sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Teknik Penguraian Sistem Kendali robot kedalam unit-unit fungsional
 (sumber:Andika.F.2012[2])

Dari gambar 2.2 dapat dijelaskan bahwa dalam merancang sebuah sistem kendali, salah satu metode yang dapat digunakan adalah *behavior based robotic*. Tahapan yang pertama adalah membaca nilai sensor sebagai inputan kedalam sistem, kemudian kita persepsikan nilai tersebut sebagai suatu satuan (*perception*) dan memodelkannya kedalam bentuk suatu persamaan (*modeling*) sehingga kita dapat merencanakan (*planning*) pergerakan robot. Tahap selanjutnya mengeksekusi perencanaan yang telah dilakukan (*task execution*) untuk menendalikan motor sebagai *actuator robot (motor control)*.

C. ATmega32



Gambar 3 Konfigurasi PIN AVR ATmega 32
 (sumber: Anonim.2011)

AVR merupakan seri mikrokontroler *Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS)* 8-bit buatan Atmel berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi pada program dieksekusidalam satu siklus *clock*. AVR mempunyai 32 register *general-purpose, timer/counter* fleksibel dengan mode *compare, interupsi internal dan eksternal, serial UART, programmable Watchdog Timer, power saving mode, ADC dan PWM*. AVR pun mempunyai *In-System Programmable (ISP) Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang (*read/write*) dengan koneksi secara serial yang disebut *Serial Peripheral Interface (SPI)*.

AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan mikrokontroler AVR yaitu

memiliki kecepatan dalam mengeksekusi program yang lebih cepat, karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock* (lebih cepat dibandingkan mikrokontroler keluarga MCS 51 yang memiliki arsitektur *Complex Intrukstion Set Compute*). ATMEGA32 mempunyai *throughput* mendekati 1 *Millions Instruction PerSecond (MIPS)* per MHz, sehingga membuat konsumsi daya menjadi rendah terhadap kecepatan proses eksekusi perintah. Adapun beberapa keistimewaan dari AVR ATMEGA32 antara lain:

1. Mikrokontroler AVR 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi dengan konsumsi daya rendah.
2. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16MHz
3. Memiliki kapasitas *Flash* memori 32 Kbyte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 Kbyte
4. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *Port A, Port B, Port C dan Port D*
5. CPU yang terdiri dari 32 buah *register*
6. Unit interupsi dan eksternal
7. *Port* USART untuk komunikasi serial
8. Fitur *peripheral*
 - a. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan (*compare*)
 1. Dua buah *Timer/Counter* 8 bit dengan *Prescaler* terpisah dan *Mode Compare*
 2. Satu buah *Timer/Counter* 16 bit dengan *Prescaler* terpisah, *Mode Compare* dan *Mode Capture*
 3. *Real Time Counter* dengan *Oscillator* tersendiri
 - b. Empat kanal PWM
 - c. 8 kanal ADC
 1. 8 *Single-ended Channel* dengan keluaran hasil konversi 8 dan 10 resolusi (register ADCH dan ADCL)
 2. 7 *Diferential Channel* hanya pada kemasan *Thin Quad Flat Pack (TQFP)*
 3. 2 *Differential Channel* dengan *Programmable Gain*
 - d. Antarmuka *Serial Peripheral Interface (SPI) Bus*
 - e. *Watchdog Timer* dengan *Oscillator Internal*
 - f. *On-chip Analog Comparator*
9. *Non-volatile program memory*

III. METODELOGI PERANCANGAN

A. Spesifikasi Sistem

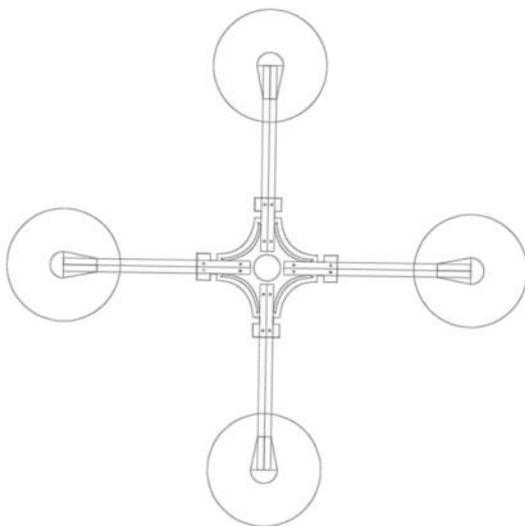
Kebutuhan sistem pada penelitian ini adalah sebuah *quadcopter* yang difungsikan sebagai *plant, sensor accelerometer ADXL335* sebagai pembaca kemiringan *roll, pitch dan yaw*, sebuah *remote RC* sebagai pengendali manual jarak jauh serta sebuah *minimum system* mikrokontroler sebagai *flight controller* tempat dimana sinyal masukan dari *sensor* diproses untuk mengendalikan kecepatan *motor brushless* untuk menjaga kestabilan *robot*.

B. Perancangan dan Implementasi Perangkat Keras

Dalam perancangan *quadcopter* ini dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan mekanik dan perancangan sistem elektronik.

1. Perancangan Mekanik

Perancangan *quadcopter* ini dirancang dengan model (+) seperti yang terlihat pada gambar 4. Body dari *robot* terbuat dari acrylic dengan tebal 3mm kemudian kaki-kaki dari *quadcopter* terbuat dari aluminium kotak agar body *robot* menjadi lebih kokoh. Titik berat dari *robot* juga harus diperhitungkan untuk meminimalisir ketidak seimbangan beban pada *robot*. Adapun design dan implementasinya adalah sebagai berikut:



Gambar 4 Design Quadcopter

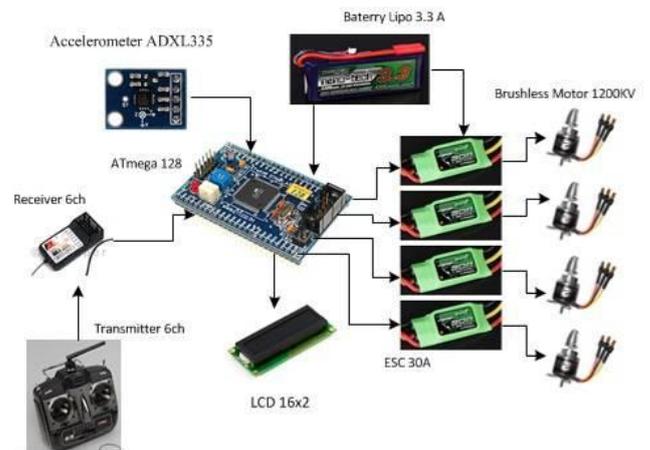


Gambar 5 Implementasi Perancangan Design Mekanik

2. Design Sistem Elektronik

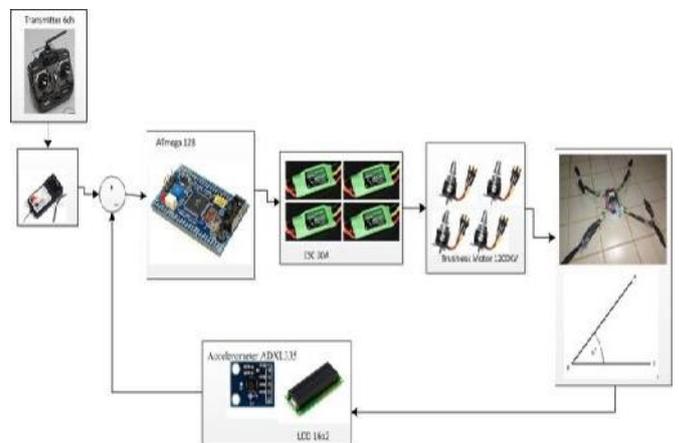
Sistem elektronik yang terdapat pada *quadcopterrobot* mengacu pada pengendalian empat buah motor brushless sebagai penggerak *robot*. Dari blok diagram sistem elektronik pada gambar 6 motor brushless dikendalikan oleh ESC berdasarkan output yang diberikan oleh mikrokontroler ATmega32. Sensor ADXL335 memberikan

masukkan berupa nilai kemiringan sudut *roll*, *pitch* dan *yaw* kedalam mikrokontroler ATmega 32 untuk selanjutnya diproses dan diolah sebagai nilai referensi untuk mencapai kestabilan dari *robotquadcopter*. Transmitter memberikan sinyal *control manual* yang diterima oleh receiver untuk diproses oleh mikrokontroler agar dapat mengendalikan *robot* secara manual. LCD 16x2 berfungsi memberikan display pengaturan dari sistem kendali *quadcopter*.



Gambar 6 Design Sistem Elektronik

3. Perancangan Sistem Kendali



Gambar 7 Perancangan sistem kendali

Dari gambar diatas terlihat bahwa perancangan sistem kendali pada *quadcopterrobot*. Dari blok diagram diatas dapat dijelaskan bahwa nilai inputan dari sensor diatas berupa nilai referensi dari transmitter yang diterima oleh receiver dan diteruskan ke dalam mikrokontroler. Mikrokontroler sebagai processor pada robot akan memberikan perintah kepada ESC untuk mengendalikan kecepatan motor brushless berdasarkan nilai inputan remote RC. Motor brushless yang telah terhubung dengan baling-baling (*propeller*) akan menggerakkan *quadcopter*. Untuk menjaga kestabilan *behavior* dari *robot* selama terbang

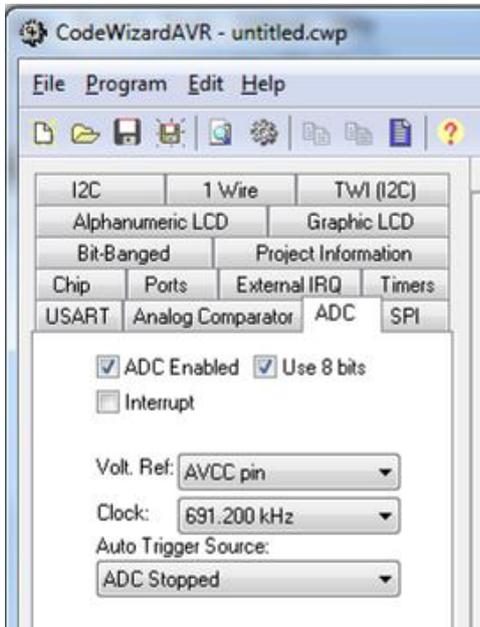
sudut kemiringan dari robot di *feedback* untuk selanjutnya diolah dalam mikrokontroler dengan menggunakan metode kontrol *self balancing* sehingga kestabilan dari *quadcopter* dapat terjaga.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Pembacaan Nilai Sensor ADXL335 pada Mikrokontroler ATmega 32

Untuk dapat membaca nilai dari sensor accelerometer ADXL335 maka kita perlu mengaktifkan fungsi ADC pada chip ATmega 32 dengan. Berikut ini merupakan langkah yang dilakukan untuk dapat mengakses ADC pada chip ATmega 32 melalui software Code Vision AVR.

1. Pada Toolbar ADC
2. Centang "ADC enable"
3. Centang "Use 8 bits"
4. Untuk volt ref. pilih "AVCC PIN (d disesuaikan dengan hardware).



Gambar 8 Tampilan Code Wizard AVR pengaturan ADC

Setelah melakukan pengaturan tersebut maka langkah selanjutnya adalah memasukkan program utama kedalam chip mikrokontroler. Berikut ini merupakan program utama dari proses pembacaan nilai sensor accelerometer ADXL335.

```
//Pendeklarasian awal
int X;
char data_X[16];
int Y;
char data_Y[16];
int Z;
char data_Z[16];

//Program Utama
```

```
while (1)
{
//Pengambilan data dari sensor
//melalui PIN ADC 5,6 dan 7
X = read_adc(5);
Y = read_adc(6);
Z = read_adc(7);
//menampilkan nilai pada LCD
sprintf(data_X,"X : %d",X);
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_puts(data_X);
sprintf(data_Y,"Y : %d",Y);
lcd_gotoxy(7,0);
lcd_puts(data_Y);
sprintf(data_Z,"Z : %d",Z);
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_puts(data_Z);
delay_ms(300);
lcd_clear();
}
}
```

B. Pengujian Sensor ADXL335

Berikut ini merupakan pengujian yang dilakukan pada sensor accelerometer ADXL335 untuk mengetahui bagaimana respon dari sensor terhadap kemiringan yang diberikan. Output dari sensor accelerometer adalah nilai tegangan analog sehingga pada mikrokontroler nilai ini akan dibaca kedalam bentuk nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) untuk membaca kemiringan dari quadcopter robot, nilai pembacaan sensor yang digunakan adalah nilai dari sumbu x (roll), dan y (aileron), adapun tabel pengujian dari sensor accelerometer ADXL335 adalah sebagai berikut:

Tabel 7 Sumbu X

| No | Sudut | Nilai ADXL335 |
|----|-------|---------------|
| 1 | 0° | 67 |
| 2 | 15° | 68 |
| 3 | 30° | 71 |
| 4 | 45° | 73 |
| 5 | 60° | 77 |
| 6 | 75° | 82 |
| 7 | 90° | 84 |
| 8 | 105° | 87 |
| 9 | 120° | 92 |
| 10 | 135° | 95 |
| 11 | 150° | 97 |
| 12 | 165° | 99 |
| 13 | 180° | 101 |

Jika tabel 7 diubah kedalam bentuk grafik maka akan terlihat pengaruh perubahan sudut terhadap nilai ADC yang diberikan oleh sensor accelerometer ADXL335. Adapun grafik dari perubahan nilai sensor ADXL335 terhadap besar sudut kemiringan yang diberikan adalah sebagai berikut:

V. PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sensor accelerometer ADXL335 sangat cocok apabila diimplementasikan kedalam quadcopter untuk mengendalikan sudut kemiringan dari quadcopter.
2. Perubahan nilai sensor accelerometer ADXL335 sangat stabil terhadap kemiringan sudut sehingga akan mempermudah dalam pengolahan datanya.

B. Saran

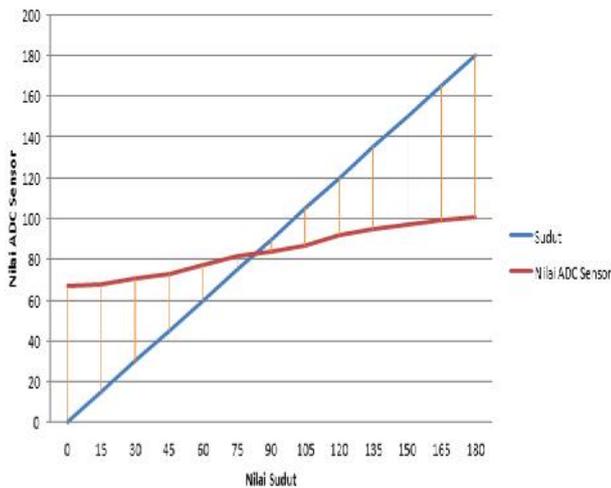
Untuk memperbaiki kinerja alat dan pengembangan lebih lanjut disarankan:

1. Gunakan metode pengontrolan seperti PID, fuzzy logic, ANN dll untuk mengatur kestabilan dari robot quadcopter.
2. Pengubahan nilai ADC sensor accelerometer ADXL335 menjadi nilai sudut akan sangat membantu dalam merancang sistem kontrol kestabilan dari quadcopter.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andika, F. 2012. *Perancangan dan Implementasi Autonomous Landing Menggunakan Behavior-Based dan Fuzzy Controller pada Quadcopter*. Jurnal Teknik ITS vol.1 No.1
- [2] Anonim. 2011. ATmega32/L datasheet. [cited 2013 October 9]. Available From : URL; www.atmel.com/Images.jpg/doc2503.pdf.
- [3] Budiharto, W. 2008. *Membuat Robot Cerdas*. Jakarta: PT. ElexMedia Komputindo.
- [4] Jirajuddin. 2012. *Rancang Bangun Robot Terbang Quadcopter Berbasis Mikrokontroler ATmega 16*. Jurnal Tugas Akhir Universitas Tanjungpura.
- [5] Nalwan, P. 2007. *Teknik Antarmuka dan Pemrograman mikrokontroler AVR* Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- [6] Ogata, Katsuhiko, *Teknik KontrolAutomatik Jilid 1*, Diterjemahkan Oleh Ir.Edi Leksono, Erlangga, Jakarta, 1994.

Sumbu X Sensor Accelerometer ADXL335



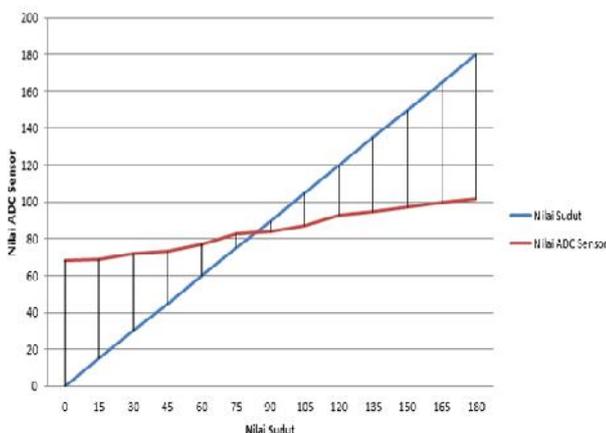
Gambar 9 Grafik Pembacaan Sumbu X Sensor Accelerometer ADXL335

Tabel 8 Sumbu Y

| No | Sudut | Nilai ADC335 |
|----|-------|--------------|
| 1 | 0° | 68 |
| 2 | 15° | 69 |
| 3 | 30° | 72 |
| 4 | 45° | 73 |
| 5 | 60° | 77 |
| 6 | 75° | 83 |
| 7 | 90° | 84 |
| 8 | 105° | 87 |
| 9 | 120° | 93 |
| 10 | 135° | 95 |
| 11 | 150° | 97 |
| 12 | 165° | 100 |
| 13 | 180° | 102 |

Jika tabel 8 diubah kedalam bentuk grafik maka akan terlihat pengaruh perubahan sudut pada sumbu Y terhadap nilai ADC yang diberikan oleh sensor accelerometer ADXL335. Adapun grafik dari perubahan nilai sensor ADXL335 terhadap besar sudut kemiringan yang diberikan adalah sebagai berikut:

Sumbu Y Sensor Accelerometer ADXL335



Gambar 10 Grafik Pembacaan Sumbu Y sensor Accelerometer ADXL335

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan